2016年4月14日～16日

熊本地震復興へ

New Civil Engineering Heritage in Kyushu

プロジェクト九州 Ⅶ

人と技術と情熱の物語

大崩落　土石50万㎥が斜面を崩れ落ち国道57号、JR豊肥線を飲み、阿蘇大橋を落橋させた。（南阿蘇村立野）

巨石落下　2台の自動車をペシャンコに。（南阿蘇村）

熊本地震で大きく崩れた県道28号と橋梁

「プロジェクト九州Ⅶ発刊にあたって」

（一社）九州地域づくり協会では、その前身の（社）九州建設弘済会の時代から、公益事業の一環として土木遺産の発掘調査の取組を始め、九州地域における近世から昭和期までの土木施設を対象にとりまとめ、当会のホームページに公表してきました。

さらに、この土木遺産含む数々の土木施設の建設に長年にわたり携わった先人たちにスポットをあてた取組を「プロジェクト九州」として、第六巻まで発刊してきました。

今回の第七巻「熊本地震―復興へ」は特別編として、昨年発生した熊本地震により被災した熊本・阿蘇地域で、道路・河川等の復旧・復興に邁進している土木技術者達の実像を取り上げた「人と技術と情熱の物語」です。

編集に際しては、余震の続く中、精力的に取材しとりまとめて戴いた筆者の情熱が随所に感じ取れます。各場面では、二度に亘る震度7の地震に遭遇し、普段の生活に一日も早く戻りたい地域の人々の思いを背に、弛まない努力とあらゆる手段を投じながら臨んだ道路や河川の復旧さらに熊本城の復興へと多くの関係者の労苦が描かれています。

近年の社会資本整備に対する社会的評価は、必ずしも高いとは言えませんが、こうした震災時に不可欠なインフラの必要性は、脆弱な地盤と厳しい自然環境下にある我が国にあっては、誰しも認めるところです。今後も安全で快適な生活を支えるインフラストックの効用は見逃せない重要な視点と言えます。

この取組が改めて、多くの方々へ社会資本整備の重要度を認識いただくとともに、整備や維持管理に携わる人たちの志を高め、若い土木技術者教育の啓発に繋がることを祈念し、発刊のご挨拶といたします。

（一社）九州地域づくり協会

理事長　佐竹　芳郎

衝撃「阿蘇大橋が落ちた」

南阿蘇村立野地区の斜面崩壊。左側の渓谷に架けられた阿蘇大橋は落橋、消えた。国土地理院提供

▲被災地周辺の地質図

折れた阿蘇大橋
橋桁が急崖にぶらさがっている（国道325号）

平成28年熊本地震

平成28年4月14日午後9時26分、熊本県熊本地方を震源とするマグニチュード6・5の内陸型直下地震が発生、益城町で震度7、熊本市、宇土市、玉名市、西原村で震度6弱を記録した。（震源の深さ約11km、北緯32度45、東経130度45）。

これを前震として約28時間後の同16日午前1時25分、再び熊本地方をマグニチュード7・3の阪神・淡路大地震と同規模の強烈な地震（本震）が襲った。震度7は益城町、西原村、震度6強を熊本市、宇土市、菊池市、宇城市、合志市、大津町そして南阿蘇村で観測された。（震源の深さは約12km、北緯32度45、東経130度45）。

県道28号
損壊　傷ついた俵山トンネルと6橋

地震動で右にかたむいた桑鶴大橋
ケーブルも損傷

コンクリートが崩れ落ちた俵山トンネル

崩落　トンネル壁が割れ落ちる

復旧した俵山トンネル

復旧　大型トラックが走る復旧う回路

復旧した県道28号のう回路。大型トラックが走れる。

熊本地震で大きく崩れた県道28号

観測史上初の連続地震
死者・関連死237人に

熊本地震は震度7が連続した、観測史上初めての大規模地震であった。日奈久断層帯と布田川断層帯は九州最長で、地面が水平に「横ずれ」を起こす典型的な内陸型直下地震。本震では大分県中西部でも地震が連動し、その後半年間の余震は4080回にも及ぶ。余震への恐怖は避難所以外の車中泊、テント避難などを引き起こし、その後の関連死や心身の障害に結び付いた。気象庁は「平成28年熊本地震」と命名した。

熊本地震による家屋倒壊、土砂災害などによる死者50人（関連死を含め237人）、重軽傷者は2753人、住宅被害は全壊8697、半壊3万4037、一部損壊15万5902に上った。また公共建物439が被災。その他非住家4325．避難者は熊本県で18万3882人に上り、大分県で1万6000人など九州全域で20万人を超えた。また、熊本城、石橋など文化財の損害も甚大なものだった。（平成29年6月現在）

国道57号は寸断された

途絶

中九州横断の国道57号は斜面崩壊で損壊。

南阿蘇村立野地区の斜面崩壊で埋没した国道57号（手前）と崩落した立野橋付近。阿蘇長陽大橋（上）が残った。国土地理院提供

遠隔操作

無人施工で、二次災害を防ぐ

写真㊤画面を見ながら操作。㊦無線指示で動く重機。

内陸直下型地震

熊本地震は布田川断層帯と日奈久断層帯が「横ずれ運動」を起こした内陸直下型地震であった。内陸型直下地震は、阪神淡路大震災（平成7年1月17日）と新潟県中越地震（同16年10月23日）に続くもので、いずれも最大震度7を記録した。しかし、震度7が2回続けて発生したのは過去になく、大分県でも誘発地震が発生するなど例を見ない地震となった。

阪神淡路大震災は大都市を直撃した地震で大火災が発生、交通網では高速道路の倒壊、鉄道、生活インフラが壊滅的な打撃を受けた。死者6434人負傷者約4万4000人、損害額は約9兆9000億円に達した。

中越地震は死者68人。損害額は約3兆円。土石流、地すべり、崖崩れ等土砂災害が多発し、中山間地での地震への対応が課題となった。

九州道、大分道 通行止め507km

大分道の法面崩壊と復旧工事

壊れた橋脚の基礎部（九州道・府領橋）

崩壊

法面が崩れ、高速道を埋める

崩壊して大分道を埋めた土砂

落橋防止のための仮受け台（九州道・木山川橋）

復旧

スピード復旧を支えたベント

跨道橋、九州道をふさぐ

落橋した府領一号橋

高速道路の被害

九州道で、植木ＩＣ～松橋間、大分道では玖珠～別府間で段差や土砂崩壊、橋の損傷が発生した。

特に九州道は跨道橋が落橋して塞ぎ、秋津川橋、木山川橋、大分道では並柳橋が被災、法面が崩壊した。

熊本城、石橋、阿蘇神社も
文化財に大きな被害

支える
飯田丸五階櫓は隅石一本で残った

修理中の天守閣

架台で支えられた飯田丸五階櫓

隅石で支えられている飯田丸五階櫓

壁石が壊れた二俣福良渡（石橋）

熊本城の復旧工事

熊本城の被害総額は約６３４億円に上った。復旧工事は20年間。天守閣、飯田丸五階櫓と、宇土櫓など重要文化財13棟を優先的に復旧する。

倒壊した阿蘇神社の楼門と本殿（自然を愛する会提供）

プロジェクト九州第7巻

目　次

写真グラフ　1

はじめに　熊本地震、献身の復旧工事　8

第1章　震度7の衝撃　11
第1節　阿蘇大橋が落ちた　12
第2節　リエゾン、テックフォース出動　17
第3節　インタビュー　長野敏也・前南阿蘇村村長　19
第4節　救援拠点になった「道の駅」―「道は繋がってこそ」　22

第2章　熊本地震・震撼する熊本県　25
第1節　阿蘇への道を探せ　26
第2節　①「はるかぜ」が飛び立った。　29
②　救援、復旧へ、初動対応　31
第3節　啓開　グリーンロードとミルクロード　33

第3章　現場座談会（国交省・熊本河川国道事務所）　37

第4章　大崩壊　43
第1節　①　阿蘇を土砂災害が襲う　44
②　惨状！　国道57号、県道28号　47
③　断層地震のエネルギー集中　51
④　無人施工で危険土砂を排除　53
⑤　インタビュー　北園芳人熊本大学名誉教授　56
第2節　①　シンボル阿蘇大橋が落橋した　59
②　新阿蘇大橋の位置選択と建設　61
③　インタビュー　日野伸一九州大学教授　63
④　国道57号の復旧と新道建設　66
⑤　踏ん張った阿蘇長陽大橋　68

第5章　橋もトンネルも（県道28号）　71
第1節　深手を負った橋梁群（県道28号）　72
第2節　俵山トンネルの被災と復旧　76
第3節　深刻な河川被害　79
コラム「治水の名人、加藤清正」ほか　80

第6章　高速道路が止まった　83
第1節　死傷者ゼロの奇跡―九州道、大分道　84
第2節　150km離れた大分道でも被害　88
第3節　2週間の超スピード復旧　91

第7章　傷付いた熊本城　95
第1節　熊本城・鉄壁に「揺らぎ」　96
第2節　飯田丸五階櫓、奇跡の隅石　99
第3節　壊れた石橋・復旧に難問　102
第4節　①　生かされた慶長地震の体験　104
②　清正熊本城―地震から再起の勇気　107
第5節　インタビュー山尾敏孝　熊本大学教授　110
コラム「活断層上の建築規制を」ほか　113

第8章　大地変動の時代―強靱な国土を　115
第1節　東進作戦の課題　南海トラフ巨大地震への備え　116
第2節　大地変動の時代、到来　121
第3節　インタビュー　西嶋泰義　大分県・佐伯市長　125
コラム「釜石の奇跡」ほか　126

復興・復旧への歩み（年表）　127

○総括インタビュー　強靭な国土づくり
大石久和・日本土木学会会長（平成29年）
「我々は大災害への備えをおろそかにしてきた」　128

おわりに
迅速復旧―「社会の救急、救命活動」　131

はじめに　献身の復旧工事

「赤橋が消えた」。誰もが、耳を疑った。九州の東西を横断する国道57号と南阿蘇への同３２５号の分岐点で黒川渓谷を渡る阿蘇大橋（熊本県南阿蘇村立野）は、赤いアーチを描く阿蘇のランドマークであった。南阿蘇村立野での国道57号沿い斜面の50万㎡にも及ぶ大崩壊（幅約２００m、長さ約７００m）は同国道と、並行して走っていたＪＲ豊肥線を押し流し、予想だにしなかった阿蘇大橋を跡形もなく落橋させた。国道57号は熊本～大分を結ぶ基幹横断国道であり、その下流の阿蘇長陽大橋と村道、村の南側の俵山トンネルと橋梁群からなる県道28号の損壊と合わせて、３本の道路途絶は熊本市側からの阿蘇市、南阿蘇村など阿蘇カルデラ内地域への救援を閉ざすものであり、救援、復旧、復興の道を切断しかねない深刻な事態であった。

南阿蘇村の県道28号沿いに「感謝」の看板

切実な願いと応える「心意気」

○道路、橋等５０００カ所が被災

熊本地震の前震と本震、さらに続いて襲った豪雨による公共土木施設の被害は地震で３５５０カ所、その後の豪雨で１４８２カ所、合計５０００カ所を越え、特に道路、橋梁などの被害は全体の半分を占める甚大なものだった（平成28年12月20日現在・熊本県土木部調べ）。それだけに、道路、橋梁の復旧は、救命のための緊急修理から、う回路確保の「道路啓開」、地域の再生のためにスピード復旧が求められた。やや古びた表現だが「昼夜兼行の突貫工事」が文字通り展開された。

再び、土砂崩れなど2次災害が発生しかねない現場で、ロープを命綱に急崖に張り付き、また、急崖でブルドーザなど重機を運転、余震と避難が繰り返される中で工事は進められた。特に、県道28号のう回路は、高森町、南阿蘇村住民の願いであった「雪が降るまでに完成」を目標に、懸命な作業が続けられた。その姿に村民は心から「感謝」し、作業者は住民の切実な願いに応えようと「心意気」で24時間工事をやり遂げた。「人と技術と情熱」の日々であった。

○村の存続にかかわる危機

熊本市側への動脈である全ての道路を切断され南阿蘇村は「全く行き来が出来ない」（長野敏也村長＝当時）孤立状態に追い込まれた。村として、地域として、生死にかかわる重大事態となったのである。

特に、黒川の右岸の南阿蘇村立野と左岸の同村長陽地区は、激しい振動による両岸の斜面崩壊と渓谷の急崖の崩壊によって大量の土砂が、間を流れる黒川に流れ落ち、両地区だけで7人の死者を出し、水道など生活インフラ、農業用の水路も破壊され、地震後８カ月、新年を迎えても立野地区住民など自宅に戻れない状況が続いた。

阿蘇地区、特に南阿蘇村にとって、道路の早期復旧が何よりの緊急課題となった。人口流出が止まらない同村にとって被災移住による人口喪失、さらに道路切断による観光客の激減は村に致命的な打撃となりかねない。まずは俵山越えのグリーンロードの啓開、県道28号のう回路の建設、さらに本復旧の早期完成は全村民の切なる願いである。同村久木野の県道28号沿いに「道路復旧工事の皆さん、24時間、ありがとう。感謝いたします。村民有志」の立て看板は行き交うダンプトラックなど工事関係者への感謝と早期復旧の村民の気持ちが込められたものであった。また、立野では村民自らを励ますように「がんばろう　立野」「がんばろう　熊本」の看板も目に入る。

早期復旧へ「技術と情熱」の日々

○命の危険と隣り合わせの工事

実際、復旧工事に当たる現場作業者は二次災害の危険と隣り合わせ緊急工事であり、一方で、う回路の開通を急がねばならない。国道57号と阿蘇大橋で繋ぐ同３２５号、それに阿蘇長陽大橋の村道の復旧は、道路の上と下の急崖崩落が大規模だけに早期復旧は不可能。とすれば県道28号のう回路開通をと、平成28年内に間に合わせるための懸命の作業が続いた。

緊急に「啓開」された標高１０００ｍの南外輪山越えのグリーンロードは12月末以降は、降雪、凍結の恐れがあり、そうなれば、南阿蘇村は再び孤立する。俵山トンネルの復旧を急ぎ、グリーンロードより標高が半分の、低い県道沿いに、損壊した橋梁など危険個所を迂回する道路の造成が目標だった。厳冬に入る前までに開通させるため、感謝の看板に書かれた通り「24時間」昼夜兼行の工事が続いた。余震が続き、なお崩落の危険が残るなかでの懸命の工事だった。

平成28年12月24日午前11時、県道28号沿いのう回路は開通した。臨時のう回路とはいえ、村民の喜びは大きく、サンタクロースの赤い帽子をかぶった子供たちが参加して、まるで新道開通なみの祝賀式が行われた。本線の県道28号の橋梁群は被害が大きく、全線復旧にはなお時間が必要なようだ。

○足がすくむ現場

斜面大崩壊で損壊した国道57号、阿蘇大橋の落橋など同３２５号。さらに不通になった長陽大橋と白川沿いの村道の被災現場は、足がすくむほど急崖の崩落、橋の損壊、道路の崩れ落ち、ひび割れ、段差が至る所に生じ、「破壊」という言葉そのままの惨状であった。

特に、国道57号、ＪＲ豊肥線、阿蘇大橋などが破壊された立野の斜面崩壊の現場は、復旧工事に入ろうにも、余震、降雨によって2次災害の危険が大きく、現場に立ち入れない危険な状況が続いた。斜面崩壊が病院の両側で発生した阿蘇立野病院は入院患者の安全を考え、一時は閉院を決めたほどだった。斜面崩壊の現場は雲仙普賢岳で登場した無人化施工によって、年末までに危険土石の排除、2本の砂防えん堤築堤で2次災害防止の工事を行い、ようやく復旧工事に着手するところにこぎつけた。

阿蘇大橋の下流に架かる阿蘇長陽大橋は、落橋は免れたものの、立野渓谷の切り立った急崖が大きく崩れ、道路（村道）の一部は崖下に落ち、戸下橋は落橋した。阿蘇大橋の新建設には、歳月が必要なため、阿蘇長陽大橋復旧と落橋した戸下橋と新道造成を含む村道を、平成２９年夏までに、復旧する工事が進んでいる。右岸から望遠カメラでのぞくと、恐ろしいほどの急崖に、人が命綱で張り付き、ブルドーザなど重機が急斜面で工事を進めている。この道が復旧しなければ、村は分断されたままになるのだ。ただただ、工事関係者の「ご安全を」と祈るばかりだ。

○即断即決が迅速さ生む

２度にわたる震度7の大きな横揺れ、火山噴出堆積土、過去にない余震の連続などの悪条件が重なったとしても、直下型地震のパワーのすさまじさは、現場に立って初めて実感できるものだった。国道57号の50万㎥の土石を崩れ落ちさせた斜面崩壊、落橋。県道28号では橋が持ち上げられ取り付け道路に乗り上げ、危うく谷に落ちそうなほど動かし、災害に強いとされるトンネルさえ大きくひび割れ、天井コンクリートが崩れ落ちた。

同県道のう回路は発注者（国土交通省）の現地事情をくみ取った即断即決、それに応える誠実さと「被災者のために」過酷な作業にあえて取り組んだ施工者がスピード仮復旧を成し遂げた。重体患者（被災地域）に酸素と血液を送り、蘇生させるための生命維持パイプは通せたが、本格的な治療はこれからだ。土工を中心とする工事から、橋梁など高度技術が必要な難工事が中心となり、巨額の工事費が必要になるため、熊本県からの申請によって、国直轄工事で進められることになった。熊本地震から1年、本格的な復旧、復興は1年が経った今からだ。

○「ただの村じゃなかよ」

「がんばろう　熊本」「がんばれ　阿蘇」。自らを励まし、奮い立たせる看板をがれきの中、傾いた家の前で、幾つも見た。その中でも「ただの村じゃなかよ」の南阿蘇村のおばあちゃんマスコット人形に添えられた言葉が印象的だった。そう、地震などに負けるものか、そんな人々の気概が伝わってきた。

２０１６熊本地震「現場報告・復興へ　人と技術と、情熱の日々」は、道路、河川堤防などを中心に緊急復旧工事の現場を訪ね、昼夜を問わずトンネル、橋梁、道路復旧工事に献身する人々の姿を記録したものである。

熊本地震によって被災した社会・生活インフラ復旧工事は、身を危険にさらしながら、「1日も早く」とスピード復旧に献身した土木技術者と作業者の「プロジェクト九州」であり、「人と技術と情熱の物語」である。

被災地の一日も早い復興を願って　平成29年6月　玉川孝道

平成28年熊本地震は、同一地域で震度７の激しい揺れが２回連続して発生するという過去に例を見ない地震であった。

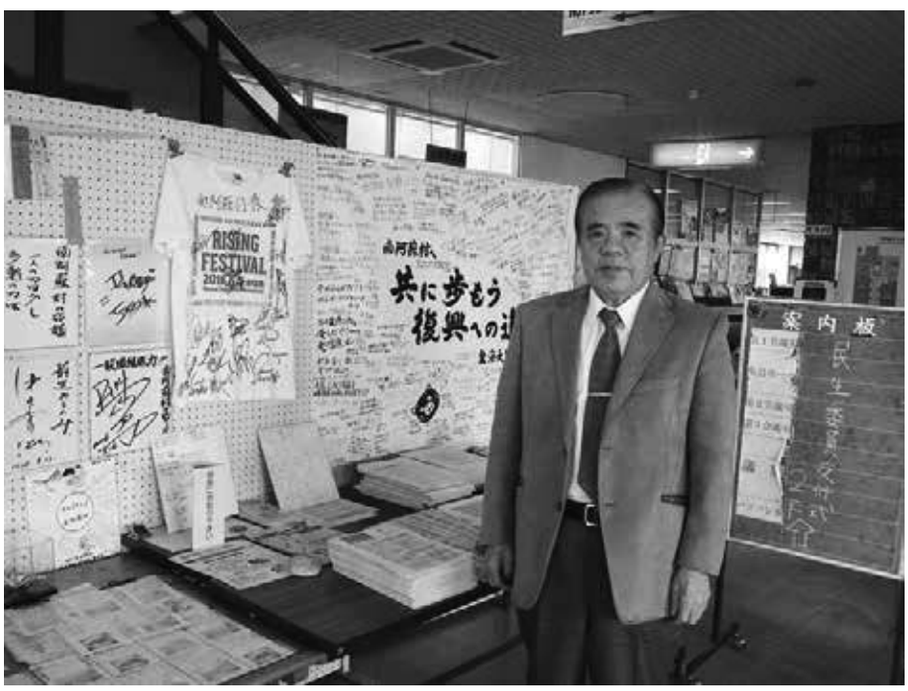
こうした大規模な２回の地震後に続く余震の中、気象庁はこれまでの地震発生から余震という概念から、今回は４月14日発生の地震を「前震」、４月16日発生の地震を「本震」と公表した。この一連の震災を受け止めて、本編では４月14日地震発生段階から各防災機関・団体が初動を開始し、早期復旧活動に向かう中、２日後の地震により大規模なダメージを受けた現場において，対処したさまざまな復旧活動を中心に取りまとめたものである。

第１章　震度７の衝撃

第１節　阿蘇大橋が落ちた
第２節　リエゾン、テックフォース出動
第３節　インタビュー　長野敏也・前南阿蘇村村長
第４節「道は繋がってこそ」―道の駅の奮闘
　　コラム「九州最古の地震」ほか

教訓の伝承―自然災害、人間、経験

「文明が進むにしたがって、人間は自然を征服しようとする野心を生じた。そして重力に逆らい、風圧、水力に抗するようないろいろな造営物を作った。どうかした拍子に、檻を破った猛獣の大群のように自然が暴れ出てきて、高楼を倒壊せしめ、堤防を崩壊させて、人命を危うくし、財産を滅ぼす」
（寺田寅彦・夏目漱石に師事、熊本第五高等学校から東京帝大。物理学者、１８７８～１９３５）



全国からの励ましの寄せ書きの前に立つ長野南阿蘇村村長（当時）

現場から

村は完全に孤立

南阿蘇村前村長　長野敏也氏

「村内を走るメイン道路の国道57号、同３２５号が大規模な斜面崩壊で被災してシンボルの阿蘇大橋が落橋、国道57号から村中央部に入る道が途絶しました。また、阿蘇長陽大橋は何とか持ちこたえたものの、両側の道路が壊れ通行不能になってしまいました。

もう一つの熊本市、空港からの俵山トンネルルート（県道28号）も二つのトンネルと６つの橋が大きく壊れ、村は完全に孤立状態になりました。唯一、俵山越えのオレンジロードがう回路として啓開されましたが、冬季は降雪や凍結で無理です。そこで、県道28号沿いにう回路を急ぎ造成してもらいました。平成28年の年末までに開通しました。24時間体制で、昼夜を分かたず大変な工事でした。本当に感謝しています。

村として頭を痛めているのは、黒川に架かる阿蘇大橋が落橋し、阿蘇長陽大橋が通行不能となって、立野地区が村から切り離されてしまったことです。今年（平成29年）夏までに阿蘇長陽大橋と村道を復旧させるということで、国の直轄工事で頑張ってもらっています。国交省など国の親身な支援には本当に感謝しています」

第1節　阿蘇大橋が落ちた

重い、村の分断と孤立―南阿蘇村 再起へ 「ただの村じゃなかとよ」

村の孤立と分断

「赤橋が落ちたようだ」。南阿蘇村役場に重大情報が入ったのは、本震が村を揺らして約30分後の平成28年4月16日午前2時頃であった。阿蘇大橋は黒川をまたぐ鋼製アーチ（上路形式）で、深い渓谷を薄緑の（かつては赤色だった）アーチがひと跨ぎしていることから「赤橋」と親しみを込めて村民は呼んでいた。

村長の長野敏也（当時以下同じ）は、自宅で経験のない激しい揺れに「外に出ろ」と家族に声を掛け、近くの広場に避難させたうえで、役場に急いだ。災害対策本部は前震（同14日午後9時26分、震度5弱）の時設置されて、避難所4か所が開設されていた。しかし、本震はマグニ

阿蘇立野病院と斜面崩壊の跡

熊本地震で、阿蘇大橋を落橋させた大規模な斜面崩壊の現場など、2次災害の危険が多く、厳しい場所・30カ所での情報収集に「ドローン」が大きな役割を果たした。無人飛行の機材で、ヘリコプターによる上空からの映像、情報収集を補完する手段としてドローンが使われてきたが、熊本地震では本格的に俵山ルート、京大火山研究センター付近など土砂災害の多かった被害状況の把握、復旧工事に使われた。

熊本地震では、九州地方整備局のヘリ「はるかぜ」が被災現場上空から映像を災害対策本部に送り、被害情報の確認などに役割を果たした。捜索から復旧工事の段階になると、さらに詳細な映像が必要とされ、比較的、経済的で、使い勝手の良い「ドローン」が活用された。

阿蘇大橋の斜面崩壊などの現場上部に、なお、残存する土砂がその後の降雨などによって2次災害を引き起こす可能性が高い。このため、ヘリより至近距離の上空（地上～150m）から現場を撮影できるドローンの出番が多くなった。阿蘇大橋が落橋した渓谷など危険地帯での捜索活動など緊急時、至近距離での現状掌握に活用され、応急復旧のためにも多用された。

災害現場に 新兵器ドローン

被災現場で活躍したドローン

最初、災害現場に登場したのは、広島市での土石流災害（平成26年8月・関連死を含む死者77人）の現場で、九州地方整備局のドローンが活動し、その有効性が認められた。熊本地震では2機（1班3～5名）が派遣されたほか、民間コンサルタント会社の機材も活動した。平成28年度からは国交省が「i―construction」を積極的に推進、災害現場だけでなく公共測量など土木、建設現場作業で、3次元測量も可能になっている。同省はドローンによって「生産性を50％向上」を目標に、積極的なドローン採用を推進する方針だ。「災害現場ではヘリとドローンそれぞれの利点があり、使い分けられる。ドローンの操縦者の育成が今後の課題となる」（南竹智己・九州整備局情報通信技術係長）。

チュード7・3、震度6強で、前震とは比べ物にならない激しい揺れだった。「赤橋が落ちた」と聞かされて「まさか、信じられない」。対策本部に集まる被災情報は家屋の倒壊、特に東海大学農学部の学生がアパートの倒壊の下敷きになったり、大規模な地すべり等による死者多数（直接死16人）など「惨憺たる情報」であり、阿蘇大橋の落橋は夜が白み始めたころ「跡形もなく落ちている」ことが確認された。

サルと一緒に立ちすくむ

阿蘇警察署の、阿蘇大橋の落橋確認は午前4時半になってからだ。地震発生から約3時間、警察、国交省・阿蘇国道維持出張所などが暗闇の中を国道57号の現場に走ったが、東側は道路崩落、西側は立野橋の近くの道路陥没で近寄れず目視確認は出来なかった。橋近くの住民も本震の激しい揺れに飛び起き、避難所に走ったため目撃証言はない。ただ、地響きと「ガラガラ」の大音響を遠くで聞いた人がいる。

併せて、その下流の阿蘇長陽大橋も通行不能という情報も入ってきた。長野村長は、村が「孤立と分断」された現実を突き付けられた。二つの大橋の損壊によって、村役場から、国道57号が走る立野地域への道が閉ざされた。

暗闇の中を土石が流れる

阿蘇のカルデラ内を、阿蘇五岳の北側を流れる支流の黒川と南側の白川が合流する立野火口瀬から、熊本平野へ流れ下り、地下水は政令都市・熊本市の水道水を全てまかなうほどの豊かさだ。『立野地区』は約320戸、住民約880人、外輪山の麓、国道57号沿いの緩やかな斜面に軒を並べている。

阿蘇大橋の斜面崩壊個所から川下の地域でもう一つの土砂災害がこの立野地域を襲っていた。

同地区で暮らす住民（82）は、激しい揺れに自宅を飛び出した。暗闇の中、家の前に出ると、眼の前を土石流が激しく流れ下っている。不気味な地鳴りと共に、小さな石が跳ね飛ばされるように空中を舞い、人の頭ほどの石が飛んでくる。妻と二人でただ茫然と立ちつくすだけで、避難の道を見つけようもない。

ふと気が付くと妻の横に、サルが座って、やはり土石流を呆然と見つめている。山が揺れ、壊れ、流れる事態に、命からがら避難してきたのだろうか。土石流が治まる。妻がサルに「止まったから、山にお帰り」と言うと、身をひるがえして姿を消した。

立野では平成24年の九州北部豪雨で土石流が発生、死者2人をだし、今回の熊本地震で発生した土石流で9世帯が巻き込まれ3人が亡くなった。山腹にある九州電力・黒川第1発電所の上部水槽（ヘッドタンク）が地震で損壊、土砂崩れと共に大量の発電用水が流れ下った、ともみられる。斜面崩壊と揚水流出が重なって、約8万㎥が土石流となって麓の集落に流れ下ったと推定されている。発生メカニズムは松田泰治熊本大学教授らの技術検討委員会で検討されている。集落の人々が避難し、空き家が多くなった立野地区をサルが悠々と歩き回っている光景が見られた。

同じ立野地区の上流、黒川右岸ではその6倍以上の土量50万㎥に上る土石が崩れ落ちる未曾有の斜面崩

九州最古の地震

九州最古、と言っても、あくまで、古文書に記録された地震ではあるが「筑紫国地震」が679年（天武7年）に発生している。日本書紀天武7年12月条に「是の月に、筑紫国大きに地動る。地裂くること広さ2丈、長さ3千余丈、百姓の舎屋、村毎に多く仆れ壊れたり」とある。

震源地は必ずしもはっきりはしないが、久留米市の水縄（耳納）山地北側の存在する水縄断層ではないかと見られている。国天然記念物、水縄断層は高良山のふもと、高良神社への山道登り口近く（久留米市山川）で、案内・説明板が立てられている。

水縄断層は耳納連山の北側麓で、久留米市山川から田主丸、うきは市吉井など東西26㎞に渡っている。西から追分断層など10の断層の連続で、縄文初期から7000年の間に3回の地震を引き起こした痕跡がある。

筑紫国地震の痕跡は、筑紫国府跡などから地割れ、液状化、版築崩壊した跡が発掘されている。断層沿いには噴砂現象、断層による引きずり、地割れなどが観察でき、北側が約1m、落ち込んでいる。

筑紫地震を引き起こした水縄断層（久留米市）

阿蘇国道維持出張所　柿木所長

壊が発生していた。国交省・熊本河川国道事務所の阿蘇国道維持出張所は黒川の上流、阿蘇市一の宮宮地にある。柿木文彦所長は本震発生の１週間前に単身赴任したばかりであった。宿舎を揺らす地震に、体感で「前震と全く違う」と感じ、停電のため、ペンライトを手に出張所に走るように急いだ。警察から「国道57号や阿蘇大橋が通れない」と情報が入ったが、被災の程度は分からない。確認のため、係長に巡回車で「現場に行ってくれ」。

一宮の道路維持出張所から阿蘇大橋まで、途中の路面に段差が生じ、のり面も崩れている。阿蘇大橋に近づくころ、Ｕターンしてくる車が次々と対向車線に現れた。阿蘇大橋の手前、立野で「通れなくなって引き返している」と言う。

危険を感じた柿木所長は、「どこかＵターンできる広場を見つけ、通行止め」にしてくれと指示を出した。Ｕターン地点は沿線の「うどん屋」の駐車場広場を活用させてもらうことにした。とりあえず熊本方面に向かう車両をストップさせ危機回避の手立てを打った。

立野住民が避難している大津市の仮設住宅

二次災害の恐れ

福岡の九州地方整備局対策本部から「赤橋（阿蘇大橋）が消えたという情報がある。確認が取れるか」の電話。Ｕターン地点の巡回車にさらに進んで現場への急行を指示した。しかし「斜面から鉄砲水が噴き出して、先に行けない」。現場警戒の警察官も「人間の生命に危険がある以上、通すわけにはいかない」という。停電であたりは真っ暗、国道維持出張所が立野地点での大土石流の発生、阿蘇大橋落橋などの被災状況がつかめたのは午前６～７時ごろになっていた。

その頃、九州地方整備局のヘリコプター「はるかぜ」が福岡から阿蘇に向かって、飛び立っていった。

阿蘇大橋付近の斜面崩壊は長さ７００ｍ、幅２００ｍに及ぶ大規模なもので、崩れ落ちた土石量は約50万㎥にも上ると推定されている。道路わきの斜面は緩やかな傾斜を持つ畑地だが、そこから急こう配となり、標高６６０ｍの外輪山の一部をなしている。地震によって、崩壊はその頂上付近から始まって一気に崩れ落ち、麓を並行して走るＪＲ豊肥線と国道57号を飲み込み、さらに阿蘇大橋の上にのしかかった。崩落土は右岸から左岸に向かって橋上を走ったとみられ、左岸側の橋のたもとにも土石が残っていた。

斜面崩壊の原因、実相は崩壊斜面がなお不安定で２次災害の恐れがあり、調査出来ていない。無人施工で崩落土の排土を行ったものの、崩落状況、阿蘇大橋の落橋原因などの本格的な調査は平成29年１月になってようやく始まった。

崩落土50万㎥のうち40万㎥は渓谷に落ちたとみられるが、斜面にはなお10万㎥が残っており、山頂部分には亀裂や残留土塊も見られる。２次崩落を防ぐ排土と、万一、２次崩落が発生した時、流れ下りを防ぎ止める「堰堤」２本が建設された。排土も築堤も作業員が現場に入れないため、雲仙火砕流地域の工事で開発された、無人のブルドーザー、バックホウなど重機を遠隔操作で動かす「無人化施工」が行われた。国道57号の復旧、阿蘇大橋の架け替え工事は、こうした安全確保の上で行われることになる。

被害抑えた砂防ダム

熊本地震によって、熊本・大分両県で１２５件の土砂災害が発生している。大半は熊本県（土石流等51、地すべり９、崖崩れ34）で、南阿蘇村では死者９人を出した。高野台住宅団地５人、立野・黒川沿い２人、火の鳥温泉地区２人。加えて阿蘇大橋周辺の斜面崩壊で通行中の大学生が亡くなった。

阿蘇地方は、これまで台風、集中豪雨などで頻発する土石流で大きな被害を受け、約３００の砂防ダムが建設されている。国道57号（阿蘇大橋）から分かれて約７㎞、同３２５号が夜峯山の麓・南阿蘇村中松に入る。地震で崩壊した土石が地震後の豪雨で土石流が発生、流れ下ったが、砂防堰堤（高さ８・５ｍ、長さ約59ｍ）が土石や流木をせき止め、下流の中松集落（84戸）を守った。

また、山王谷川では水量は多くなかったものの土石流が発生、約４万㎥の土石が約２㎞流れ下った。土石流は堰堤を越え、一部家屋を壊したものの、約半分の２万㎥を食い止め、被害の拡大を抑えた。南阿蘇村には他にも土石流発生の恐れがある危険個所が外輪山東～北斜面だけで19カ所もある。

人口減への拍車を恐れる

落橋した阿蘇大橋・国道57号も、被災した阿蘇長陽大橋・村道も早急な復旧が望めないと「村の分断状況」という重い現実は続く。深刻なのは立野の学童の通学だ。少子化による学童減で、3つの村立小学校が黒川左岸側の南阿蘇西小学校に統合され、立野地区の子供たちは橋を渡って通学していたが、隣接の大津町の学校へ転向を余儀なくされた。

また、村内の熊本側の高校に通う多くの生徒は通学の道を閉ざされた。う回路として「啓開」されたミルクロードを通学する生徒もいるが、国道57号からの車が殺到、渋滞が続き、夜の明ける前に自宅を出て通う生徒もいる。復旧が長期間にわたると、家屋の被災もあり、避難した家族はそのまま離村するのではないか、不安が村長の心に頭をもたげた。

1）人的被害

場所	死者数	重傷	軽傷
福岡県	0	1	17
佐賀県	0	4	9
熊本県	161	1,068	1,552
大分県	0	11	22
宮崎県	0	3	5
合　計	161	1,087	1,605

※死者数内訳（熊本県より報告　平成28年12月14日17時00分時点）
・警察が検視により確認している死者数：50名
・災害による負傷の悪化又は身体的負担による疾病による死者数：106名
（うち、市町村において災害弔慰金法に基づき災害が原因で死亡したものと認められたもの：102名）
・平成28年６月19日から６月25日に発生した豪雨による被害のうち熊本地震との関連が認められた死者数：５名

出典：平成28年（2016年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について（内閣府）
※平成28年12月14日18：00時点

2）建物被害

県名	住宅被害			非住宅被害		火災
	全壊	半壊	一部損壊	公共建物	その他	
山口県	0	0	3	0	0	0
福岡県	0	1	230	0	1	0
佐賀県	0	0	1	0	2	0
長崎県	0	0	1	0	0	0
熊本県	8,360	32,261	138,224	325	4,262	15
大分県	9	214	7,903	0	60	0
宮崎県	0	2	20	0	0	0
合　計	8,369	32,478	146,382	325	4,325	15

出典：平成28年（2016年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について（内閣府）
※平成28年12月14日18：00時点

学生は帰ってくるのか

南阿蘇村の人口は1万1972人（2010年）15年間で約2500人の減、高齢化率は30％を超えた。今回の地震と橋など道路の損壊が人口減に拍車をかけるかも知れない、との不安がつのる。「現在は住民票を村に残していても、これから先は―」（長野氏）。

村に活気を与えていたのが東海大学農学部と学生たち約800人の存在だった。黒川の左岸の下野、黒川、栃木地区には、学生アパートや別荘、下宿などが多かったが、激しい揺れでアパート倒壊や地盤崩壊が多発、学生の死者も出した。国道57号の利便性から東急ゴルフ場や温泉旅館や保養施設、ペンションなど立地していた。小高い丘陵に立つ京都大学火山研究所の裾野にあった住宅団地・高野台では緩やかな斜面にもかかわらず大規模な地すべりが発生、住宅を飲み込み、5人の死者を出している。

平成29年の新年を迎えても倒壊した家屋がそのまま残り、国道325号の赤いアーチ橋・南阿蘇橋も不通となっている。国道325号も南阿蘇橋は橋周辺の土砂崩れで不通、近くの日赤の保養施設には被災していた。「閉館」の張り紙が出されていた。その上の道路は全面、アスファルトが突き上げられたように破断され、亀裂は恐ろしいほど深く、谷に落ちていた。

南阿蘇村のマスコットのおばあちゃん
「90才ぐらい」とか

ガンバロウ立野

熊本市側から国道57号を走り、立野に入ると、民家の壁に「がんばろう、立野」と自らを奮い立たせるような文字が目に入る。阿蘇住民の命の砦だった阿蘇立野病院は再度の土石流発生の懸念から、

従業員の解雇、全患者の退院を求め、閉鎖をいったんは決意したが、住民の要望を受け、再開の可能性を探っている、という。

国道から阿蘇長陽大橋への村道をくだると、下り坂の道幅の4分の3が崩れ落ち、崖際を辿って橋のたもと近くに出た。橋と道路の間が崩落、橋がちぎれたようにコンクリート面を見せているが、長陽大橋は三本の橋脚を谷底にしっかりと立てて生きている。対岸の崖は一面、崩れ落ち、大橋に続く戸下橋は落橋、道路の上も下も大崩壊している。この立野峡谷の絶景を詠った与謝野鉄幹・晶子の歌碑が立つ小公園が、不思議に生き残っているのが見えた。

そうした悲惨な光景の中で、ブルートザが急斜面を這うように動き、復旧作業が続いていた。村と住民が窮状を何とか乗り越える道を、「平成29年夏までに復旧」と多くの作業者が昼夜兼行の危険な作業に当たっている。

柿本所長は地震直後から不通になった国道57号の緊急う回路・ミルクロード啓開に当たった。職員わずか4人の小さな道路維持出張所だが、職員の奮闘もあって、やれることはすべてやったと柿木所長は思う。「これまで道路建設の現場監督官を務め、現場経験を積んでいたことが幸いした。道路を何とかしなければ、と言う気持ちが私の頭と体を自然と動かした」。唯一怒られたのは、妻からであった。大地震と言っても「自宅に電話一つしない。家族がどんなに心配していたか」。弁解の余地はなかった。

「ただの村じゃなかよ」

外輪山を走るグリーンロードの展望台に、野良着姿のおばあちゃんの看板が立っている。「ただの村じゃなかよ」とおばあちゃんの台詞が書かれている。地震に負けるものか、とも言っているようだ。

南阿蘇村は平成の大合併で、三つの村が合併、人口は約1万2000人に上った。合併で誕生した全国初の村として話題となった。阿蘇山とカルデラの雄大な景観、白川水源など幾つもの、湧き出てくる清水、大渓谷、温泉など「国立公園満喫プロジェクト」（環境省）のモデル的存在だ。アジアからの観光客も多く、観光バスが列を作る、確かに、ただの村ではない。

◇　◇

南阿蘇村の被害は甚大で、死者19人（関連死含む）、家屋の全半壊は1500戸に近い。村への道路途絶で主力産業の観光は観光バスが消え、民宿などが休業に追い込まれ、廃業も。

農業のかんがい水路などが壊れ、牧草の野焼きもがけ崩れや道路破損で30％以上が見送られた（平成29年）。

村の存亡の危機、と言ってよい。しかし、復旧、復興へ「ただの村じゃなかよ」のがんばりをと、多くの人が期待し見守っている。「逆境だからこそ夢がある」と蒲島熊本県知事は、自からを奮いたたせるように言った。

素早く初動対応した奇跡の村

南阿蘇村の隣、西原村は本震（平成28年4月16日）で、益城町と共に震度7の地震に見舞われた。

阿蘇外輪山の外側に位置する村は、高齢者が多い孤立した集落を持つなど厳しい条件を抱えていたが、緊急事態が発生した時にどのような対応をするか、地域防災組織を作り、日頃から訓練を積み重ねてきていた。

訓練は本格的で、道路を塞ぐ故障車の除去から、つぶれた家屋の屋根に穴をあけ、中の住人を助け出す等、個人の家屋ごと、地域ごとの救出メニューを作り、自衛隊、警察、消防などの協力で発災対応型防災訓練を平成15年から続けていた。

今回の地震では発生時約40人が家屋の下敷きになり、9人が生き埋めになったが全員を救出できた。「やはり事前の訓練のおかげだった」が、教訓も残った。①今回の地震は、想定以上のもので、今後、訓練は大規模地震・災害発生に備えたものにする②飲み水は、湧水、地下水で十分と考えていたが、地震によって濁るなどした。③防災計画は豪雨など「風水害」と「地震」の2パターンが必要―などだ。

こうした日頃の訓練によって、村民の命を救うことが出来、「奇跡の村」と高い評価を得た。「日ごろの訓練が作った奇跡。日本一安全な村になれた」と日置和彦村長は胸を張っている。

同村では家屋の被害のほか、道路224、河川11、橋6カ所が被災しており。県道28号が途絶した状態となっているため、南阿蘇村などへは、う回路が建設されている。

救出のため開けられた民家の屋根（西原村）

第2節　リエゾン、テックフォース出動

全国から、駆け付け初期対応、専門家集団の技術支援

大災害では被災地救援をはじめ緊急な対応が必要だ。しかし、被災地の都道府県、市町村では，初動段階でのスピード感のある対応が難しいことが多い。被災地の地方自治体自身が被災したり、被災住民の救援で手いっぱいの状況で、特に道路など社会インフラが寸断されたケースでは、最近のように県域を越えた広域的な災害が多発した場合、全体の被災状況の情報収集、道路が寸断され、孤立した地域への「啓開」と呼ばれる救援ルート確保などは、人員、資材の集中的な投入が必要となる。単一の地方自治体の力では到底、及ばず、緊急対応できない。

約1時間後には熊本県庁到着

大きな災害の場合、県域を越えた、あるいは九州ブロック的な広域対応が求められる。その現地司令塔が国土交通省・九州地方整備局である。

国交省は最初に整備局から「リエゾン」チームを被災地に派遣する。リエゾンと言う耳慣れない言葉は、フランス語の「連携」「連絡」からきている。真っ先に、被災自治体に駆けつけ、被害情報を交換、全国からの救援輸送や復旧工事などの初動対応の進め方を協議する。熊本地震の前震（平成28年4月14日午後9時26分）から1時間10分後、熊本県庁に到着、熊本市にその10分後、震源の益城町には午後11時40分には現地入りして活動を開始している。

リエゾン治療という医療用語がある。重体患者が運び込まれた場合、診療科目を越えたチームが、患者の症状（情報）を見定め、どのように協働して緊急治療を行うかを決め、処置を次々に行って行く。患者を被災地に置き換えれば、連携して救援復旧に当たる緊急支援部隊だ。4月22日には熊本、大分両県21市町村に約60名のエリゾンが派遣され、ヘリコプターなどで収集した整備局の被災情報を伝え、どのような支援を自治体が必要としているかを聞き取り、整備局の災害対策本部に上げている。

上空からの情報収集は、被災情報と合わせて被災地へ向かうことが可能な道を見つけ出す事が中心だ。ヘリ情報と合わせて、熊本河川国道事務所が現地調査に向かい、それが17日の東海大学阿蘇キャンパスへの物資支援ルートの確保、国道57号の迂回道路にミルクロード、県道28号ではグリーンロードが被災を受けながらも、早急な迂回可能な道と判断、啓開、2日後の開通につながった。

専門技術者４００人が駆けつける

リエゾンに続いて技術支援部隊であるテックフォース（緊急災害対策派遣隊）が現地に到着した。沖縄から北海道まで本省、全国の各整備局の道路、河川、砂防、建築などの専門技術者と重機が動員され4月22日時点で約４４０人に上った。

大きな被害を受けた益城町に前震直後（15午前1時25分）、南阿蘇村には本震直後に入り、暗闇の避難所を投光器（照明車36台）で明かりをともし、応急対策の重機など83台が配備され、応急対応に技術支援を行った。

テックフォースは平成8年、国交省防災会議で創設され、災害初期対応の迅速化、専門家チームの集中対応、地方自治体への技術支援を行うことになった。これまでに、東日本大震災をはじめ、広島の豪雨災害など各地の被災地に出動、大きな役割を果たしてきており、熊本地震でも初期対応の主役となった。

道路啓開を進めるテックフォース

大規模災害復興法を初適用
国が肩代りで、復旧へ

復旧工事を国が肩代わり

5月10日、政府は閣議で熊本地震の被災地を大規模災害復興法に基づく「非常災害」に指定した。被災した地方自治体が管理する道路や河川などの復旧工事を国が代わって行うものだ。これによって県道28号の俵山トンネルや橋梁群、阿蘇大橋を含む国道325号（管理は熊本県）、阿蘇長陽大橋と村道などの復旧工事を国が肩代わりして、迅速な復旧に繋げる。

土砂岩石で埋まった国道57号

斜面崩壊の跡を調べるテックフォース

この法律は東日本大震災を踏まえて2013年に制定され、初めての適用となった。

大規模な斜面崩壊によって、大きく破損した国道57号の復旧工事は、当然、国直轄工事で本格復旧が図られるが、①同国道から分岐した国道325号の阿蘇大橋（落橋）②俵山トンネル、6橋梁など県道28号（熊本高森線）③南阿蘇村・阿蘇長陽大橋など村道（栃の木立野線）の災害復旧は、大規模災害復興法に基づいて国が県と村に代わって、国直轄で復旧工事を行っている。阿蘇大橋の復旧は道路法、他の2つの道路は大規模災害復興法（平成25年6月施行）に基づくものだ。

適用は今回の熊本地震が初めて。平成28年5月10日の閣議で決定された。同法は被害が大きい「特定大規模災害」に指定された場合、国が復興方針を策定するとしているが、熊本地震はそれに次ぐ「非常災害」と位置づけ、適用された。

まず俵山トンネル復旧

特に、復旧が急がれたのは県道28号の俵山トンネルルートで、う回路となっていた広域農道のグリーンロードが冬季、降雪、凍結の恐れがあるため。まず6月末には俵山トンネルの復旧工事に入り12月末までに復旧させ、残る大切畑大橋など6橋は復旧に長期間が必要と判断、橋を迂回して俵山トンネルに繋ぐルートを建設した（12月24日開通）。

村を分断してしまった阿蘇大橋の落橋と阿蘇長陽大橋の損壊。阿蘇大橋は新橋建設に歳月が必要なため、橋台などが損傷したものの、橋梁自体は残った阿蘇長陽大橋と村道（栃の木立野線）を平成29年夏までに復旧することになった。

開通した俵山トンネル

この村道は戸下橋（橋長約30m、2径間）が落橋しているうえ、道路の上部、下部の急崖が大きく崩壊しており、難しい工事になるが、復旧工事のピッチを上げ開通させることにしている。この道路は立野ダム建設の工事用道路として建設され、旧村道の上に架橋するなどして、白川渓谷沿いを走り、南阿蘇村役場などと立野地区戸を結んでいる。

村は早急な復旧を求めて、国に直轄工事を要請、承認された。「立野地区が村から分断されたままでは、救援、支援事業が円滑に進まず、小学校への通学も出来ない状況が続く。何とか国の力で復旧してほしい」（長野敏也村長＝当

第3節　インタビュー長野敏也氏 熊本県南阿蘇村村長（当時）

プロフィール
昭和20年9月29日生まれ、昭和41年南阿蘇村役場に入庁、民生、総務課長、助役を経て平成15年村会議員、同21年村長初当選、熊本地震当時村長、2期務めた。71歳。

長野南阿蘇村　長野村長（当時）

――南阿蘇村は阿蘇カルデラの南側にあり、今回の熊本地震で大きな被害を受けられました。

長野村長　想定外の大被害でした。地震による直接死は16人、関連死（3人）を含めると死者19人、重軽傷者82人、学生アパートの倒壊、一般家屋の全半壊1400戸以上に上ります。4月14日の前震はマグニチュード6・4、震度5弱でしたが、16日の本震はM7・3，震度6強で大変な揺れでした。さらに6月の豪雨が追い打ちをかけ地震の影響と合わせて農業用水路が破壊され、大きな痛手でした。それまでは阿蘇山の火山性地震はありましたが小さな揺れで、それでエネルギーが発散されて大丈夫だろうとー。こんな大地震が来るとは、夢にも思いませんでした。

「道は繋がってこそ」

――加えて道路網の被災が大きかったですね。

長野村長　今回ほど道路が繋がっていることがいかに、地域、村民の暮らしにとって重要なことか思い知らされました。村内の道路は大きな亀裂や段差が発生して壊れ、被災者への対応もままなりませんでしたが、加えて、国道57号、阿蘇大橋の落橋を含む同325号の被災、俵山トンネルなど県道28号の途絶など基幹道路やJR豊肥線等、県都・熊本市への道路・交通網の被災は、救援、復旧をはじめ観光ルートも含め村には深刻な打撃です。何しろ行き来できなくなったのですから大変なことです。今、国が直轄で総力を挙げて、う回路、基幹道路の復旧工事を進めていますが、昼夜を問わず24時間の作業で、現場の作業員の皆さんに頭が下がる思いです。

――そんな村民の皆さんの気持ちが「ありがとう」の立て看板となったのですね。

長野村長　これまでは道路ばかり造って、と言う批判が村民の一部にあったのは確かです。例えば「他のことをすべきだ」の声も聞こえてきた外輪山の山腹を走る道路、グリーンロードでしたが、もし、造っていなかったら、1本の道路もなかったわけで、村は一体どうなったことかと思います。

――南阿蘇村へのゲートウエイであり、ランドマークだった阿蘇大橋が落橋しました。

長野村長　あの橋が落ちた、と聞いたとき「まさか」と信じられない気持ちでした。国道57号から分岐して南阿蘇村に入る大切な橋でしたから。その下流の阿蘇長陽大橋も不通となり、立野地区（約340戸）への道が閉ざされ、村が分断されました。全く行き来できなくなってしまったのです。かつては役場から15分もあれば行けたのにう回路を使って1時間以上かかる状態となったため、避難対応、復旧へ向けての連絡、対策など申し訳ないけれど、思うようにいかないことが多々ありました。

――現在、立野地区はどうなっていますか。

長野村長　依然として、2次災害の恐れが残っていますし、立野地区には避難場所がない。そこで隣の大津町の仮設住宅を造り、多くの人が避難生活を送っておられます。地震発生当時は、かなりの住民が、もう立

――これまでも村は人口流出が続いてきましたが、それに拍車をかける恐れがありますね。

長野村長　ですから、阿蘇大橋の下流にかかっている阿蘇長陽大橋の復旧を急いで、とお願いしています。幸いあの橋は何とか地震に耐えてくれており、橋への取り付け道路などの傷みが激しいのですが「来年の夏までは何とかと通れるようにしたい」と国交省は言ってくれていますので、本当に期待しています。

　国の対応の早さには感謝しています。また、先日、現地を見学させてもらったのですが、俵山トンネルなど県道28号の復旧も国が進めており、トンネルを昼夜兼行の作業で早期に補修し、被災した橋梁の場所では回路を造成していただいています。グリーンロードは冬、凍結しますから危ない。それで平成28年暮れまでに開通させていただきました。これで村から2本の道路が通ずることになり、本格復旧まで何とか繋ぐことが出来そうです。

――阿蘇の大自然を生かした観光が人気でしたが、現在は観光バスを村内で多く見ることはありません。村再生にとって大きな課題ですね。

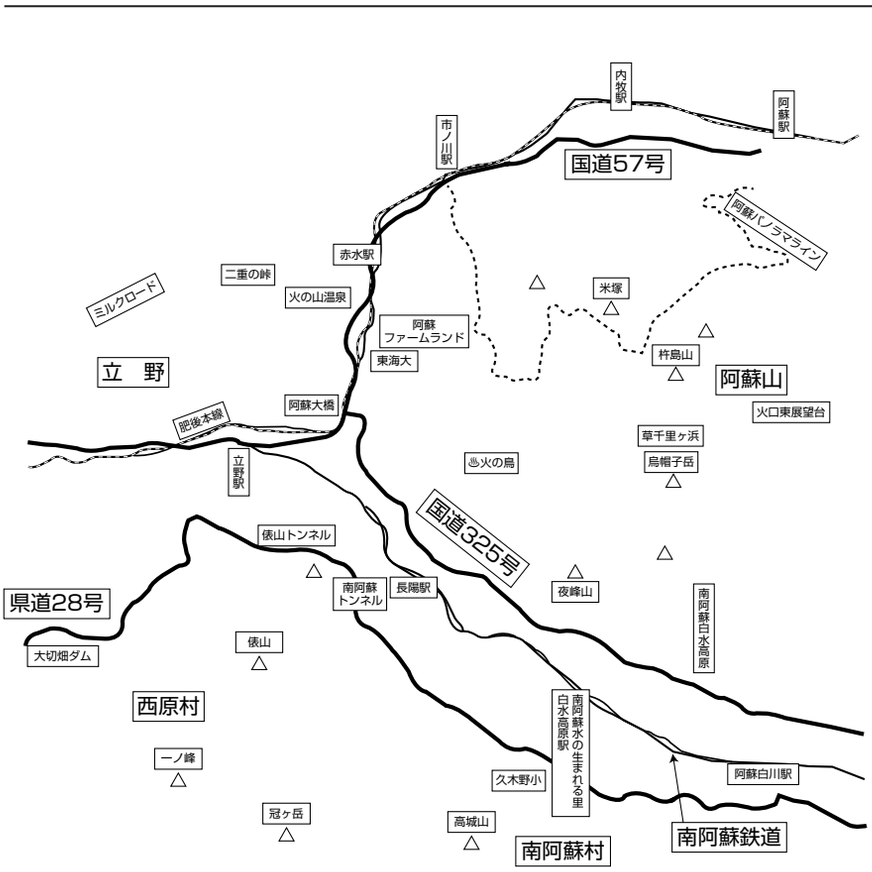
長野村長　観光が復旧すると、復興にも弾みがつくのですが、旅行業者の話だと、道路や橋がこのような状態だと、旅行行程が組めない。まだ危険個所が残っており、事故などが起こったら大変だ、と。大体、年間７００万人の観光を中心に入り込み客がありましたが、震災後はその１割にも満たないでしょう。２０２０年の東京オリンピックまでには完全復旧を期待しています。

――今後の復興計画について。

長野村長　平成28年度の村の当初予算は総額73億円ですが、10月の補正を加え２１１億円にも膨れ上がっています。財政は極端に悪化しており、人口流出も止めたい、農業も復旧したい。平成30年までを復興期として道路など社会インフラを復旧し、平成32年までを再生期として本格的復旧、それ以降を発展期と位置づけしています。国、国民の皆さんの支援あり、何とか復興の道を歩き続けたいと思います。

全国から寄せられたはげましの寄せ書き
（南阿蘇村役場）

野には帰れないのでは、と思っておられたようですが、最近は少し気持ちが落ち着かれたようです。しかし、問題は、水道が復旧していないことです。東海大グラウンド北側（黒川左岸）に水源地があり、そこから阿蘇大橋の上流で川を渡って右岸の立野地区の送水していたのですが斜面崩壊で破壊されました。



南阿蘇村

人口　１１９７８人（２０１０年国勢調査）。１９７０年には１３０８９人を数えたが、過疎化、高齢化が進んでいる。平成の大合併で、久木野村、長陽村、白水村の３村が合併（２００５年）、平成の大合併で全国最大の「村」となり、話題を集めた。村、をあえて名乗ったのは阿蘇の大自然の中にあることを誇る村民の気持ちを表現するため、とされている。

位置　阿蘇カルデラ南部に位置し、阿蘇五岳と外輪山に挟まれた南郷谷、素晴らしい景観を持っている。村のほぼ中央を白川が流れ、カルデラ北部を流れてきた黒川と立野火山瀬で合流、熊本平野に流れ下る。

自然　名水百選に選ばれた白川水源をはじめ、多くの湧水源があり「水の生まれる里」として、訪れる人が多い。一心行桜をはじめ、数鹿流ヶ滝、立野渓谷、垂玉温泉、地獄温泉などが有名。

断層地震「変異の急変帯」

熊本地震は、熊本～大分にかけての断層群が引き起こした「断層地震」だった。前震（平成28年４月14日）では日奈久断層、同16日の本震では布田川断層と、それに連動する形で別府万年山断層が横ずれ断層運動を起こした。震源は日奈久断層と布田川断層の合流点周辺で、深さ11～12kmとされている（地盤工学会）。熊本地震が引き起こした地表の変異は、国土地理院が人工衛星などの映像から、布田川断層沿いの益城町～南阿蘇村河陽間に「変異の急変帯」が観測されると発表している。

断層の動きを如実に表しているのが、地上表面にできた「割れ目」で、最大は益城町堂園での横ずれ２ｍもの亀裂だった。この断層の横ずれが建物を破壊し、大規模な斜面崩壊を引き起こした。平野部では田畑に長い亀裂がはっきりと表れ、地表がずれていることがわかる。こうした地震断層は長いもので数１００ｍもあり、並行的に割れ目が走っていた。

断層が３本確認されている震源地・益城町を中心に布田川断層沿いの西原町、南阿蘇村では建物の地盤が横ずれして、倒壊した例が多くみられ、同断層の北端とされる南阿蘇村河陽地区などでは、学生アパートの基礎地盤がずれて倒壊、近くの高野台団地では斜面崩壊を引き起こし、住宅団地に大きな被害と死者を出した。

断層の動きを示す「大地の亀裂」は農地や宅地、道路の復旧が進むにつれ、消えてゆくため、日本活断層学会などでは熊本地震の「断層保存」を、地震の状況、被害との関連の研究、さらには防災の実物教育に役立てたいと要望している。益城町ではすでに同町杉堂の神社横に生じた長さ約20ｍの亀裂を「文化財」に指定。阪神淡路大震災の野島断層は断層の亀裂（国天然記念物）を上屋で覆い、保存、展示している。

大地を割るように亀裂が走った

第4節　救援拠点になった道の駅

「道は繋がってこそ」
被災を越えて、地域と連帯
トイレ、炊き出し、支援物資の配布

国道57号線沿いに、道の駅「大津」はある。九州道・熊本ICから約13㎞、大津町の東端、南阿蘇村立野との境界に近い。平成28年4月14日の前震、16日の本震のダブルパンチで物産館店内は棚が倒れ、商品が床に投げ出されるように散乱、店員15人の内、半数が被災して出勤もままならない状態だった。駅長の上野賢一（56）は「どうしたら店を再建できるか」で頭がいっぱいになった。

う回路の案内をする上野駅長（道の駅・大津）

約１００台の駐車場は、避難してきた車で満車状態。止まらない余震を恐れ、自宅は勿論、避難所でも不安が残り、ペットなど家庭の事情もあって、車中泊を選んだ人たちだった。困ったのは、トイレだった。断水で流せないが、次々と利用者が来る。従業員がその度に掃除に行くが、とても追いつかない。それを伝え聞いた国交省九州地方整備局から簡易トイレ６基が届けられ、ようやく一息ついたのは18日夜になってからだった。

炊き出しと道案内

阿蘇の赤牛料理が自慢のレストラン「よかよか」店長、松浦健（30）が、「困った時はお互い様」とレストランを開放、無料の炊き出しを始めた。肉野菜炒めの丼に豚汁を１０００食。「前の水害時に、店が多くの人の支援を受けた。恩返しの炊き出しです」。道の駅には「すごい人が来て」長蛇の列が出来た。

道の駅で新鮮野菜を売り出している近郊農家の人たちも「被災者に食べてもらって」と協力の申し出が続いた。農家の呼びかけで、福岡の８会社からブルーシート、飲料水、離乳食などの支援物資が届いた。滋

自衛隊の前進救援基地になった「あそ望の里・道の駅」

賀県の道の駅からはコメ３００kg、テッシュ、おむつなどが届けられ、支援募金箱も設置した。「一番人気はブルーシートでした」と上野。

南阿蘇村の「あそ望の郷くぬぎ」では避難者の駐車場として活用されただけでなく16日から１週間、７４００食の炊き出しを行ったほか、救援活動に村に入った自衛隊救援部隊の拠点の一つとなった。

道の駅「大津」から阿蘇への国道57号は斜面崩壊で途絶、阿蘇大橋も落橋してしまった。道の駅のすぐ近くから阿蘇市へのう回路としてミルクロードが「啓開」されたが、２車線で夕刻を中心に激しい渋滞が続いている。道の駅まで来た運転者が、う回路や道路被災の状況を尋ねることも多く、駅内に案内ボックスを造り、ロードマップ（阿蘇地域アクセスロードマップ）の配布も行った。

国道57号のう回路はミルクロード１本しかなく、片道１車線。事故があれば大渋滞となる。目的地までの時間が読めないことが、運転者を困惑させている。「道がない。道が繋がっていないことなど、これまで考えてこともなかった」と上野は苦笑する。同時に、道の駅の原点も再認識させられた思いだ。休憩施設の提供、地域連携、道路情報の発信という本来の機能を、災害時も、平時も果たせるように、心がけることである。

「打って出る」戦略

救援拠点として、多くの役割を果たした道の駅だが、国道57号をはじめ阿蘇周辺の関連道路が寸断され、復旧に長期の期間が必要と見られため、道の駅の経営は厳しくなっていった。道の駅「大津」だけでなく「阿蘇」「あそ望の郷くぎの」などの売り上げは軒並み落ち込み、かきいれどきの５月のゴールデンウイークも来客は平時の25％から多くて50％に過ぎなかった、と言う。

道の駅「大津」は、被災した子供たちを元気づけようと「ヒーローショウ」を行い、「元気を支援」と地元紙に報道された。しかし、道の駅の経営は苦しくなるばかり。

上野が考えた再建策は「打って出る」ことだった。

「道の駅大津は元気で営業しています」と、福岡市を中心とした出張販売だ。６月に入って福岡市役所前広場で「熊本観光と物産展」（６月３～５日）博多駅前広場で「道の駅大津・小国物産展」のほか長崎県・大村でも地元の祭りに合わせて「出張」した。九州大学芸術工学部の学生は学園祭で出張販売してくれ、博多駅前の販売にも応援に駆け付けてくれた。これらの出店には国土交通省、福岡市など自治体、企業の全面支援があった。

「痛みにうずくまることなく」

道の駅での売り上げが落ちることで、近郊の農家の野菜販売が打撃をうけた。上野は大津の農家が特産のサツマイモを「穴を掘って地中に２か月も寝かせ甘みを増す手間を、愚直に続けている」ことを知っていた。大津町の芋農家２代目が「イモセガレブラザーズ」を結成、商品開発に努力していた。この大津のカライモを売れないか、と考えた。それがお菓子「熱いも」の福岡販売に結び付いた。好評だった。「改めて、自分たちの強みを再認識しました。国道57号などが復旧し、全てが再開されるときまで、今、良い準備して、花を咲かせたい」と上野は思う。

希望は捨てない

「７月には預金も尽き、経営資金がショートするのではと、居てもたってもおられなかった」。何とか経営危機は脱したが、その後も売り上げは20％減の状況だ。しかし、将来への希望は持っている。

「災害は道の駅にとって、大変な打撃だった。しかし、その痛みにうずくまるのではなく、速めに気持ちを切り替えたほうが良い。どうしようかと思い悩むより、自分の方から一歩踏み出して、協力を訴える。発信する。言えば、みんな必ず答えてくれる。日本人は捨てたものではない、と思います。東北の道の駅の皆さんは、今度はこっちが応援する番だ、熊本は我々に比べて早く復興するよ、と励ましてくれます。深夜の地震だったが火災もなく、また福島のように放射能もないのだから、と」。

情報発信の基地として

熊本県には「大津」を含めて30駅と「道の駅」が多い。九州１２７駅の約25％を占めている。阿蘇地方とその周辺の道の駅は、それぞれ防災拠点となった。「あそ望の郷くぎの」は南阿蘇村の中心にあり、支援物資の配布拠点となり、販売している野菜、コメなどで炊き出し。アウトドア用具の店がテントを無料貸し出し、駅内芝生公園に黄色いテントが並んだ。また、自衛隊が救援基地として、炊き出しや食料配布、広い敷地を使ってヘリコプターの離発着も行った。

「大津」同様、「阿蘇」「きくすい」など各道の駅は、道路情報の発信基地となった。地震直後はチラシで案内したが、ＳＮＳなどで道路情報だけでなく、炊き出しなど支援情報も発信、特に「小国」には駅内にＦＭ局を置いており、支援、救援情報などを発信し続けた。（敬称略）

第２章　熊本地震・震撼する熊本県

第１節　阿蘇への道を探せ
第２節　①　「はるかぜ」が飛んだ。
　　②　救援、復旧へ、初動対応
第３節　道路啓開　ミルクロードとグリーンロード

伝承の言葉

「教訓は失敗がなければ生まれないものだろうか」
（太田一也・九州大学島原地震火山観測所長。雲仙普賢岳の火砕流で41人の犠牲者を出して）

「自然界は地震計に比べると地震を大雑把にしか記録しないが、代わりに、地震計が存在しなかった時代の地表をも記録している」
（松田時彦、地震・地質学者、東京大学教授の後、九州大学教授）

阿蘇大橋を落橋させた斜面崩壊。渓谷の両側も崩れ落ちて、谷は40万㎥の土石で埋った。

現場から

熊本地震発生直後から、ボランティア活動を続けた
ＮＰＯ法人・自然を愛する会会長（熊本市）
阿南　誠志さん

「思いもかけない熊本地震が発生、最初は炊き出しなどの支援をしましたが、５月からは震源の益城町（赤井地区）に入り、活動をしました。地震で壊れた家屋の屋根にビニールシートを張り、雨漏りを防ぎ、被災住民方々が暮らせるようにする作業です。我々、自然を愛する会メンバーには日ごろ培った登山技術がありますから、高い屋根の上の作業にはその技術が生かせます。自分に出来ることを、今、出来ることから始めるのが我々のモットーです。

東日本大震災でも我々メンバーはあちこちで活動しましたが、今回は赤井地区に活動を集中しました。毎日同じメンバーがやってきて、信頼関係が生まれ、住民の方々も安心して家の中に入れることが出来ます。一緒に田植えをし、稲刈りをし、最後に実ったお米で〝感謝祭〟をして、11月活動を締めくくりました。一カ所に拠点を設け、常駐して活動を続けたことが、信頼感を生み、お役にたてたのかな、と思っています」

第1節　「阿蘇への道を探せ」

「赤橋（阿蘇大橋）の落橋」に愕然
県道28号のトンネルも橋も……。

平成28年熊本地震は、熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村など熊本県中央部で、震度7の激震が2回連続で襲い、大きな被害を与えた。震源から水面に出来る波の輪のように、大地の揺れが広がり九州全域をはじめ、中国・四国地方にまで広がった。この直下型地震によって、大分県などにも誘発地震が発生したほか、余震が強く長期に続き、6か月間で4000回（震度1以上）越すなど、過去に経験のない地震となった。

震度7は阪神淡路大震災（1995年1月）、新潟県中越地震（2004年10月）以来の強い揺れであり、直下型地震の同一地域で連続2回の地震で、強震動と最大2mの地表断層変位によって、震源の同県熊本地方を中心に、家屋倒壊はじめ、道路、河川港湾など社会インフラや水道ガス、電気などライフラインも寸断された。

「阿蘇への道はとざされた」―県道28号は地震で橋が動き破壊された（大切畑大橋）

熊本県は発生直後、県災害対策本部を立ち上げ、県庁内に政府現地対策本部を設置、指揮命令系統を確立。自衛隊に出動要請を行うと共に、被災者の救済、社会インフラの早期復旧に全力を挙げた。同県土木道路保全課の長井英治課長は、本震の16日午前1時26分の発生の1時間後には県庁に登庁していた。第1報は「阿蘇への侵入路が全て閉ざされている」だった。阿蘇への道は国道57号と県道28号がある。阿蘇振興局など関係部局に被害の状況調査、把握を指示。夜明けと共に、道路の地割れ、段差などが次々と入ってくる。それを地図に落としてゆく。

平成24年の九州北部豪雨の際も、インフラに大きな被害が出たが「その時は、局部的で、これほど被害が広範囲に及んでいるのは初めての経験だった」。最初の全面交通止めは県下111か所にも上った。とにかく阿蘇地方へ向かえる一番確実な道はどこか、それを見つけなければ、阿蘇の被害状況も分からず、救援にも向かえない。17日までに応急復旧工事を行い25カ所を、5月16日までに78カ所、7月16日までに87カ所の通行止めを解除することが出来ている。

国交省九州地方整備局からヘリコプターで撮影した写真の提供を受けた。大動脈の国道57号の南阿蘇村立野で、阿蘇大橋が斜面崩壊で消えており、東海大と周辺の学生マンション、高野台団地がなどが地すべりでめちゃくちゃに壊れていた

特に、国道57号の斜面崩壊は衝撃を受けた。北側外輪山の斜面ではあるが、道路際は段々畑で穏やかな勾配となっており「誰も、危険地帯という認識はなく、豪雨が来ても大丈夫だろう」と安心していた地点だった。崩落した土石は阿蘇大橋の上を走って対岸まで到達していた。橋は途中から折れ、右岸側の半分は渓谷に落下、左岸側は急崖に宙吊りとなり、ぶら下がっていた。

続く南阿蘇橋は、橋自体は「しっかりと」残っているものの，支承のボルトが折れ、橋の取り付け道路は地割れて、到底通れる状態ではなかった。阿蘇長陽大橋も橋は自立していたが、取り付け道路は両岸とも

大破した。「国道57号側立野からの南阿蘇村への道は全て閉ざされてしまった」。

俵山トンネル崩壊の一報

一方、熊本空港、西原村から南阿蘇へのルート・県道28号は、早朝「俵山トンネルに変状あり」の情報で、直ちに全面通行止めにした。16日、明るくなってトンネル内の実情が入ってきた。トンネルはそのアーチ型の形態から地震に強いとされてきたが、俵山トンネルの場合、本震を引き起こした布田川断層が近くを走っていて、内部が崩落している、と言う。「中越地震と同じように、トンネルを造り直さなければならないのか」と、一瞬、頭をよぎった。後の詳細な被災調査で、復旧できるとされ、損壊した6つの橋のう回路造成と俵山トンネルの早期復旧で12月末には南阿蘇村への通行は可能となった。

阿蘇への観光ルートは、この県道28号と国道57号、菊池渓谷を経て阿蘇へ入る県道45号が中心だが、そのいずれも大きな被害を受けた。

国道57号から分岐する阿蘇大橋と国道325号と俵山トンネルを含む県道28号（熊本高森線）について5月9日国の権限代行による復旧を要請した。

滝室坂が生きていた

国道57号のほか熊本市、御船町と大分、宮崎県を結ぶ国道218号、445号ともに土砂崩れによって横断道路全てが途切れてしまった。一刻も早く支援物資を被災地に運ばなければならない、広域支援のルートが塞がれたことになる。ことは重大だった。南阿蘇への道は、大津からミルクロードを迂回して阿蘇市から南阿蘇へ入るルートを「啓開」しなければならない。

八方ふさがりの中で、国道57号の難所、滝室坂が「生きている」ことが、救援ルートとなった。滝室坂は熊本県と大分県の県境にあり、東外輪山に位置するが、九州北部豪雨（平成24年7月）で、土石流などで11か所が被害を受けた。1年8カ月をかけて、道路補修と洞門（ロックシェッド）などを完成、強靭化されていた。

コンクリが崩れ落ちた俵山トンネル

「みんなの家」づくり

熊本県は昭和63年から木造りの「みんなの家」建設を進めてきた。今回の地震でも、80戸以上の仮設住宅では集会場として「みんなの家」を建てた。熊本アートポリス・コミッショナーの建築家伊東豊雄氏の設計で、平成24年の九州北部豪雨で大きな被害を受けた阿蘇地方で、最初に造られた。建築期間はわずか1か月で、住民の意見を取り入れながら、「安らぎの場」として、また、避難している人々の話し合いの場として使われてきた。また、東日本大震災でも東北支援の一環として立てられた。

震度7の地震に2度も見舞われた益城町の飯野小学校仮設住宅の「みんなの家」は、木造平屋約40㎡で、段差のない大きな縁側と畳敷きで、気軽に利用できる。集会所は60㎡でやや広く造られている。木山架設団地の「みんなの家」の開所式には、人気者クマモンと共に伊東氏も出席した。日本財団「わが町基金」を活用して建設されている。

緊急輸送道路は機能したか

大分臨海地帯に石油精製所があり、熊本地震でも通行止めとなることなく、復旧の活動する重機類のガソリンなど燃料供給に大きな役割を果たした。

大分県竹田市が阿蘇救援の基地となり、滝室坂を下って阿蘇カルデラ内の被災地への物資運搬、被災者救済のボランティアの派遣拠点となった。海上自衛隊の輸送艦、海上保安庁の巡視船が大量の支援物資を積載して大分港や佐伯港に入港、そこから阿蘇地方への陸上輸送ルートとなった。

その一方で、熊本県には「緊急輸送道路」は高速道路、国道、県道など約2000㎞が指定されていたが、約50カ所が交通止めに陥った。順次解除されたものの、その名称通り緊急輸送の機能を果たさず課題を残した。

国道57号の東バイパスは熊本ICから市内に向かうメイン道路の一つだが、ビルが倒壊して3車線のうち2車線が通行止め、大渋滞になった。熊本河川国道事務所は急遽、中央分離帯を削って1車線を確保、2車線を通行可能の緊急措置をとった。また、震源に近い益城町では道路に家屋が倒れ掛かり、道路を塞いだ。道路管理者が除去しようにも所有者の

了解なしでは出来ない。「緊急の場合、何らかの法的措置が必要ではないか」と熊本県土木部は問題提起している。

また、震災後、国道3号の大渋滞が発生した。九州道植木IC以南が不通となったため、同国道に車が殺到した。通行可能な道路の情報伝達方法も確立されていないことから、鳥栖の物流センターから支援物資を運ぶ搬送トラックは高速道路を降りてからの被災地への搬送可能なルートがセンターから指令できず、ドライバーを困惑させた。救いはパトカーの誘導だった。また、熊本市東西のバイパスの整備は進んではいるものの、震災時点では西環状線が未完成で、道路ネットワークの充実が求められた。

山体崩壊の島原大変肥後迷惑

熊本地震による50万㎥の土石が崩れ落ちた南阿蘇村立野・阿蘇外輪山の斜面崩壊は大きな被害を残したが、「島原大変肥後迷惑」と呼ばれる長崎・島原の眉山（天狗山・標高708m）の山体崩壊は災害史上最大の被害を出した。1792年5月21日（寛政4年）、雲仙普賢岳の火山活動に関連すると思われる地震によって、眉山は「大砲」の様な地鳴りを立てながら、南側山裾のから地すべりを起こし頂上に向かって崩壊を始めた。

崩落土石は3億4000万㎥と推定され、崩れた土石は島原城下のほぼ半分を壊滅させ、有明海に流れ込んだ。大量の土砂が一気に海に流れ落ちることによって大津波が発生、対岸の熊本沿岸に押し寄せた。津波の高さは現在の熊本市沿岸で15～20m、三角で22・5mにもなった。津波に飲み込まれて、熊本地方（肥後）での死者は5000人以上、島原地方で1万人を超えた。

島原港にフェリーが近づくと、美しい小島群が見える。

「九十九（つくも）島」で、眉山の崩壊によって海に流れ込んだ土砂が、島を形作って現在に残って、素晴らしい景観となっている。また島原市内には地元の人が「流れ山」と呼ぶ、小さな丘が幾つか見られるが、眉山崩壊で流れてきた土石が陸上部に残ったもので、島原の海岸線は約1km前に出たという。

雲仙普賢岳から流れ出る溶岩―災害は繰り返される

第2節① 「はるかぜ」が飛び立った

阿蘇大橋が消えた
衝撃の光景―あるべき所にあるべきものがない

熊本地震の本震が襲った4月16日未明（午前1時25分）から5時間近くがたった午前6時過ぎ、夜明けを今か今かと待っていた国土交通省九州地方整備局のヘリコプター「はるかぜ」が福岡空港を飛び立ち、一直線に甚大な被害を受けた阿蘇地方に向かった。乗員4人、その中に同局道路部の橋山雅俊交通対策係長が加わり、搭乗した。熊本市と阿蘇地方をむすぶ基幹道路・国道57号、阿蘇大橋の被災状況を中心に道路被害を確かめる役割を担っていた。

山頂から斜面崩壊、一気に崩落して国道57号阿蘇大橋を飲み込んだ（現場上空から）

「それは衝撃だった」

「はるかぜ」は熊本市へ流れる白川下流から、川に沿って立野火口瀬の渓谷から白川上流に向かった。川沿いを白い国道57号の線が見える。黒川に入り、橋山係長は上空から地上を見つめ続けた。かつて白川に建設される立野ダム工事事務所に平成4年から6年間勤務したことがあり、このあたりの地形、景観には「慣れ親しんでいた」。深く美しい渓谷、石柱が並んだような柱状節理の急崖、白川沿いの山には天然記念物の原生林、白川と黒川の合流点には阿蘇長陽大橋、何より、かつて赤橋と呼ばれた阿蘇大橋がアーチを描いて黒川の渓谷を渡っていた。

だが、眼下に見える黒川と渓谷の光景は異様だった。右岸の山の斜面が大崩壊して土石が流れ下り、大量に渓谷の底に落ちている。しかも、あの阿蘇大橋が消えている。「あるべき物が、あるべき所に無い異常な光景」であり「それは衝撃でした」。阿蘇大橋は、国道57号から同325号に分岐する地点に架かり、この大橋を渡って南阿蘇村の中心部につながっている。下流の阿蘇長陽大橋は白い橋脚で立っている。奇跡的に落ちてはいない。

ヘリ「はるかぜ」には衛星回線を通じて映像を福岡市の九州整備局対策本部に送るヘリサットが搭載されている。同局9階の対策本部にはモニター画面が壁一面に並び、はるかぜからの画像が撮影と同時進行で映し出している。安部宏紀総括防災調整官には、阿蘇大橋が落橋したという情報は、本震発生後しばらくして入っていたが、直後、現場に急行した阿蘇国道維持出張所員も通行止めで、直接、確認は出来ずにいた。また、他の橋についても、落橋の未確認情報が飛び交い、対策本部としてその一つひとつを映像で確かめる必要があった。

落橋を映像で確認

安部総括防災調整官は「はるかぜ」から送られてくる画像で落橋を確認すると、さらに周辺の映像を送信するよう橋山係長に指示した。

被災地へ飛び立つ「はるかぜ」

画像モニターは、信じられないほど大規模な斜面崩壊の現場を映し出しながら、国道57号の被災状況をくまなく映してゆく。阿蘇大橋の架橋地点からすぐ上流の国道57号の路肩がやはり斜面崩壊で崩れ落ちている。よく見ると、斜面中腹にある発電送水路が崩壊した土砂で埋まり、水が斜面を流れ下って「国道に流れ込んでいる」。水が流れ続けば、土石流化し、道路破壊はもっと広がると判断、九電に送水ストップを要請した。危ないところだった。

災害対策本部の「目」となって

地震発生は前震が14日午後9時26分、本震が16日午前1時25分。いずれも夜中であり、停電も重なって、周辺住民にも目撃者はほとんどいない。阿蘇大橋の落橋では、左岸の橋のたもとに一軒、民家があった。住人は前震の段階で避難、左岸側の住宅は地震の揺れと地すべり等によって倒壊の被害が広がっており、国道325号の阿蘇大橋の手前の赤い南阿蘇橋は落橋はしなかったが道路が崩れ落ち、直接、阿蘇大橋には近づけなかった。そんな状況から、落橋情報は様々に飛び交っていたのだ。

国道57号は斜面崩壊によって、幅300mに渡って土石に埋まっていた。国道325号への分岐点になっていた阿蘇大橋は消えた。その上流と下流の両方で、道路は欠壊して、到底、短期間で復旧は不可能であることが分かった。想像もできない事態だったが、それが現実であることを、ヘリからの生々しい映像は突き付けていた。

現場に指示を送る九州整備局災害対策本部

う回できる道路はどこだ。

ヘリ「はるかぜ」の任務は、阿蘇大橋の落橋確認だけではない。

国道57号が途絶した現実を突き付けられた以上、それに代わって熊本～阿蘇を結ぶ道路を見つけなければならない。被災しているとしても、早急な復旧によって、う回ルートとして「啓開」する。

橋山係長は、対策本部からの指示に従って、途絶した国道57号の代わりに、使えそうな道路捜しにヘリを旋回させた。熊本市につながるカルデラ盆地内の道路はないか。しかし、上空からは段差やうねりなどは発見しにくい。このため、走行中の車を上空から追跡して行く。何らかの道路障害があり、通行が不可能になればその車はUターンして、引き返してゆく。それで道路の異状は推定できる。

JR豊肥線の赤水駅近くの踏切に列車が立ち往生して道を塞いでいる。この道は、ミルクロードに繋がっており、早急な移動をJRに要請することになった。ヘリから撮影された映像は衛星回線を通じてリアルタイムで国土交通省、地方整備局に送られる。ヘリは、災害対策本部の「目」なのだ。整備局から光ファイバーネットワークで防災関係機関、自治体等に送信された。被災情報の共有は、特に初動の救援活動に欠かせない。

被災現状がつかめれば、リエゾン（現地情報連絡員）と、「テックフォース」の派遣場所、特に「道路啓開チーム」の人員と機材への出発指示が可能になり、初動体制が動き出す。

昼夜兼行の整備局派遣の道路啓開チームによる工事監督、技術指導によって4月22日、大型車が通行可能なミルクロードの復旧は完了した。

崩落土に埋った黒川の渓谷。水が激しく流れていた。

地震動に耐えた―阿蘇長陽大橋（右端の橋台と取付け道路がくずれ落ちている）

第2節② 救援、復旧へ、初動対応

全国からリエゾンとテックフォース
2県21市町村に、孤立の南阿蘇村にいち早く

自然災害の被災地は、被害が甚大であればあるほど、混乱する。まず必要なことは、人的被害や建物、インフラの被害状況の正確な掌握だ。発生が深夜、あるいは未明であれば、暗闇の中で混乱と不安が増幅する。

自衛隊と消防、警察部隊はまず、人命救助を中心に活動を開始する。同時に、救助物資の運搬、被害状況の情報収集と土砂崩れや動けなくなった車両、倒壊した建物など道路を塞ぐ障害物を除去し被災地への道を拓く「道路啓開」など初動対応が極めて重要になる。

堤防の被災調査

梅雨前には堤防復旧を間に合わせなければならない。

リエゾン出動、現地へ

「平成28年熊本地震」は前震（4月14日午後9時26分）本震（同16日午前1時25分）共に、夜の発生であり、詳細な情報収集は困難を極めた。様々な被災情報が飛び交う中で、迅速な情報収集に走った国交省・九州地方整備局の災害対策本部は、発生直後、直ちにリエゾン（現地情報連絡員）の現場自治体への派遣を行った。

前震発生の1時間後には熊本県庁対策本部に、続いて震源に近い熊本市、益城町などに到着、被害状況の掌握、情報交換を各自治体の対策本部と行っている。地方自治体と整備局は災害協定を結んでおり、人的、物的支援のためのニーズを知り、整備局が備蓄している毛布、飲料水、非常食など救援物資を届けた（4月15日）。4月22日になるとリエゾンの派遣は熊本県庁、同県下21市町村のほか大分県庁などへ総勢60人に上った。このほか、避難勧告、避難指示をはじめ、河川・道路復旧に関する相談役の役割を果たしている。

国道57号の途絶、阿蘇大橋の落橋、俵山トンネル・県道28号などの被災で、孤立した南阿蘇村には4人のリエゾンチームが国道218号を迂回して入った。ヘリコプターから撮影した映像を同役場で公開、村幹部、自衛隊などと情報を共有し、対応策を練っていった。

被災確認の為、映像がいる

自然災害などでは、何より確認された情報が重要だ。救援や応急復旧チームが未確認情報に振り回されるわけにはいかない。

前震発生の夜が明けると、福岡空港からヘリ「はるかぜ」が飛び立った。九州道の道路陥没（上益城町）、大量の瓦が滑り落ちた熊本城天守閣の様子など、生々しい映像が次々と整備局対策本部に送りこまれてきた。被災を確認できる「映像が欲しい」という対策本部の要請に応えるものだった。

本震発生の16日午前6時過ぎには、（はるかぜ）が再び、被災地を飛行、国道57号の斜面大崩壊、阿蘇大橋の落橋、俵山トンネル坑口周辺と橋梁の被災状況など前震をはるかに超える深刻な被災状況の映像を送り込んできた。地元自治体やマスコミなど様々な未確認情報は入っては来るが、はっきりと確認は出来ないでいただけに、貴重な映像だった。対策本部からヘリに次々に指令が出される。国道57号の途絶が確認された以上、う回路として使える道路を見つけなければならない。

現場調査に威力を発揮したのはドローンで、立ち入り調査が危険な約30カ所で上空から現場を撮影。特に、斜面崩壊、地すべりの危険個所では、砂防の専門技術者が、ドローンを使い上空から被災状況をつかみ、行方不明者の捜索への助言や応急復旧対策を検討している。

「九州整備局も人員、資機材が多いわけではないが、全国の整備局から動員できる体制が組まれている」（安部宏紀総括防災調整官）。ヘリも四国地方整備局など2機が応援に飛来した。特に技術支援を行うテックフォースは北海道から沖縄まで、全国から動員された。4月22日時点で約440人が熊本県下へ、同23日には安倍首相が現地・南阿蘇村に入り、激励した。全国動員（4月時点で7939人）は熊本地震が初めてだった。

全国からテックフォース

情報、連携部隊「リエゾン」に続いて、テックホースが出動する。テックフォースは技術支援部隊で、道路、河川、砂防など社会インフラに関する専門技術チーム。初動対応の迅速化を目的に2008年国交省防災会議で設置が決まった。

災害発生の初動対応は原則、地方自治体が担うが、専門技術者、資機材を多く抱えているわけではない。また、地元業者も最近の公共事業などの減少で、数が減り、資機材もレンタルで間に合わせていることが多い。全体として、地域防災力が衰えているのが現状だ。

復旧への技術支援のためには、詳細な現場調査が必要だ。例えば、河川、道路、橋、トンネルや、堤防が大きな被害を受けた緑川などは梅雨期を前に緊急点検が必要であり、その危険度を判定、堤防道路の交通止めから緊急な復旧個所など優先順位を決めて行った。支流の加勢川などを含めて11か所で、前震発生翌日（4月15日）には応急工事を終え、5月9日までに復旧工事を完了している。

地震発生直後からテックフォースの派遣は始まったが、順次、増員され4月22日には1日400人を超え、南阿蘇村の場合、5月13日まで約1か月間延べ1330人が滞在、支援に当たっている。

迅速、機動性を発揮

リエゾンより益城町へ被害の大きかった現地情報をいち早く伝える。

九州を横断する国道57号は、熊本～大分を結ぶ基幹道路であり、熊本地震では、熊本、阿蘇地方への救援ルートだが、斜面崩壊などで大きく被災、全面通行止めとなった。このため、北側を迂回するミルクロードの活用が必要になった。しかし、土砂崩落などで道路は埋まり、通行止め。「こんなひどい状況で、道路を通せるだろうか」（柿木阿蘇国道維持出張所長）と思わせるほどだった。しかし、この道路の「啓開」しか、う回路の確保は出来ない。阿蘇市赤水駅近くの踏切に立ち往生していた列車の移動を要請、テックフォースは直ちに被災状況の調査に入る。土砂排除、山際に仮設防護柵を鉄骨で建て込むなど応急復旧の技術指導や工事監督支援を行い、4月22日には大型車も通行可能にしている。

一方、俵山トンネルルート（県道28号）は熊本市と南阿蘇地方を結ぶ重要なルートだが、二つのトンネル、6の橋梁がことごとく被災、このためグリーンロード（町道高野原線）を啓開（22日）。このほか震源に近い益城町の幹線道路・国道443号の道路啓開（4月20日完了）、東海大学阿蘇キャンパスへ通じる県道149号（同月17日完了）の早期復旧を支援している。

安倍首相のはげましを受けるテックホース（南阿蘇村で）

リエゾン　フランス語の「組織間の連絡、連携」の意。その役割は①被災自治体の人的、家屋など物的被害を迅速に収集、救命活動や支援物資の配送支援②被災自治体が必要な、物資支援、復旧のための資機材の調達などのための支援③河川、道路の被害、情報の提供を行う。

テックフォース　大規模災害が発生、あるいは発生の恐れがある場合に、被害の発生・拡大を防止し、早期復旧などに対する技術的支援を現地自治体に行う技術専門集団。

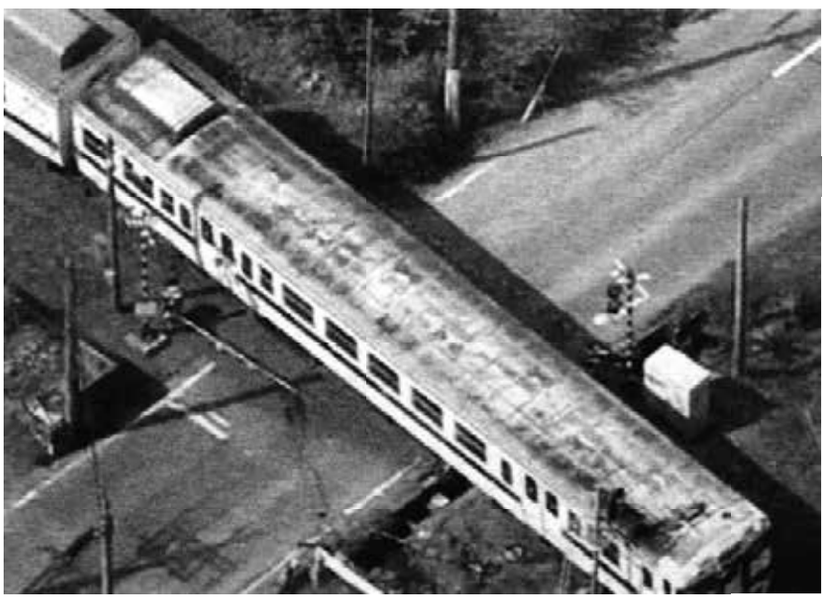
第3節　啓開　グリーンロードとミルクロード、―被災地への道を拓け―

「雪が降る前に県道28号う回路を」難事業を昼夜兼行でやりとげる

熊本地震による前震に続く本震（平成28年4月16日）によって、阿蘇カルデラ地域を中心とする阿蘇市、南阿蘇村などの地域は基幹道路の国道57号が斜面崩壊で大きく破壊され、阿蘇市へのメインルートは途絶。国道57号から南阿蘇村に分岐する国道325号は阿蘇大橋の落橋や南阿蘇橋の損壊で不通となり、阿蘇長陽大橋（村道）はからくも自立して残ったものの、橋台が破壊され黒川沿いの交通網は全滅状態に陥った。

特に、阿蘇五岳の南麓に広がる南阿蘇村は、国道57号のみならず、俵山トンネルから熊本空港、熊本市へ抜ける県道28号が寸断され、孤立状態に追い込まれた。

このため道路復旧工事は、国道57号のう回路（ミルクロード・県道）と南阿蘇村への道（グリーンロード村道）を開くことが最優先事項となった。国土交通省から派遣されたリエゾン（現地情報連絡員）、テックフォース（緊急災害対策派遣隊）によって、どちらも、比較的被害が少なく、急ぎ啓開することが可能と判断された。



脱線して跡み切りをふさいだ列車。急ぎ移動させ、ミルクロードにつながった。（JR豊肥線・阿蘇市赤水で）

ミルクロードは国と県が、グリーンロードは国が作業に当たり、2本のう回路はわずか2日後には「道は通じた」。重体に陥った患者に酸素と栄養・薬を供給するパイプが通ったのである。

―2日間のスピード啓開

①ミルクロード（県道北外輪山大津線）

国道57号は熊本と大分を結ぶ中九州横断国道（主要幹線道路）であり、長崎から熊本市、阿蘇、九重、別府への二つの国立公園を貫く観光道路でもある。また、阿蘇市内牧などの温泉地にとってその途絶は「死活問題」だった。

このため、国道57号の北側を走り、外輪山を越えるミルクロードが「う回路」として啓開されることになった。

本震の後、まだ余震が続く中、熊本河川国道事務所（熊本市）を啓開チームがスタートしたのは16日午後2時だった。熊本市から国道57号を東進、大津町・道の駅付近を左折、ミルクロードにつながる加藤清正が400年前に開いた豊後街道の「清正公道」に入った。進むと、道路に亀裂が入り、のり面が崩れている。それらを補修しながら前進。大量の土砂と樹木が約30mにわたって道路を塞いでいた。約100m上の山腹から崩れ落ちたものと思われた。

バックホウ、ダンプを動員、国交省派遣のテックフォースを含め、総勢50人が排除作業にあたった。夜になり、ライトで照らしながらの夜間作業となった。深夜（17日午前零時ごろ）、雨が降り始めたため、危険と判断、一時、工事を中止せざるを得なかった。翌17日朝から工事再開し、さらに前方に法面が約10mに渡って崩壊（高さ5m）しており、その上部には亀裂が見られた。

一方、東側からのミルクロード啓開も始動していた。阿蘇国道維持出

啓開されたミルクロード

張所に、東九州側の大分、佐伯、延岡各河川国道事務所からの応援部隊が加わって、う回路東側（阿蘇市赤水）から作業をスタートさせていた。まず立ちふさがったのは、国道57号を右折してミルクロードにつながるJR豊肥線の踏切に列車が立ち往生して塞いでいる。ただちに、撤去をJRに要請する。

県道23号を進むと坂下からジグザグの外輪山登り道となる。外輪山の山腹は大きく崩れ落ち、黒い地肌を見せている。ミルクロードと二重峠で連結して、下り坂に入る。途中、亀裂、段差、滑り、そして2カ所の崩壊が見られ矢板で止める。「う回路と言っても、こんなところ通しきらん」とつぶやきが聞こえた。だが、「この道路を何とかしなくてはと、頭と体が自然に動いた」と技術者の一人は回想している。18日にはミルクロードは開通。2日間のスピード啓開であった。

② グリーンロード南阿蘇（町道高野原線）

県道28号（熊本高森線）の寸断、国道57号の被災と阿蘇大橋の落橋、阿蘇上陽大橋の橋台崩落で、熊本市への南北の道の途絶によって孤立した南阿蘇村の頼みの綱はグリーンロード南阿蘇(延長約27㎞)だけだった。この道路に繋ぐ県道28号の木山川沿いを走る益城町小谷から西原村間約1・2㎞で斜面崩壊、道路損壊が5か所で発生。余震が頻発していたが、まず、国交省のテックフォースが被災調査と啓開に入り、同月22日までに通行可能になった。西原村から俵山（標高１０９５ｍ）に向かう山岳道路で、28号から分岐、グリーンロードに入ると間もなく、のり面が崩れ道路を塞いでいた。排土して片側通行を確保し（22日）、続いて防護柵の設置（25～30日）を行い、5月1日には両車線を開通させた。

しかし、南阿蘇村・久石交差点までは、西原村のこの道路の入り口から俵山頂上近く（１０８８ｍ）まで12カ所のカーブを上り、下りは同交差点まで23か所の急カーブ。急こう配の山道で阿蘇五岳とカルデラが一望され、バイクのツーリングマニアには人気ではあった。バイクマニアなどから、通称「ケニーロード」と呼ばれ「バイクを愛し、阿蘇を愛し、自然の中で楽しみを知っている大人」に愛されていた山岳ロード。この愛称はモーターサイクル・レーシングで世界選手権など数々の栄冠に輝いたケニー・ロバーツ（米国出身）にちなんでつけられた。

それだけに、一般車には走りやすい道路ではなかった。「建設当時はもっとやることがあるのではないか」の批判もあったが、「地震でこうなっては村の命を繋ぐ道となった」と長野敏也南阿蘇村村長＝当時。

③ 県道28号のう回路を急げ

しかし、グリーンロードは標高が最高１０００ｍを越え、冬季には凍結、道路が不通となる恐れが大きかった。このため県道28号に沿った「う回路」の造成が急務だった。

▲ 道路啓開作業(県道149号)

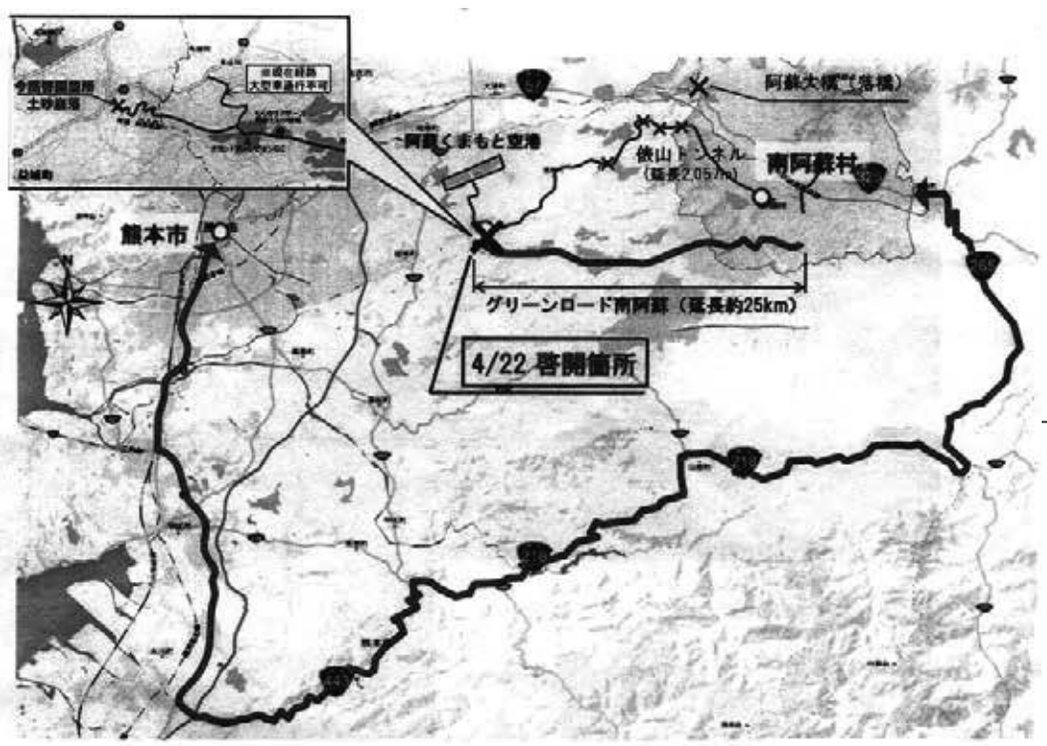
このう回路は俵山の中腹を6本の橋ぞいに造成、俵山トンネル（標高５２８・８ｍ、延長２０５７ｍ）と南阿蘇トンネル（７５７ｍ）を抜けて南阿蘇村に至り、凍結の心配がない。懸念された2本のトンネルの被災は予想より重症でなく、トンネルの補修が出来れば、修復に長期間かかる橋梁群を、旧村道を活用して迂回させれば、グリーンロードに比べ走行距離、所要時間共に約半分に短縮できる。「年末までに、開通させられないか」が長野敏也南阿蘇村村長（当時）をはじめとする村民の願いだった。平成27年の冬、グリーンロードは雪の為、10日間の交通止めとなっていた。

県道28号に沿った東西の交通を確保するには、何より、俵山トンネルが復旧しなければならない。同時に、

南阿蘇のグリーンロードの案内板

被災した6つの橋を迂回するため、旧村道の拡幅も併せて蘇らせる必要があった。

迂回工事は雪の降る前、年末までに工事を終える「時間との戦い」となった。工事を急ぐには、8か所の現場で同時着工しなければならない。そのためには人と資材が必要だ。発注者代理人として施工を指揮した小崎誠吾（三和建設技術営業部長）は「地震で住民の皆さんは深く傷ついている。勿論、道路補修などは地域・住民のための仕事だが、急げば急ぐほど工事への住民理解を戴くことが大切だ」と考え、手作りの「工事だより」を作り配布した。そんな努力が南阿蘇村の県道28号沿いに立てられた住民「感謝の看板」につながり、それがまた工事関係者を奮い立たせた。



出典：平成28年熊本地震の概要
（九州地方整備局）

④ 開通へ、24時間体制

難関は西原村役場から俵山トンネルまでの村道を活用する拡幅工事工事。大型トラックが通れる道幅を確保したうえ、大切畑ダムを迂回する村道の一部は新道を建設しなければならなかった。

県道28号の西原村からの最初の大切畑大橋と同ダム橋が壊れ、維持には時間が必要なため大きく迂回せざるを得ない。西原村からの復旧を担当した福岡建設・高野組ＪＶの現場代理人・本梅辰也氏は「地元の皆さんは静かな暮らしに慣れていて、しかも村道は生活道路だけに、そこを重機を通すわけにはいかない。本線に道を作って大型重機を入れる」などの配慮をしながら1・8㎞のう回路を建設していった。工期中はほとんど昼夜兼行で、休みなし。とにかく12月24日のう回路開通日に間に合わせなければならない。1日１００人から１５０人の作業員が必要で、福岡、宮崎など九州一円から動員した。特に大型ボックスカルバートの設置作業には24時間体制で当たり、開通日に間に合わせた。「厳しい仕事だった。良く間に合った」と本梅氏。

ダム湖沿いに造るう回路、さらに扇の坂橋、すすきの橋、俵山大橋も同様に大きく被災し、う回となる旧道はカーブが多い現場だった。拡幅のためにはブロック積みにしてもコンクリート擁壁でも専門の職人が必要だった。被災現場は一斉に工事に入っており、そうした専門職の確保やコンクリートの現場打ちなどはほとんど不可能だった。このままでは工事は間に合わない。しかし、「急ぐ時ほど、品質の確保が重要だ」（小崎氏）。

小崎氏はラップブロック工法の存在を思いついた。5個のブロックを一度に据え付けられ、基礎部などのほかは生コンクリートも不要、ブロック軽量で重機を使わなくても済む、何より専門技術を必要としないから一般作業員でも施工が可能だ。ブロックはアンカーで地盤に固定され、強度にも問題はないと判断した。こうした工夫と努力が「う回路」造成の各現場で重ねられた。

⑤ クリスマスプレゼントに

俵山トンネルの西側坑口付近は地震とその後の大雨で、土砂崩れを起こしていた。地震でトンネルの電気室が崩落、降雨でその上の法面が崩れた。俵山大橋は大きく被災しており、山手に向かってう回路を造るた

め、総計で2万㎥もの盛土が必要になった。しかも、石灰で土を改良しなければ盛り土できない。そのため一旦仮置き場に盛り土を運び、そこで土壌改良して、う回路を造る。開通日に合わせて、24時間体制の工事だった。

「何か必要なものはありませんか」と激励に来た南阿蘇村の人たちに橘澄敏氏（緒方・八方建設ＪＶ現場代理人）がたずねた。答えは「何より、道が欲しい」だった。

12月24日、南阿蘇村の南阿蘇トンネル入り口で俵山トンネルルートの開通式が開かれた。気温は下がり、降雪の近さを感じさせたが、南阿蘇村村民には何よりのクリスマスの贈り物だった。「開通まで苦労が多かったが、いいプレゼントになった」と橘氏は振り返った。

旧道を活用したう回路とはいえ、南阿蘇村と熊本市を結ぶルートの８か月ぶりの回復、それも雪が来る前の開通で、人気のマスコット・くまモンも駆けつけ、赤いサンタの帽子をかぶった子供たちとトンネル前で記念撮影。長野村長（当時）は「生き返った気持ち。村が元気になる」とスピード開通に感謝した。

これによって、益城熊本空港ＩＣから南阿蘇村までの所要時間は約40分となり、グリーンロード経由より20分程度短縮された。

◇　◇

県道28号沿いに新たに出来た「う回路」を西原村から南阿蘇村に向けて走行（平成29年1月）した。県道28号の通行止めの看板が立つ地点から右折、坂道を登って行く。大切畑ダムの下を走っている県道28号は二つの橋が損壊し工事中の為、ダム湖を大きく山側を迂回して行く。道路は2車線で大型トラックが走れる道路幅が確保され、カーブは多いが、十分余裕を持って走れるし、アスファルト舗装もされている。

斜張橋・桑鶴大橋の主塔が前方に現れた。Ｘ字形の主塔の上部に作業台が造られ、橋を吊り上げるケーブルの修理が行われていた。橋は谷側に大きくずれてしまい、ジャッキで持ち上げて、スライド、元の位置に戻すのだという。う回路は桑鶴大橋のすぐそばを走り抜けて行く。

しばらく走ると、俵山の山腹に造られた巨大な発電用風車が現れるが、プロペラは廻っていない。地震で被害を受けたのだろう。カーブの坂道を辿って登って行くと、俵山トンネル入り口がすぐ下に見えてきた。俵山大橋が大きな損害を受けたうえ、トンネル入り口の斜面にあった発電建物が地震の山崩れで壊れ落ち、さらに、その後の大雨（6月20日）でさらに土砂崩れが起こり、う回路づくりに苦労した場所だ。

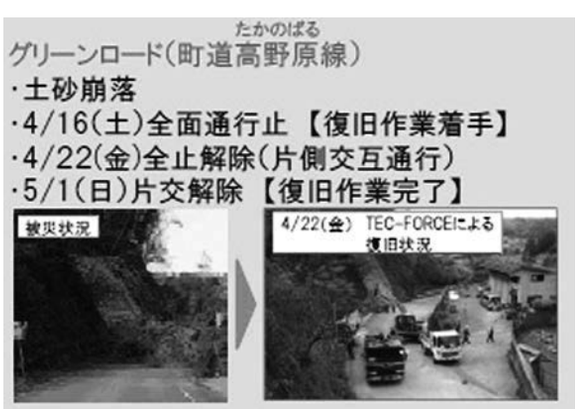
俵山大橋がトンネルを出たところの谷を避けるため、う回路はトンネル出口で急カーブを曲がり、山道の急傾斜を上り下りしなければならないが、崖崩れが2回も起こった難しい場所に「う回路」を造成するには多くの苦労があったと思われる。

俵山トンネル、続く南阿蘇トンネル共に、完全復旧され、快適な走行で走り抜けた。最初に「道路啓開」されたグリーン道路は、俵山山頂近く、標高約１０００ｍの高さまで登っていたが、俵山トンネルの復旧は大幅に時間を短縮、安全な走行が可能になった。

南阿蘇トンネルを抜けて、しばらく走ると、大きな石版に「感謝」の二文字が彫られいるのが目に入った。俵山トンネルと6橋梁を造るのに努力した元南阿蘇村村長の市原正人氏の銅像で、「人と人、村と村を結ぶ俵山トンネル」と彫られていた。今、県道28号のう回路は、その言葉通り、人と人、村と村を結ぶ命綱―唯一の道路として大きな役割を果たしている。「感謝」の二文字は、このう回路を昼夜兼行、24時間体制で「雪降るまでに完成」を目指し完成させた工事関係者への村民の気持ちを表しているように見えた。

道路啓開とは

「啓開」は水中の障害物を取り除いて、船の航行を可能にすることからきているが、道路啓開は道路が自然災害で、落石や土砂災害などで塞がれた場合、土石を排除して通行を可能することを指して使われている。東日本大震災の時多く使われた。東北道から太平洋側の三陸沿岸、被災地へのルートを確保する「くしの歯作戦」と称して啓開が進められた。緊急被災地に向かう緊急車両の通行の為、急ぎ最低限のがれき、土石処理を行い1車線であっても救援ルートを拓く工事を言う。



第３章　現場座談会

伝承の言葉

「地球の命数からみると10年などと言う月日もほんの電光一閃にすぎない。環境の変化は、時として地球そのものを一変し終ったかの如き威を抱かしむ」

「長き人類の経験は、将来を察するためには、まず現在を知らねばならず、現在を知ろうと思えば過去を研究する必要がある」

（関東大震災で、結城豊太郎。蔵相、日銀総裁、１８７７～１９５１）

地震と大雨で崩落した俵山トンネル周辺

出席者

森田康夫・国交省熊本河川国道事務所長

徳田浩一郎・同副所長

菅伊佐男・九州地方整備局地域道路調整官
熊本地震災害対策推進室長

現場から

「即断即決で、う回路造成」

現場総指揮をとる
菅伊佐男・熊本地震災害対策室長

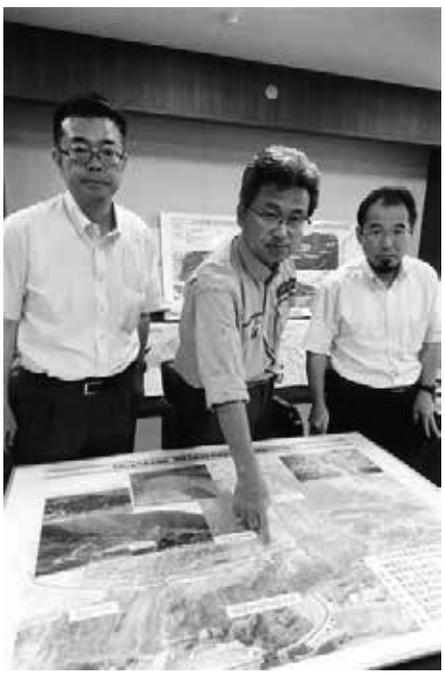
「熊本地震によって被災した阿蘇地方は、国道57号、同３２５号、県道28号などが被災、特に南阿蘇村は熊本市側からのアクセス道路が途絶、孤立させられました。とりあえず、標高１０００ｍを越える俵山山頂付近を通るグリーンロードが、う回路として啓開されましたが、降雪や凍結で冬季の通行は無理です。雪が来る前、平成28年の年末まで国道28号沿いのう回路開通が求められました。

　このためにはまず俵山トンネルの復旧、そして損壊した桑鶴大橋など６橋の復旧には長期間が必要ですから、各橋を迂回する道路の造成が必要でした。時間は限られていましたからとにかく昼夜を分かたず、突貫工事でやるほかありませんでした。施工の皆さんには大変な苦労を掛けました。スピード復旧ですから、発注者としても責任があります。被災現場は常に工法、資材など問題を抱えています。現場から順に、意思決定者まで上がってくるには、通常、４～５日、１週間かかることもあります。それだけ工事は遅れるわけです。

　ですから、現場が直面した問題は、その場で意思決定を行う。即断即決です。施行現場もスピード復旧に苦労しているのですから。そうして何とか、クリスマスプレゼント（12月24日開通）とすることが出来ました」。

地震発生 ― その時、現場はどう動いたか

不眠不休の復旧工事現場



左から徳田氏、森田氏、菅氏

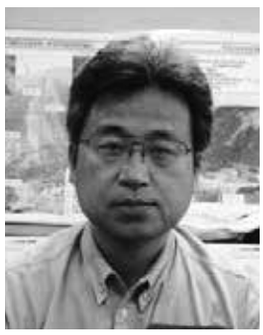
4月14日、発生した熊本地震はこれを前震（21時26分、M6・5）として、16日には本震（01時25分、M7・3）が発生、熊本市と周辺地区に大きな被害を残した。熊本地方の生命線ともいうべき国道57号が熊本県・南阿蘇村立野地点で斜面崩壊の土石に襲われ破断され、阿蘇大橋が落橋したのを始め、すぐ下流の阿蘇長陽大橋も両端のがけ崩れで通行不能となった。県道28号熊本高森線の俵山トンネルとそれにつながる橋梁群が損傷、南阿蘇村は、熊本市などからのアクセス道路を遮断された。また、緑川を始め、河川堤防の損傷も激しく、こうした道路、河川の甚大な被害に直面した熊本河川国道事務所は、連日連夜、道路インフラ復旧に全力を挙げた。

地震発生から4か月が過ぎても、余震はやまず2000回（震度1以上）に及ぶが、その中で現場技術者や作業者は昼夜を問わず、懸命な復旧工事を続けた。地震発生直後から道路復旧、河川堤防の補修などの現場指揮にあたった3人の方々に「熊本地震と道路、河川インフラの復旧～その時、現場はどう動いたか」をテーマに、今回の熊本地震の被害特性、豪雨被害との違い、復旧作業の立案、現場で直面した問題点、復旧への課題などを中心に話し合ってもらった。

平成28年6月24日（熊本河川国道事務所で）

大きく割れた道路（黒川右岸・阿蘇長陽大橋）

――熊本河川国道事務所は熊本県下の国道、1級河川を管轄されている「最前線」ですが、前震の14日から16日の本震まで、発生の時、どのような状況だったのでしょうか。直下型地震で震度も大きく、被害も甚大でした。何から始めないといけないと思われましたか。まず、被害状況の掌握、現場体制の構築について、どのように進められましたか。応援部隊の要請は？



森田康夫氏

森田氏　熊本地震の前震とされる15日夜9時半すぎ、大きな揺れがあり直ちに管理施設の緊急点検を開始しました。基幹道路の国道3号、57号、208号をパトロールしましたが、大きな異常はありませんでした。ただ、国道443号（益城町寺迫地区）で大規模な路面陥没が発生したため、熊本県から依頼を受け、翌15日から当事務所において当該箇所の補修工事に入りました。河川では緑川の堤防被害が著しく、損傷箇所の緊急復旧工事に着手しました。

また、大規模災害発生時の地方自治体支援のため、地震被害が大きいと想定された自治体の首長さんにホットラインを使って次々に電話を入れていきました。益城町長にお聞きすると「停電で真っ暗の中を、役場の前に多くの町民が避難してきている」と被害の大きさと厳しい避難状況を思わせる話でした。特に「トイレ確保に難渋している」とのこと。直ちにリエゾンを送り込む手配をし、暗闇は一層人々を不安にさせますから、照明車を派遣、トイレは協力業者さんに手配して運び込みました。

宇土市長からは「庁舎がやられた」とのこと。庁舎は災害対策の拠点になりますから、九州地方整備局本局の営繕スタッフに庁舎点検を依頼しました。事務所の備蓄品、水などを現場に急ぎ持ち込むなどあわただしく自治体支援を進めました。15日には県庁に政府の現地対策本部が出来ました。

――翌16日未明、本震が発生しました。

森田氏　16日は国土交通大臣が現地入りされる予定でした。が、深夜1時25分の本震発生により、その日以降の生活は様変わりしました。道路、河川の状況を把握するため管内一斉の緊急点検に入りましたが、道路についての点検結果の報告がなかなか入ってこない。特に大分への横断国道57号の様子がわからない。状況をつかむため午前6時、本局から阿蘇方面へ、ヘリが飛びました。道路が斜面崩壊の土砂で埋まってしまっている。「57号だろうか」「いや、違う」。送られてくる航空画像は阿蘇大橋が消えるなどこれまで見た事もない情景でした。それは現実の57号の姿であることを受け止めざるを得ない、愕然とするものでした。

「愕然とする情景」（森田氏）

九州を縦断する国道3号を中心とする道路、橋梁も被害は大きく、九州自動車道も通行不能になっていました。九州の縦軸の通行が止まることは許されません。緊急に損壊個所を補修して通行を可能にする「啓開」を急ぐことにしました。

――国道57号は、九州を横断する主要国道として、極めて重要道路ですが、地震による大規模な斜面崩壊（50万㎥）の発生、道路埋没・破断、阿蘇大橋の落橋などは、まったく「想定外」ではなかったのではないでしょうか。

森田氏　確かに、57号の状況は重篤でした。あまりに被害が大きく、直ちに復旧は不可能でしたので、57号に並行する道路を通行可能にし「57号に代わる道路を確保する」必要がありました。大津から二重峠への「ミルクロード」、そして阿蘇・赤水へ降りる県道を通行可能にすることを決め、職員が現地を歩き状況調査に入りました。この道路も損壊が激しく決して容易な復旧ではありませんでしたが、大津側と赤水側の両側から復旧工事を開始、18日昼には通行可能な状況にまで復旧させ、57号の代替機能を確保しました。当惑したのは赤水駅近くの踏切で列車が立ちふさがるように脱線していたことです。JRに依頼、撤去してもらいました。

――国道57号沿いが斜面崩壊した南阿蘇村立野は黒川と白川が合流する地域に位置しますが、これまでも土石流が発生、被害を出してきました。崩壊が起こりやすい地形だったのでしょうか。

徳田氏　今回、土石流が発生した国道57沿線沿いは比較的穏やかな傾斜斜面で畑があり、大崩壊の発生は考えにくい地形だったように見えます。しかし、地震で山の頂上部分から崩れ、土石が流れ下り、57号を破壊し、阿蘇大橋を落橋させています。その発生メカニズムの解明を急いでいますが、頂上部分には崩壊後も、いくつもの亀裂が生じており、2次崩壊の危険をはらんでおり、57号の復旧工事は慎重に進めざるを得ません。それが現実です。

――阿蘇地方では、台風、集中豪雨

による土石流発生はしばしば経験してきました。国道57号でも、九州北部豪雨の際（平成24年）滝室坂が土石流で寸断され、長期間、通行規制を行わざるを得ませんでした。今回は地震による土石流で、阿蘇火山噴出堆積土質の難しさを思い知らされました。立野の斜面崩壊の規模はどのようなものですか。

徳田氏　57号沿いの穏やかな斜面の大橋から東へ約３００ｍが破壊され、路床は黒川の渓谷に落下したものとみられます。阿蘇大橋の落橋と同様、この間の57号は失われているのです。

徳田浩一郎氏

「失われた国道57号」（徳田氏）

畑から上は、急な崖に近い斜面となっており、西外輪山の瀬田裏原野に属する山（標高７５５ｍ）の頂上が地震によって崩壊、５０万㎥もの大量の土石が崩れ落ちています。崩落は長さ７００ｍ、幅は57号地点で２００ｍに及ぶもので、57号は阿蘇

――道路埋没ではなく、失われているのですか。とすると崩落土砂の排土だけでなく、新しく道路を造ることになりますね。しかも、非常に危険な工事になる。

森田氏　57号の斜面崩壊地点を「大学生が車で走っていたのではないか」という情報があり、県警、消防などによる捜索活動が始まりましたが、国交省はその支援に当たりました。無人重機（バックホウ）数台を斜面崩壊箇所の西側と東側に配置、遠隔操作で排土作業を行っています。

――雲仙普賢岳噴火の復旧、防災工事で開発された、人が立ち入ると危険な現場でリモコン操作の重機を使う画期的な工事手法ですね。

森田氏　そうです。そうした捜索活動支援のための排土作業をするためにも、まずは現場にアクセスする工事用道路が必要です。斜面崩壊現場の西側手前の57号も70ｍに渡って崩落しており、迂回して工事用道路を造らなければなりませんでした。そこには民家1軒があり、避難所に避難されていましたが、職員が出向き、急きょ、買収させてもらう交渉をしました。幸い、理解を得て買収、民家を解体して工事用迂回道路を造りました。こうして、捜索活動支援が可能になりました。

　斜面崩壊現場の57号東側には、土石に押し流されたＪＲ豊肥線の線路や枕木が残っており、その排除から作業が始まりました。

　さらに、5月に入って、国土交通省では、斜面上部に残る多量の不安定土砂の崩落による二次災害を防ぐための緊急的な対策工事（直轄砂防災害関連緊急事業）に着手しました。二次災害を防ぐとともに、57号やＪＲ豊肥線の復旧のためには、斜面上部に残る不安定土砂の排土が必要です。現在は、斜面中腹に、落石や不安定土砂の崩落対策として土留盛土工を無人化重機で施工するとともに、山頂付近に重機をヘリで運び、排土作業に向けた準備を行っています。

――阿蘇大橋は国道57号と同３２５号の結節点で、阿蘇市、熊本都市圏と南阿蘇村を繋ぐ極めて重要な橋です。かつては「赤橋」と呼ばれ、阿蘇のランドマークの一つでもありました。落橋の原因はどのように見ておられますか。これまでも、軟弱な基盤での架橋では、基礎、橋台を大きくし、せん断破壊にも強くしてあると聞いていましたが。

菅氏　現在、専門家に検討してもらっており、現時点では落橋の原因究明には至っておりません。阿蘇大橋は鋼製アーチ構造で、橋は自重、活荷重、土圧、地盤変動に耐える設計がされているはずですが、崩落してきた「想定外」の荷重、外力に耐えられなかったのでしょう。落橋はしましたが、橋を支える橋台、基礎などは残っており、構造自体に問題があったとは思えませんが、落橋のメカニズムの解明はこれからです。

菅伊佐男氏

森田氏　阿蘇大橋に加わった想定外の荷重に加えて、阿蘇大橋は斜面崩壊によって流れ落ちた土石の西端に位置していますので、橋の基礎部分を損壊させる土石の流れ込みと外力が加わったことも考えられます。いずれにしても複合的な要因があるでしょうから、解明はこれからです。

――また、阪神淡路大震災では高速道路高架橋の橋脚が倒壊した教訓から、橋梁は新耐震基準に合わせて補強がされていたと聞いていますが、どのような補強がされていたのでしょうか。

徳田氏　阿蘇大橋は、耐震補強をすでに行っていました。具体的には落橋防止装置の設置や制震ダンパーによる耐震補強を行って

いました。

――阿蘇大橋の復旧めどは？、復旧の進め方、作業の難しさ、早期復旧にはどのような問題があるのでしょうか。特に、架橋の位置取りが難しいと思われますが、どのような検討が行われているのでしょうか。

徳田氏　架け替え位置の検討にあたっては次の４点を基本的な考え方とし検討しました。①今回の震災を踏まえ安全性が高い橋種とすること　②できるだけ早期に復旧が可能であること　③阿蘇観光の玄関口としての機能を確保すること　④南阿蘇村が分断されている現状を早く解消すること

――阿蘇大橋の再建は国が行うことになりましたが、今回の落橋から得た教訓は？。また、再建にあったって、最も注意すべきこと（橋の位置、形式、免震構造など）、また、どのような手順で進められますか。

徳田氏　橋梁形式の選定にあたっては、３つの観点から検討しました。①安全性が高い橋種　すなわち推定地表地震断層や河川斜面をできるだけ避けた下部工の配置、落橋や倒壊に至りにくい構造の橋　②施工性　できるだけ早期に復旧が可能な橋　③景観性　阿蘇を代表する橋梁となるようにシンボル性に配慮した橋を検討しています。

――下流の長陽大橋は橋の両端で土砂崩れが起き、橋台が被害を受けたように見えます。しかし、橋脚を始め全体的に地震に良く耐えたと思えます。阪神淡路大震災では高速道路の高架線の橋脚が折れ、その強度が問題になり新耐震基準もできました。この橋の補強はどのように行われていましたか。どのような補強が有効だったのでしょうか。

「よく耐えた俵山トンネル」（菅氏）

徳田氏　本橋の構造形式は、深い谷部で橋を建設する場合などに適したラーメン構造で３つの橋脚と桁が一帯となって地震力に抵抗でき、潜在的に高い耐震性能を有した構造形式が採用されています。

――トンネルは地震に強いとされてきました。しかし、俵山トンネル（俵山バイパス・県道熊本高森線）は通行できなくなりました。活断層の存在が指摘されていますが、トンネル損壊の状況は。

菅氏　活断層が俵山トンネルの下を走っていたかどうか、確認できてはいません。しかし、地震の揺れによって、天井部分のコンクリート壁が３カ所程度で落下し、２カ所で道路面（路床）が割れて盛り上がる（盤ぶくれ）を引き起こしました。このトンネルは10・５ｍごとに（半円形の）コンクリート壁ブロックが連続する形で構成されています。損傷は、そのコンクリート壁のブロックが圧縮力を受けて、継ぎ目の部分のコンクリート壁が破損、落下したものとみています。私は、このトンネルは地震に良く耐えたと思います。補修は、破損したコンクリート壁をブロック毎に鉄筋を入れて強化、修復すれば良いと考えています。

――熊本市、熊本空港から阿蘇・高森に抜ける俵山トンネルにつながる県道28号の橋梁群が被害を受けています。阪神淡路大震災を契機に地震時保有耐力法で設計されるようになり、阿蘇大橋もそうですが、これらの橋梁群も支承、落橋防止構造が強化されていたと聞いています。その効果はあったのでしょうか。また地震などの揺れに対してダンパー、積層ゴム支承など免震装置の有効性について。

菅氏　俵山トンネルの前後には、美しい斜張橋で知られる桑鶴大橋をはじめ６つの橋が架かっています。これらの橋梁群はそれぞれ耐震補強されており、結論から言えば、新しい耐震補強は役割を果たしたと言えるでしょう。確かに支承がずれたり、つぶれたりしています。落橋防止のコンクリート壁が変形、破損するなどしましたが、かろうじて落橋を免れています。積層ゴム支承はゴムの厚さによって、損傷の程度が違うなど、これからの補強に幾つかの参考になるヒントが残されています。修復に当たっては、これらを活かしていきたいと思います。

――河川堤防も大きな被害を受けました。梅雨入り前に暫定的にも補修が行われたことで、その後の大雨を考えると、急ぎの復旧工事によって破堤などがまぬがれたと思います。

森田氏　緑川水系及び白川水系で確認した１７１箇所の堤防等の変状のうち、比較的変状の小さな箇所については、ひび割れの補修などの応急対策を実施しています。また、堤体の変状が比較的大きい緑川水系緑川・加勢川の11箇所については、24時間体制で緊急的な復旧工事を実施し、５月９日までに全ての工事が完了しました。その後の大雨を考えると、間に合ってよかったと胸をなでおろしています。

さらに、ソフト面では、早期の警戒体制を確立し、早めの水防活動や避難に資するため、水防警報及び洪水予報の基準水位を暫定的に引き下げています。また、堤防等の河川管理施設の変状を迅速に察知するため、平常時の河川巡視頻度を増やすとともに、出水時の河川巡視を通常

よりも早い段階で開始するなど、出水期間中の監視体制を強化しています。

しかし、これらはあくまで応急・緊急対策であって、本格的な復旧工事は堤防委員会の検討や地質調査の結果を踏まえて、平成29年梅雨時期までには、仕上げていきたいと考えています。

九州地方整備局提供

▲ 道路啓開作業（国道443号）

――最後に、今回の熊本地震が残した教訓は。

森田氏　今回の地震で、リダンダンシー、道路ネットワーク整備の必要性を痛感しました。特に、熊本～大分を結ぶ横断道路は国道57号が1本あるのみで、また、縦貫道がストップしたため、国道3号が大渋滞を引き起こし、機能麻痺の状態となりました。今回のように大きな損壊を受けると、人、モノの流れがストップしてしまい経済的社会的に大きな損害を被ることになります。リダンダンシーと言いますか、1本の道路が通行不能になっても代替、迂回できる幹線道路の必要性を痛感しました。そうした重層的な交通ネットワークの重要性を改めて、今回の地震は教えたのではないでしょうか。

国交省、熊本復興事務所と研究室を併設

熊本地震によって、大きな被害を受けた国道57号や新しい阿蘇大橋の建設など、復興事業を推進するため、国土交通省は、熊本県・南阿蘇村（同村長陽庁舎内）に熊本復興事務所を平成29年4月から開設した。また、高度な技術支援を行うため、国土技術政策総合研究所の「熊本地震復旧対策研究室」も併設する。復旧工事を担当する復興事務所と研究機関が一体となって早急な復興を目指す。

復興事務所（辻芳樹所長）は、斜面崩壊によって損壊した国道57号の復旧のほか、熊本県などに代わって権限代行で行う俵山トンネルルートの県道28号、国道325号の復旧、落橋した阿蘇大橋の新設や阿蘇長陽大橋を含む村道（栃の木～高森線）復旧等の難工事に当たる。

熊本地震では連続した震度7の地震動に加え、火山性の脆弱な土壌が被害を大きくしており、また、阿蘇大橋の架け替えに当たっても、断層を跨ぐことになり、復旧工事には、多くの難問が予想される。

復興事務所は雲仙普賢岳の噴火に伴う火砕流、土石流などで受けた被害復旧の為、島原市に設置された。作業員が立ち入れない危険な現場での復旧工事を行うため、重機を遠隔操作する無人施工の為「ロボQ」が開発され、熊本地震で、国道57号、阿蘇大橋を落橋させた大規模な斜面崩壊の現場で、2次災害を防ぐ無人施工によって砂防工事が行われた。

復旧対策研究室が現地の復興事務所に併設されるのは初めてで、同総合研究所の土肥学企画課長は「これから熊本の現場では橋、道路復旧をはじめ難工事が予想され、事務所と一体となって課題に取り組みたい」と話している。

復興事務所開所式

第４章　大崩壊

第１節　①　阿蘇を土砂災害が襲う
②　惨状！　国道 57 号、県道 28 号
③　断層地震のエネルギー集中
④　無人施工で危険土砂を排除
⑤　インタビュー　北園芳人熊本大学名誉教授
第２節　①　シンボル阿蘇大橋が落橋した
②　新阿蘇大橋の位置選択と建設
③　インタビュー　日野伸一九州大学教授
④　国道 57 号の復旧と新道建設
⑤　踏んばった阿蘇長陽大橋

伝承の言葉

「我々が現在踏みしめているどの土地も、長い歴史を通して様々な土木事業の蓄積の上に成り立っている」。「にもかかわらず多くの技術者は先端技術の開発と発展に熱心なあまり、地域や我が国国土を築いてきた土木史、土木の先達の業績とその意欲に関して十分な知識を共有していないように見える」

（高橋裕・東京大学名誉教授、国際連合大学上席学術顧問）

くずれ落ちた国道57号（南阿蘇村立野）

現場から

手島健司
熊本県土木部長

道路ネットワークの形成を

前震、本震の二度にわたる熊本地震で、国道を除いて県市町村道で２３４８カ所、橋１４６カ所が被災し、加えて、その後の大雨（６月20日）で道路７２４カ所、橋５カ所が被災しました。損害額は道路約３２０億円、橋約１１８億円もの損害を被りました。道路は陥没や亀裂でした。橋は落橋11カ所のほか、橋前後の道路陥没などが発生、ダブルパンチを受けました。

これによって、全面通行止めが１１１カ所に上りました。この緊急事態に対して、国土交通省のテックフォースなどの支援は大変助かりました。私ども熊本県としても、技術職が不足している市町村に派遣して支援しています。合併や財政難から通常から人材不足であり、災害時に多岐の業務が発生して、市町村は大変苦しい状態です。引き続き支援を行います。

国道57号が被災するとそれに代わる基幹道路がない。九州の東西を結ぶ横断道路として、中九州道が出来ていたら、救援、復興はもっと迅速に出来たでしょう。安心安全の為、強靭な道路ネットワーク形成に国全体として取り組んでほしいと思います。

（数字は災害査定によるもの。国代行の阿蘇大橋などは含まれていない。）

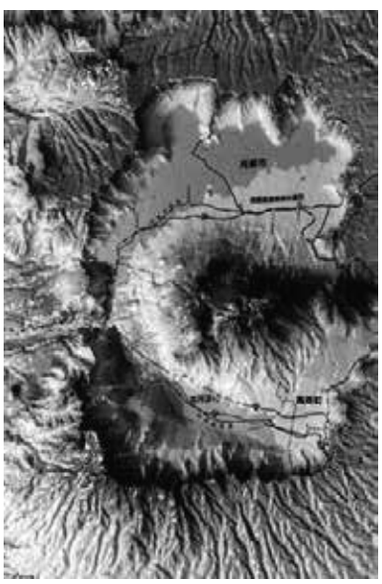
第1節① 阿蘇を土砂災害が襲う

土砂崩壊が大量発生、125件も
外輪山「先阿蘇」斜面と「阿蘇五岳」中央火口丘群で
小ドーム、緩やかな斜面でも大被害

熊本地震は阿蘇地方を中心に、大地を揺るがし、引き裂き、崩れ落ちる大規模な土砂災害を引き起した。土砂災害は125件が平成28年末までに確認され、うち94件が熊本県、それも阿蘇地方を中心に発生（その他大分県で17件など）、南阿蘇村立野での斜面大崩壊に走行中、巻き込まれたとみられる大学生を含め、死者19人を出している。阿蘇地方は豪雨による土石流の発生によって、大きな被害を受けてきたが、今回は地震動による大規模な土砂移動現象であり、これまでに経験のない災害となった。

阿蘇大橋の落橋

阿蘇のカルデラは南北約25㎞，東西約18㎞の卵型の盆地をなしている。通常、カルデラは直径2㎞程度から呼ばれるが阿蘇カルデラは世界有数の規模だ。その外輪山の唯一の切れ目となっている立野火口瀬からカルデラ内を流れ下った黒川と白川が合流して熊本平野を潤している。



熊本地震では、阿蘇カルデラ（標高差300～450m）の北西から西壁にかけて、斜面崩壊が多発した。立野火口瀬からは、今回、本震の震源とされる布田川断層が南西方面に延びている。

最もショッキングだったのは阿蘇大橋の落橋である。阿蘇カルデラ壁の斜面崩壊によって約50万㎥と推定される膨大な土石が崩れ落ち、JR豊肥線、国道57号そして国道325号につながる阿蘇大橋を破壊し、黒川の渓谷の底に落下させた。この斜面崩壊の頂部は標高約755mで、幅約200m、長さ700mに渡る大規模なものだった。

斜面崩壊に2つの形

斜面崩壊は大別して、外輪山・カルデラ壁の崩落と阿蘇五岳を形作る中央火口丘群の二つの形で発生している。カルデラ壁の崩落は南阿蘇村立野の阿蘇大橋付近を含む立野火口瀬、北外輪山で発生しており先阿蘇火山岩群が中心と見られる。

また、中央火口群では阿蘇山の中央火口群、烏帽子岳や多くの犠牲者を出した高野台団地で見られた。斜面崩壊土が、雨が降っていないのに、そのまま土石流となって流れ出た山王谷川の例もあった。

阿蘇の大規模な火山活動は約30万年前から9万年前まで4回爆発的噴火があったとされるが、カルデラ壁の先阿蘇火山岩群（溶岩、凝灰角礫岩など）はそれ以前の古い火山岩とされ、地震動によって崖の頂部や尾根、中腹の斜面など各所で斜面崩壊などが発生。

一方、中央火口丘群には火山岩の上に火山灰など降下火砕物が堆積しており、それらが地震の揺れで斜面崩壊を引き起こし、高野台のように緩やかな斜面でも地すべり性の崩壊を起こした。

緩斜面でも崩壊、惨事

京都大学火山研究センターがその頂上（標高567・7m）に立つなだらかなドーム型の小高い丘（高野羽根火山）の南西斜面で、センターの下30～40m付近から斜面崩壊（深さ約8m、最大幅約200m）を起こし、わずか7%程度の緩斜面だったが、頂上から約70m下の住宅団地高野台団地を襲い、死者5人を出す惨事を引き起こした。緩い斜面での崩壊であっても、なだれ化して大きな被害を出す危険を示している。この斜面を覆うテフラ層（主にシルト質火山灰と土壌層）が雪崩状となって崩落、崩れた土砂は小さな塊（直径1m程度）を形作りながら450～500m崩れ落ちた。

崩壊土砂は3方向へブロック状化して移動しており、いずれも表面が

波打つように原形を維持しながら移動堆積している。

緩やかな傾斜のドームでありながら、８ｍもの深さで崩れ、次第に崩落幅を最大２００ｍにも広げながら、５００ｍも土砂が流れ下って、住宅団地に大被害を与えた。崩落頂部と団地との高低差は約50ｍに過ぎなかった。土砂災害警戒区域にも指定されておらず、団地住民にとって想定外、「まさか」の惨事だった。

深部から崩壊、土石流との違い

豪雨で発生した土石流では、表層の１～３ｍの土砂が崩れ流れ下っている。例えば平成24年の九州北部豪雨によって国道57号滝室坂（阿蘇市）や外輪山からの土石流など大きな被害を出してきた。今回は降雨がないにもかかわらず、地震動で深さ８ｍもの深部から崩れている。

一方、阿蘇山の南西を流れる山王谷川のように、崩壊した土砂が、少量の流水で土石流となって流れ下っている。標高約９００ｍ付近で浅層崩壊が起きたとみられ、谷を流れ下りながら崩壊規模を大きくし、途中の砂防堰堤を一部破壊、乗り越えてさらに下った。土石流となったのは、この谷川には大量ではないが水が流れており、崩壊土砂がその流れに乗って土石流となり約１・５㎞流れ下ったものとみられる。斜面崩壊の土砂は少量の表流水でも土石流化してしまうことを教えている。

高野台団地付近の緩斜面での崩壊「（南阿蘇村）

頂部に亀裂、再崩壊も

熊本地震の揺れによって発生した土砂災害の後も斜面崩壊などを起こした尾根部に大きく口を開けた亀裂や段差が生じており、また、水を通しにくい火山灰層に亀裂が入ったことによって、大雨で水が岩盤に浸透しやすくなり深い崩壊を起こす可能性も生まれた。このように２次災害を引き起こす恐れのある危険斜面が地震後にも各地に残り、復旧工事の大きな妨げとなっている。

斜面大崩壊を起こした阿蘇大橋付近の斜面上部・尾根筋までには口を開いた形で亀裂や段差が見られ、大雨の場合、亀裂を起こした岩盤に浸透しやすくなり深層崩壊を起こす可能性を、地盤工学会現地調査団は指摘している。

尾根部の崩壊によって崩落した土塊が土石流化せず、樹木などでとどまり大雨によって土石流化する危険もある。

地震と豪雨のダブルパンチ

斜面崩壊と集中豪雨による土石流の違いは、斜面崩壊は岩盤の崩壊や巨石の落石、土石の流路が短いことなどだ。また火山灰地盤の崩壊も生じたことから、今後、土砂災害危険個所、警戒区域の見直しも必要になった。阿蘇地方では、地震後の６月20～21日には大雨が降り、土砂災害を引き起こし、また余震によって、さらに斜面崩壊が拡大するなど連続パンチを受けている。

こうした二次災害の危険性から、立野の斜面大崩壊地域では、降雨や余震によってさらに崩壊が続く恐れがあり、国道57号、ＪＲ豊肥線の復旧工事は、崩壊斜面の防災工事が終了後に行われることになり、無人重機の遠隔操作による排土と残土の崩落を食い止める２本のえん堤の築堤が行われた。砂防工事が終了した平成28年12月26日から、斜面崩壊のメカニズム、地質構造などの調査が技術検討委員会（委員長・北園芳人名誉教授）で開始された。

阿蘇地方の斜面災害

①発生源②主たる誘因③崩壊形態

【阿蘇大橋上の斜面崩壊】①火山岩類（岩盤）②地震動による慣性力③深層崩壊

【白川、黒川の合流部】①火山岩類（岩盤）②地震動による慣性力③落石、トップリング、岩盤崩壊

【火の鳥温泉、蘇峰温泉地区】①火山灰質地盤②地震動による慣性力③表層崩壊

【烏帽子岳、小烏帽子】①火山灰質地盤②地震動による慣性力③連続的な表層崩壊

【高野台地区】①火山灰質地盤②地震動による強度低下と水圧上昇③地すべり性崩壊

【山王谷川】①渓床堆積物②崩壊土砂と河川水③土石流

警告されていた熊本地震

熊本地震は、九州の割れ目で発生した地震だ。中央構造線（臼杵八代構造線）に沿った、別府島原地溝帯と呼ばれる深い溝があり、九州は南北に引っ張られて、少しずつ割れて離れて行くのだという。割れ目の底からマグマが吹き出し阿蘇や久住、雲仙の火山活動が活発だ（豊肥火山地域）。火山が噴火、火砕流など火山灰や溶岩が流れ出て地溝帯を埋めている。

この地溝帯に沿って、今回、熊本地震を引き起こした日奈久断層（前震）布田川断層（本震）別府万年山断層（同）などの活断層が走っており、いずれも九州が南北に引っ張られる力によって、これらの断層を震源とする直下型地震が発生した。熊本県防災計画の中でも日奈久・布田川断層で「30年以内にM７クラスの地震発生確率６％と警告していた」。これに連動した地震で、大分道などに被害を出した別府・万年山断層についても最大２・６％の発生確率を想定していた。

今回、斜面崩壊や地すべりなど防災対策について、山地災害危険地域が熊本県下に４３８６カ所（平成24年現在）、土石流発生危険渓谷３９２０カ所、地すべり１１１カ所、崖崩れなど危険傾斜地９４６３カ所あることを指摘、防止施設の整備と警戒避難対策の必要性を強調している。

その警告通り、断層に沿って地面が右横ずれ（最大２ｍ）する地震が発生、長年にわたる火山噴出土の堆積で出来た地盤が崩れ、阿蘇カルデラ地方を中心に大規模な斜面崩壊、崖崩れが発生、道路や堤防など社会インフラに大きな被害を与えた。断層による地震動と脆弱な火山性地質がもたらした惨禍であった。

熊本地震によって、いたるところ、土砂が崩壊、道をふさいでいた。

第1節② ルポ **惨状！　国道57号、県道28号**

落橋した阿蘇大橋、生き残った阿蘇長陽大橋
難工事連続の橋、道路の復旧

跡かたもなく落橋した阿蘇大橋右岸側に立った。斜面崩壊して流れ下った巨石がゴロゴロと溜り、信号機と思われる鉄柱が倒れ、巨木が根こそぎ押し流されてきている。地震前は国道３２５号の分岐点で信号機があり、30ｍ近い道路幅に拡張され、阿蘇大橋を渡る車と直進する車列が分離されスムーズに流れていたところだ。今は土石におおわれ、国道57号の姿はなにもない。熊本県南阿蘇村立野地点の50万㎡に及ぶ大規模な斜面崩壊によって国道57号は２００ｍに渡って埋没、損壊、その先にちぎれた道路のコンクリート路床が見えるほかは、道路は姿を消している。阿蘇大橋が落橋した現場は、息をのむ惨憺たる状況が目の前に広がっていた。

落橋した阿蘇大橋

崩れ落ちた阿蘇大橋

国道57号東海大学農学部の建物が見える対岸に目をやると、阿蘇大橋が折れてぶら下がり、周辺の急崖は一面、崩れ落ちて、むき出しの絶壁となって、渓谷はさらに大きく口を開いている。この谷底に大学生が車ごと土石に巻き込まれた。かつては、名瀧百選に数えられた数鹿流ヶ瀧は見えない。「残っているようですよ」と現場工事担当者。かつての展望所は危険なので確認は出来ないという。

目を崩壊した斜面に上げると、巨大な

国道57号（大分市～竹田～阿蘇～熊本～島原～諫早～長崎）。但し大分～豊後大野までは国道10号、熊本市では国道3号、諫早～長崎間は国道34号などと重なる。

国道57号は長崎市と大分市を結び、当初は雲仙・島原～阿蘇・九重～大分・別府を結ぶ観光ルートとして登場した九州横断国道だが、宇土市・三角港から島原港へのフェリーが廃止となって有明海を渡る海路がない状況が続いている。また、他の国道と重複しており、そのメインルートは熊本市～大分・豊後大野間となっている。特に、熊本市から阿蘇市へは観光シーズンの渋滞が激しく、４車線化工事が急ピッチで進められていた。

中九州横断道路が建設中だが、阿蘇・大津道路（５・３㎞）は、国道57号の４車線化工事を優先するため、工事中止となっている。土石流による大きな被害を受けた阿蘇外輪山を登る難所・滝室坂では、登坂道に代わってトンネル建設が進んでいる。

一方、大分側の犬飼～朝地ＩＣまでは平成７年２月供用開始、竹田ＩＣまで６㎞は同30年度供用される予定で工事が進んでいる。

スプーンで山を削り取ったように、荒々しい土砂崩れの跡が頂上まで広がっている。目を凝らすと、山頂にブルドーザーが動いている。中腹にも数台、排土作業をしている。「2次災害が危険なので、どれも無人重機、遠隔操作で動いています」と建設会社の現場担当者。崩れ落ちそうな土石を排除し、土石流防止の堰堤が2本、20～50m間隔で築堤されている。これも無人重機を操作して行われた。

「どこから、遠隔操作しているのですか」。約700m下の道路沿いに建てられたプレハブ小屋に案内された。中では約10人のオペレーターが画面をにらんでブルドーザーなどを運転している。1台の重機に一人のオペレーター、近景、遠景、運転席からの画面4～5枚のスクリーンを見ながら操作していた。「山頂のブルは、もっと現場近くで操作しています」。危険度が大きく、目視の確認が必要なのだろう。

排土と堰堤建設が終わらないと、麓の埋没した国道57号の復旧には手が付けられない。黒川、白川沿いの立野地区の阿蘇外輪山には無数の土石流跡が残っている。地震後の豪雨による土石流の爪痕だ。土石流再発を懸念して一時、閉鎖を表明した阿蘇立野病院の白い病棟も見える。

国道57号―斜面崩壊
重機を遠隔操作、安全確保

新阿蘇大橋建設へ

阿蘇大橋の架け替え計画は進んでいるのだろうか。斜面崩壊に破壊された教訓を生かすため、旧橋から約700m下流のより地盤の堅固な地点を選び、橋の形式も橋脚を持つラーメン橋が採用された。同形式の阿蘇長陽大橋と並行する形で架橋されることになる。両端に取り付ける側橋を長くとることで、安全・安定度を確保することを狙っている。

その阿蘇長陽大橋への、国道57号から南阿蘇村へつなぐ村道は、黒川と白川の合流点から白川の急崖沿いをくねりながら走っている。この渓谷を一跨ぎしている阿蘇長陽大橋に向かった。道沿いの温泉場を過ぎるとアスファルト道路が崩れ落ち幅1m足らずしか残っていない。ソロソロと渡ると、長陽大橋の橋端コンクリートがむき出しになっていた。地震によって橋手前の道路が崩れ落ちてしまっているのだ。

「しかし、橋脚などは持ちこたえて、自立していますから橋取り付け道路部分の修復、強化で復旧は可能とみています」と復旧工事の責任者・菅伊佐男さん（九州地方整備局・熊本地震復旧対策室長）。しかし、橋の向こうの道路沿いの急崖は作り、ほとんど垂直の急崖を作っている。

今回の熊本地震で崩壊した黒川の急崖、特に阿蘇長陽大橋周辺に見られ、その美しく、特異な景観を与謝野鉄幹・晶子ら多くの歌人、俳人が詠っている。

この柱状節理を挟んで、上部は多孔質の軽石角礫と火山灰まじりの凝灰層となっている。噴火が連続的に発生した場合、火砕流は高い温度で積み重なり、溶岩のように流れて行く。時間がたつにつれ、次第に固まって（溶結）、急速に固まった下部層と上部層は溶結度が低く、軟らかいが、中間層は堅く溶結することになる。

この地層構造が、豪雨や地震によって崩れやすい地層状況となって、今回の熊本地震での大規模な深層斜面崩壊を引き起こした、と見られている。国道57号・滝室坂の土石流（平成24年、九州北部豪雨）では上層が土石流となり、下層から滝のように水が吹き出ていた。

軟らかい溶結凝灰岩は細工がしやすく、石橋や石灯籠などの材料となっており、九州の石文化を形成してきた側面もある。

阿蘇火山は、世界最大級のカルデラとその中央の阿蘇五岳（中央火口丘）からなっている。カルデラは東西18km、南北25km。外輪のすそ野は直径50kmを越え、富士山より一回り大きい規模となる。しかし、巨大な一つの火山が爆発、陥没してカルデラが出来たのではなく、多数の火山が噴火活動を繰り返し、大量の火砕流を噴出、地下の膨大なマグマが吐き出され、陥没してカルデラが形成されたとみられる。

この活火山群は約30万年から9万年前まで4回の大爆発を起こしたが、最も大きかったのは最後の4番目の爆発で、火砕流は南北200km、東西240kmと九州の3分の2を覆い尽くした。北は福岡、伊万里市まで、北東は中国地方にまで及び、南へは人吉盆地、さらに標高1000mを越える九州山地を乗り越えて宮崎まで届いている。

雲仙普賢岳の火砕流は記憶に新しいが、その何万倍もの規模で、九州の生物はほとんど死滅、死の島と化したとみられる。その火砕流の痕跡は、例えば、宮崎・五ヶ瀬川上流の高千穂峡など峡谷に見られる柱状節理で、直径1m程度の5角形ないし6角形の石柱を形

4回の阿蘇大爆発

激しく崩壊、戸下橋は落橋して姿を消している。村道の復旧は難工事の連続となりそうだ。

破損した俵山トンネルと橋梁群

阿蘇大橋から、俵山トンネル（県道28号）へ向かう。このトンネルは熊本市から南阿蘇、高森への基幹道路だ。同トンネルへ道路と橋梁群が地震で被害を受けて通行不能になったため、山中を曲がりくねって続く俵山越えの旧道を辿る。大型ダンプ、工事車が細い道を行きかっている。

巨大な発電用風車の下を進んで、俵山トンネルの坑口に辿り着いた。坑口のコンクリート壁には無数のヒビが走り、つなぎ目にはズレも見える。「造り直すほかないでしょう」と菅さん。コンクリート壁は10・5mごとにつがぎ合わせる形で構成されているが、地震の揺れでコンクリート板が互いにぶっつかり、その衝撃で大小の亀裂が生じている。大きくいたんだところは、コンクリート壁板を造り直すなど補修工事が進行中だった。

くずれた県道28号の橋梁群

県道28号（熊本高森線）
六橋がことごとく被災

傷付いた橋梁群

被害が大きかったのは、谷筋を渡るトンネルへの橋梁群。X（H）字型の橋柱が美しい斜張橋・桑鶴大橋は地震で、橋が揺れ太いケーブルが痛み、橋の両端が破損、橋を支える支承、落橋防止のコンクリートが壊れた。落橋を免れたのは、耐震用のこれらの装置が機能したためと言えるだろう。他の橋もほぼ同様な被害で、ゴム支承や落橋防止壁の破損のほか、橋全体が動いてしまった。道路と橋の黄色中央ラインが1m近くずれていた。ズレは橋をジャッキで動かし、元に戻すのだという。

道路、トンネル、橋梁が被災したが、特に橋梁の被害は甚大で、被災地に大きな打撃を与えた。主要橋梁だけでも、阿蘇大橋（国道325号）戸下橋（村道栃の木線）が落橋、県道28号の桑鶴大橋など六橋のほか、立野橋（国道57号）が損壊した。部分的には壊れたが、取り付け道路が崩れ通行不能に陥った阿蘇長陽大橋、南阿蘇橋などもある。

一部が壊れた南阿蘇橋（国道325号）

高速道路、鉄道も

国道57号、県道熊本高森線の俵山

復旧工事中の桑鶴大橋（県道28号）

トンネルと橋梁群のほか九州道など高速道路、鉄道など交通動脈が寸断された。九州道も熊本ＩＣ付近の神園橋などの橋脚が傾き、嘉島ＪＣＴ付近の木山川橋が桁ずれを起こした。特に、松橋ＩＣ～御船ＩＣ間の跨道橋が落橋、九州道を塞ぎ、九州道は不通となった。また、大分道由布院～日出ＪＣＴ間の並柳橋も損壊するなど被災した。

高速道路の復旧は早かったが、国道57号の被災は大規模で、大津～阿蘇へミルクロード(県道北外輪山大津線）が迂回道路として復旧を急ぎ、２日後には小型車の通行が可能になり、４日後には大型車も通れるようになった。

寺田寅彦（１８７８～１９３５）（物理学者、随筆家）

平成28年熊本地震（４月14日～）で熊本大学も大きな被害を受けた。熊大の前身・第五高等学校は物理学者、東京帝国大学教授・寺田寅彦の母校である。熊大には明治時代に建設されたレンガ造りの建物が国重要文化財として保存されていた。工学部実験室、五高記念館、工学部研究資料館などで、地震によってひび割れなどが生じ、他の大学施設の被害も併せて総額１５０億円にものぼるという。

東京生まれの寺田が五高に入学したのは、文豪・夏目漱石を慕ってのことである。

漱石は明治29年、愛媛県の松山中学英語教師から、五高に赴任している。赴任当初、漱石はまだ小説を書いていない。正岡子規に学び、俳人として売り出し中の時期だが、寺田は理学生ながら漱石に傾倒していた。漱石の英語講義を聴くだけでなく、新婚ほやほやの夏目家に強引に下宿している。

漱石もまた、理化学に強い関心を持っており、寺田を理科の「家庭教師」のような相談相手にしていた。そのことは小説「吾輩は猫である」や「三四郎」のなかで登場する人物モデルとして生かされている。寺田もペンネーム北村冬彦、随筆家として、才能を発揮した。また、漱石死去の後は漱石全集の責任者ともなっている。

東京帝大に進んだ寺田は物理を専攻、教授となるが、彼の関心は音響学、磁力研究と幅広く、特に地震を中心とする防災科学の提唱者として名を遺した。

警句「災害は忘れたころにやってくる」

「災害は忘れたころにやってくる」との有名な警句の出典は必ずしもはっきりはしないが、関東大震災の被災調査に当たった寺田は、その趣旨のことを手紙や随筆の中で繰り返している。

「今度我々がなめたのと同じような経験を昔の人はなめ尽くしている。それを忘却して勝手な真似をしていたがためこのようなことになった」（手紙）

「（大惨事の）直接の原因に横たわる重大な原因は、ああいう地震が可能であるという事実を日本人の大部分がきれいに忘れてしまっていることに帰すべきであろう」（随筆）など、同趣旨の警句を発し続けている。

天災はなぜ忘れられるのか。何と言っても、災害発生の間隔が長く１０００年、あるいは数１００年に及ぶため、被災経験の伝承が歳月と共に薄れ、やがて忘れられてしまうことにある。

確かに、人間は忘れっぽい動物である。しかし、寺田は江戸時代の安政・宝永地震を例に挙げて「（関東大震災）はむしろ局部的なものと言える。今後いつまたこの大規模地震が来たとする。そうして東京、横浜、沼津、静岡、浜松、名古屋、大阪、神戸、岡山、広島から福岡辺まで一度に襲われたらこの国は一体どうなるのであろう」（随筆・地震国防）と書いている。

寺田は、まさに、現在、危惧されている東海、東南海、南海地震が連動して起こった場合、大地震と大津波によって日本沈没、亡国の道しか残っていないことを警告しているのだ。

第1節③　断層地震のエネルギー集中

尾根部で崩壊、崩れ落ちる
国道57号沿いの斜面で25箇所
教訓―より詳細な地質調査を

国道57号と同325号が分岐する南阿蘇村・立野で、JR豊肥線、国道57号を破壊し、阿蘇大橋を落橋させるような斜面大崩壊がなぜ起こったのか。

この地点は北外輪山の内側、カルデラ内を東西方向に同57号は走っているが、道路沿いは北側が緩やかな斜面で段々畑があり、南側は黒川の渓谷となって落ち込んでいる。斜面崩壊や土石流発生の可能性は高くはないとみられていた。にもかかわらず、どのような地層構成、メカニズムで、50万㎥もの斜面崩壊が発生したのか、北園芳人・熊本大学名誉教授をトップとする調査団が平成29年1月から現地調査に入った。それまでの8か月間は、2次災害の恐れがあり、排土工事がようやく終わり、現地に入っての調査が可能になったのである。

山頂からの斜面大崩壊（南阿蘇村立野）

走る地溝、断層帯

斜面崩壊が発生した地点は、外輪山が切れる立野火口瀬のすぐ東側でカルデラ内。国道57号にほぼ沿うように大分―熊本構造線が走っており、それに沿って今回地震を発生させた布田川断層が存在している。4月16日の本震を引き起こしたとみられる布田川断層の下端は深さ約23㎞、上端は1・8㎞。阿蘇地方は前震では震度6弱以上は観測していないが、本震では震度6強と激しくなっている。

防災科学研究所によれば、熊本地震の震央（震源の真上の地表地点）は阿蘇大橋付近を境に二つに分かれ、北東と南西地域に密集している。地表地震断層は火口瀬から北東に走り断層下端が崩壊地点付近と推定される。また阿蘇大橋付近では震央分布が少なく、地震が最も大きなエネルギーを出したとみられる。

黒川と白川が合流する南阿蘇村立野地区や同河陽地区は震央から約25㎞も離れているが、最大加速度は震央付近の2倍を超える1316・3gal（上下動成分）を記録。阿蘇大橋を落橋させ、国道57号を崩壊させた斜面崩壊や、高野台住宅団地を襲った地すべりにつながったとみられる。

国道57号沿いで斜面崩壊、多発

この地震動で国道57号沿いの外輪山斜面（標高500m以上）で約25カ所の崩壊が起こり、同国道に隣接する南側斜面で15か所以上の崩壊が集中的に起こっている。最大の斜面崩壊は阿蘇大橋付近のものだが、立野火口瀬付近の斜面でも多発、死者2名を出した。

国道57号は黒川の渓谷の縁を走っており、立野橋近くでは路面が崩落、谷底へ落下するなど立野（南阿蘇村）～赤水（阿蘇市）間は大きく破壊された。

斜面崩壊は、豪雨による土石流と違って、尾根部から崩壊、崩れ落ちている。崩壊頭部には、崩壊後も大

きな亀裂が口を開け、崩落寸前の土塊が残って、余震や降雨などによって、再度崩れ落ちる恐れは強い。実際、地震後の6月の豪雨で土石流が再発している。

警戒区域の見直しを

地盤工学会は、斜面崩壊・土砂災害、活断層・地震動、河川・ダム等7班を編成して現地調査を行った。斜面災害については、①地震動によって発生した山の尾根部で崩壊している②土石流の流路が短い③岩盤の崩壊や落石が多発している④火山灰地盤の崩壊などの特徴をあげ、地震による斜面崩壊と豪雨などによる土石流との違いを指摘。火山灰地盤での土砂災害危険個所、警戒区域の見直しを求めている。

これらの地質調査は、斜面崩壊の発生メカニズムの解明だけでなく落橋した阿蘇大橋に替わる「新阿蘇大橋」の架橋位置や形式決定のために広範囲にわたって、ボーリング調査など綿密に行われた。ボーリングで地中に穴をあけ、1mごとに地層の種類、硬さを調べ（標準貫入試験）たり、電気を地盤に通して調査する電気探査などが行われた。

残された教訓

国道57号沿い、阿蘇大橋周辺の外輪山斜面だけでなく、県道28号（熊本高森線）も地震動によって俵山トンネルをはじめ桑鶴大橋など6橋が深刻な被害を受けた。一般的に地震に強いとされるトンネル（俵山、南阿蘇両トンネル）にひび割れ、コンクリート壁の落下が見られた。6橋は耐震補強によって落橋は免れたが、橋桁が谷側にずれ、支承や下部工に深刻な被害を受けた。「地震動だけでなく、地盤の崩壊や土砂の移動」など複合的な要因が重なっているとみられ、「今後、一層の綿密な地質調査が必要」（地盤工学会）としている。

二次災害の危険を避け、無人化施工を行うコントロール室

福岡県西方沖地震でも斜面崩壊

福岡県西方沖地震は、平成17年（2005年）3月20日発生（M7）、玄界島北側などで斜面崩壊が発生、また南側の緩斜面の集落にも大きな被害をもたらした。崩壊は北側の急斜面・山頂部の比較的浅いところで発生、玄武岩の表層崩壊とされている。一方、島の南側は地すべり地形で、比較的緩斜面だったが、家屋損壊、石垣の崩壊などの被害が生じた。

金印が発見された事でも有名な志賀島でも東側斜面で幅約350m、高さ80mにわたって斜面崩壊、海岸沿いの市道を埋めた。

玄界島では斜面崩壊が多発。

えびの地震の山腹崩壊

阿蘇カルデラでの地震被害と同様、カルデラ内の山腹崩壊が多数発生したのは宮崎県「えびの地震」（昭和42年2月21日）。前震に続いて2時間後、本震（M6・1）が発生、その後も余震が続き、3月25日には最大の余震（M5・4）が発生、余震活動が再び、活発になった。有感地震は1700回に及んだ。

霧島火山で出来た加久藤カルデラは熊本、宮崎、鹿児島の県境にあるえびの盆地を形成している。盆地を取り囲む外輪山はシラス土壌が多く、山腹崩壊は328カ所におよんだ。

地震によって、死者2名、橋梁、堤防、道路など社会インフラを始め、家屋倒壊など大きな被害を残した。えびのは南九州・宮崎とはいえ、高地・寒冷地で被災者は冬季の厳しい避難生活を強いられた。

外輪山には九州道・加久藤トンネルが掘削されているが、大量の出水で難工事となった。

第1節④　無人施工で、危険土砂を排除

危険な斜面を走る、遠隔操作の重機
２次災害を回避、安全確保で復旧へ

黒川下流、南阿蘇村立野の国道57号を登って行く。落橋した阿蘇大橋の現場に近づくにつれ、道路のひび割れなどが目立ち、立野橋付近は黒川右岸側の道路が半分近く崩れ、谷底へ落ちている。山際の残った道を辿って行くと、斜面崩壊のすさまじさが目の前に現れる。大木が根こそぎ横倒しになり、大きな石が無数に転がっている。50万㎥と言う膨大な土石が長さ７００m、幅２００mにわたって、流れ下り、ＪＲ豊肥線、国道57号線を押し流し、阿蘇大橋を落橋させた。対岸には阿蘇大橋の残骸が白くぶら下がっている。谷底に約40万㎥が崩落、近くの名所・鹿数流ヶ滝の滝つぼをはじめ川底を埋め、「滝は短くなってしまった」という。崖ぶちで作業をしていた人に「そこから滝が見えますか」と声を掛けた。「だめです。危険で、覗けません」。

国道57号を埋没させた斜面崩壊

頂上部にも無人重機

崩落現場の麓には、バックホウやダンプが動いている。見上げると、頂上付近にも、重機が働いているのが小さく見える。50万㎥の内、約10万㎥がこの斜面に残っているため、余震や大雨による２次災害の恐れが大きく、国道57号の復旧作業に入れない。平成29年１月になって、やっと北園芳人熊本大学名誉教授をキャップとする調査団が地質や斜面崩壊のメカニズム解明の現地踏査に入れた。地震発生から８カ月以上、極めて危険な状況が続いてきた。

このため、無人重機を遠隔から運

無繰の指示を受けて自動する重機群

遠隔操作のオペレータ室

転操作することになった。長崎・雲仙普賢岳の爆発噴火で火砕流が多発、堆積した土砂が土石流となって麓の住宅を襲うため、立ち入り禁止措置がとられた。しかし土石流を排除しないと危険は続く。雲仙で開発された遠隔操作で重機を動かす無人化施工システムが、急きょ、熊本地震の斜面崩壊の現場に登場することになった。

排土作業と堰堤づくり

この現場では、2カ所で無人重機が働いている。斜面崩壊の頂上部分の崩落の恐れのある土石の除去と中腹から麓にかけての大量の残土排土と崩れ落ちてくる土砂を食い止める砂防堰堤（土留め盛土）を2本築堤する現場だ。排土工事は地震発生の20日後、5月5日から始まった。

斜面頭部には、大きな割れ目が出来、余震や大雨でいつ崩落してもおかしくない状況。安山岩の上の表土は阿蘇火山灰土の黒ボクと岩垂堆積物で、崩れ落ちずに残っている地層だ。危なくてとても近づけない。バックホウを分解、ヘリコプターで20回以上往復して、運び上げた。遠隔操作は近くの安全地帯からオペレーターが行っている。

中腹から麓にかけての排土作業と築堤工事は、雲仙の無人化工事が再現されたと思わせる程、かなり規模が大きい（ネットワーク対応型無人化施工システム）。

1㎞離れて操作

遠隔操作は約1㎞離れた国道57号沿いの「操作室」から行われる。プレハブの作業室で、10台の重機をテレビ画面を見ながらここから操縦する。「遠隔操作の場所は絶対安全な操縦室でなければなりませんから、危険な現場から離れたほうが良い。国交省の光ファイバー回線を使っての実験では、相当、大きく操作室を引き離し、遠距離操作が出来るようになっています」（熊谷組の作業所長・長束聖一氏）。

崩壊した斜面の頭部と対岸の黒川左岸にカメラを置き、全体状況を監視する。それぞれの重機には固定カメラが取り付けられている。作業エリアの3隅と下流部の4か所に無線局が置かれている。

重機ごとにオペレーター

操作室から約300mにある中継局はLANケーブルで結ばれ、さらに700mから3つの中継局をリレーする形で4か所の無線局に、オペレーターからの指令が流れ、各重機が操作される。重機に取り付けられたセンサーやGPSの位置情報によって、正確にバックホウのバケットの位置がオペレーターに把握できる。「一つの操作室から一括して、現場の重機が管理できる。1重機を一人のオペレーターが操作します」（長塚氏）。オペレーターは画面を見ながら、重機に乗って直接操縦している感覚で、遠隔操作している。現

重機への指示は無線塔から行われる

重機による排土作業

中継局から重機に指示が流れる

危険な高所での遠隔操作

在のところ、直接、重機に搭乗しての作業効率に比べ60％程度と見られている。

平成28年12月末、無人施工は無事終了、国道57号の本格的な復旧工事をスタートさせる安全な状況がつくられた。

無人化施工にはオペレーターの育成、研修などが必要になるが、何より、地震や火山噴火など災害現場に限らず、無人化施工が幅広く行われることによって「進化」するのだろう。

現場に立ちながら「高く飛ぶ鳥がいなくなると、良い弓は庫にしまわれる」という中国のことわざが思い出された。

遠隔操作で重機を動かす

無人化施工、発祥の地・雲仙に記念碑

国道57号を破壊し、阿蘇大橋を落橋させた大規模斜面崩壊の現場は、2次災害の危険が大きく「無人化施工」が実施された。

平成2年、198年ぶりに大噴火した雲仙普賢岳の危険な現場（警戒区域）には人が立ち入れないため、排土などの為に、遠隔操作で重機を動かす無人化施工が開発された。その技術が南阿蘇村立野の斜面崩壊の現場に使われた。

普賢岳噴火25周年を迎え、当時、開発にタッチした関係者の間で「無人化施工、発祥の地」である雲仙に記念碑を建てようとの話が持ち上がり、太田一也九大名誉教授や雲仙復興事務所の当時の関係者が募金運動に乗り出した。

普賢岳では、大火砕流で43人の犠牲者を出すなど危険な状況が続いたが、その一方で、頻発する土石流を食い止めるための排土や砂防堰堤づくりの工事が警戒区域内で必要だった。平成5年、復興事務所は「試験フイールド制度」を設け、公募、翌6年から無人施工が始まった。

最初は排土作業中心だったが、技術開発が進み、土砂枠で土石流を止める2本の堰堤を築堤するまでになり、危険地帯での「安全な工事」が可能になった。当時は米国のNASA（宇宙局）幹部が見学に来るほど注目された。現在では、自然災害の現場をはじめ、原発の廃炉工事に無人施工が検討されるまでになっている。

その「発祥の地」を後世に伝えるため、普賢岳麓の「砂防みらい館」前に記念碑が建てられ、平成28年11月13日除幕式が行われた。大きな噴石に「普賢岳・火山砂防無人化施工発祥の地」と刻まれている。

無人化施工の開発・普及に尽力してきた須郷茂夫さん（フジタ・技術アドバイザー）は「技術の伝承、進歩のためには災害現場だけでなく無人化施工を活用する幅広い現場の確保が必要です」と、さらなる技術進歩を願っている。

第1節⑤

インタビュー　北園芳人氏

熊本大学名誉教授、平成28年熊本地震災害現地調査団長（地盤工学会）

先阿蘇火山岩が崩壊
県道28号の橋梁も同じ岩層
阿蘇大橋は複合原因で落橋

北園教授

プロフィール

昭和50年熊本大学大学院研究科修士課程修了、同大工学部助手、助教授から平成14年教授。退職後、同大同大付属減災型研究教育センター特任教授。現在、（株）中央土木コンサルタント北園研究室。阿蘇地域土砂災害対策検討委員会委員長（２０１２年）阿蘇大橋地区復旧技術検討委員会委員長、南阿蘇村復興村づくり計画策定委員会委員長。著書に「これから防災を学ぶ人のための地域防災学入門」（共著）ほか多数。

――今回の熊本地震で土砂災害が多く、道路、橋等、社会インフラが大きな被害を受けました。特に南阿蘇村の立野地区では斜面の大崩壊で国道57号、同３２５号の阿蘇大橋の落橋など、交通が途絶してしまいました。

北園教授　住民の方々の話だと、立野地区では、前震はともかく、16日の本震は震度６強の大きく強い、これまでに経験のない揺れが襲ってきたようです。それによって山の地盤が頂部から崩壊して、ＪＲ豊肥線、国道57号に崩れ落ち、さらに阿蘇大橋を落橋させた。そのまま（平成28年末）では、2次崩壊の恐れがあり、立ち入れなかったのですが、無人化施工で、崩壊斜面上部の排土作業、斜面下部の土留盛土土工の設置が完了し、同29年1月から、斜面下部（ＪＲ豊肥線、国道57号付近）の現地調査が行えるようになりましたので、なぜ、あれほどの斜面崩壊が起こったのか、そのメカニズムの解明が進むことになります。

――それにしても50万㎥もの土石が崩れ落ちるとは。国道57号の現場は山の麓で段々畑となっており、それはかつて斜面崩壊を起こし、堆積した崩土と思われます。さらに、大崩壊が発生することは想定外だったのでしょうか。

北園教授　今回の大規模な斜面崩壊が発生した箇所は阿蘇カルデラで出来た9万年前から度々、斜面崩壊を起こしていたとみられ、過去の斜面崩壊で崩れず残っていた先阿蘇火山岩（安山岩や火砕岩）が、今回の地震で崩れ落ちたとみられます。地震後の大雨（６月20日）でも土石流が発生しています。あの斜面の勾配は35度程度で斜面下部は段々畑で緩い勾配となっていました。堆積物は角ばった岩石、巨石が多く見られました。南阿蘇村では斜面崩壊が多く、それも豪雨による崩壊、土石流と違って尾根部の崩壊や、暖傾斜の斜面での崩壊が見られたのが大きな特徴です。

――京都大学の火山研究センターが頂上に建つ丘陵ドームでは緩やかな勾配（傾斜）なのに深さ８ｍで崩壊し、住宅団地を襲って５名の方々の命を奪っています。

北園教授　あそこは中央火口丘の周辺部で、立野の斜面崩壊の「先阿蘇」火山堆積地層とは違って、表層の火山堆積土が分厚く、勾配10～15度で滑っている。ゆっくりと、一塊のブロックを作り、多方面に崩れていったと思われます。西側に崩落した土砂は麓の住宅団地を破壊、南西側に崩落した土砂は県道１４９号を越え、ゴルフ場にまで達しています。崩れ始めた「頭部」は火山灰土壌の黒ボクと赤ボクの互層で、その下に草千里ヶ浜降下軽石等、降下火山岩が厚く堆積しており、その風化した軽石層の部分ですべりを起こしたと考えられています。頂上部分の京大火山研究所に向かって最大幅１ｍも亀裂が走っていました。

――表層崩壊は阿蘇五岳のいたるところで発生しています。

北園教授　例えば烏帽子岳の南側斜面はほぼ全面に渡って表層崩壊、谷間に崩れ落ち、渓谷を埋める形で堆積しています。その厚さは５ｍ以上もありました。地震後の大雨で、土石流となって、さらに流れ下っています。死者を出した火の鳥温泉の斜面崩壊も黒ボク、赤ボクの表層崩壊

黒川を埋めた斜面大崩壊

――土石流と斜面崩壊の違いはどこにあるのでしょうか。

北園教授　土石流は豪雨によって、15度以上の傾斜を、雨を含んだ土砂が流れ下って行きます。今回の地震時には水が流れていた山王谷川で発生、流路が土砂で埋まったりしましたが、それ以外は地すべり、斜面崩壊などが山中で多く発生し、崩壊土砂が途中で停止、堆積しています。

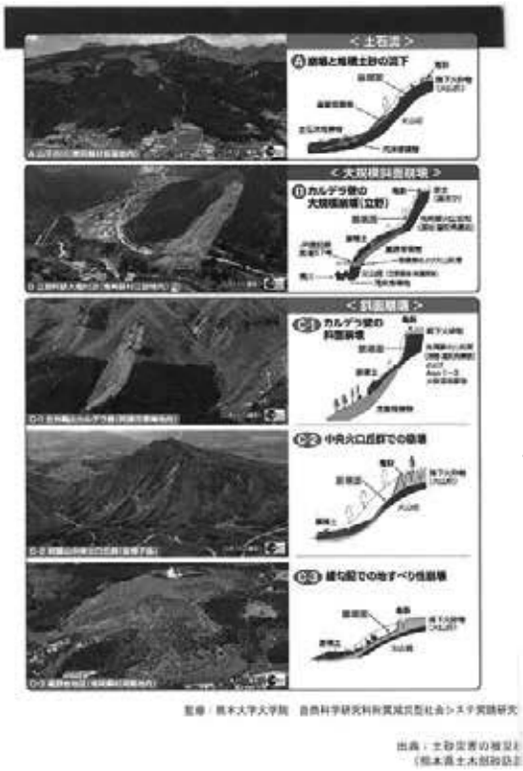
――立野の斜面崩壊の地質は「先阿蘇火山岩」ということですが、中央火口丘の溶岩などとは違うのですか。

北園教授　「先阿蘇火山岩」は、阿蘇山は30万年前から9万年前まで4回の大爆発を起こしていますが、その爆発以前の溶岩です。後の4回の爆発で阿蘇山群が吹き飛んだり、陥没してカルデラを形成したりしています。黒川の右岸が崖崩れを起こしていますが、あそこは赤瀬溶岩や立野溶岩等のカルデラができた後、堆積したものです。「先阿蘇」です。

　今の阿蘇五岳はその後、カルデラの中央部に出来た新しい噴火によって出来たものです。高野台団地のあったドーム形の丘はその時、小噴火して出来たものです。

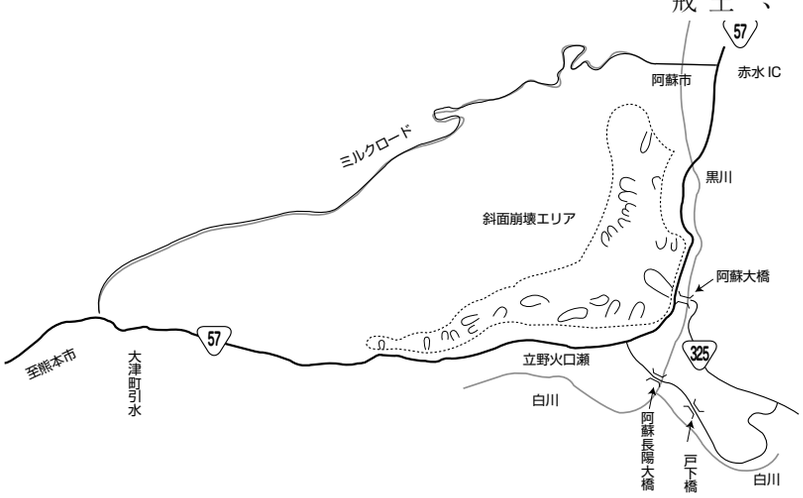
――そうすると、国道57号や阿蘇大橋は黒川の右岸に堆積した「先阿蘇」が斜面崩壊と崖崩れで損壊、落橋したということでしょうか。

北園教授　近く走っている布田川断層が伸びてきているところで断層が動き、発生した斜面崩壊によって崩れ落ちた。大量の土砂の一部荷重が阿蘇大橋上流に流れたり、橋のたもとの地盤を侵食し、橋脚を流出させたり加えて橋台が地震動によってズレを起こしていると考えられますから、主にこの3つの力が合わさって落橋させたとみられます。どれが主原因かはこれからの現地調査と解析を待つことになります。阿蘇大橋以外は落橋していませんから、この橋でした。地震によって生じた亀裂がやはり崩壊上部に残っているのが見られました。斜面崩壊は、地震で発生したため水の影響が少なく渓流の途中で堆積している場合が多く、梅雨や台風などの集中豪雨で土石流化する恐れが大きく、警戒が必要です。



監修：熊本大学大学院　自然科学研究科附属減災型社会システム実践研究

出典：土砂災害の被災と
（熊本県土木部砂防課）



には様々な力が働いた結果、落橋に至ったと見てよいでしょう。

――県道28号では、俵山トンネル他6つの橋が損壊しました。これからはもっと十分な地質調査を行うべきだと言われていますね。

北園教授　阪神淡路大震災の後の耐震補強で6橋とも落橋はまぬがれました。あそこは阿蘇火砕流堆積物や大峰火山溶岩で、立野は外輪山の内側、俵山ルートは外側になります。こうした特殊の地質に構造物を造る場合、点の地質調査を面に広げて調査が行われるべきでしょう。それが熊本地震の一つの教訓です。

崩壊した「先阿蘇」火山岩類

熊本地震で、大規模な斜面崩壊を起こした阿蘇外輪山の斜面は、「先阿蘇火山岩類」で、30万年前から9万年前までの4回の爆発、大火砕流が発生する以前から存在していた阿蘇火山群が形成した火山岩類。安山岩や流紋岩を主体とするもので200万年前から40万年前の火山活動によって形成され、現在では、主に外輪山の内側の中部から下部にかけて存在し、観光名所・大観峰には頂上近くまで露出している。

今回斜面崩壊を引き起こした、カルデラ西部に位置する立野地区の外輪山内側斜面には輝石安山岩質溶岩が露出。その形成時期が阿蘇五岳など中央火口丘群の溶岩に比べ年代が古く「先阿蘇」と呼ばれ、岩垂堆積物が分厚く分布している。また、今回被災した県道28号・俵山ルートの6橋梁と道路は外輪山の外側に当たるが、ここも、立野と同じ先阿蘇火山岩類。

外輪山の内側が円を描いて盆地を形成しているのは、陥没の際、火山群の山縁が残り、連なって弧を描いてるためだ。カルデラを形成している凹地域は、降雨によって火山原湖を形成したことが地質調査で分かっている。その後、地殻変動の断層活動で外輪山の西部が崩れ、立野火口瀬が出来、黒川と白川が合流、熊本平野に流れ出し、熊本市の豊富な地下水の源ともなっている。

対照的な二つの斜面崩壊

熊本地震では、斜面崩壊によって南阿蘇村は大きな被害をうけた。二度にわたる激しい地震動によるものだが、特に本震によって、阿蘇大橋を落橋させた大規模な斜面崩壊（同村立野）と、高野台団地（同河陽）を襲った斜面崩壊が注目された。

黒川渓谷を挟んで両岸にある外輪山と中央火口群の山斜面が、共に地震動による慣性力によって崩れ落ちたものだが、この二つの斜面崩壊のタイプは極めて対照的。

黒川右岸・立野の阿蘇大橋そばの外輪山斜面崩壊は火山岩類（先阿蘇火山岩盤類）の岩盤崩壊を伴う「深層崩壊」で深さ20mの岩盤から崩壊、約35度～25度の急斜面を流れ落ちている。50万㎥と言う膨大な土石が麓のJR九州豊肥線、国道57号、阿蘇大橋を破壊。これまでも外輪山で、土石流が多発、阿蘇市坂梨地区や国道57号・滝室坂を損壊させている。

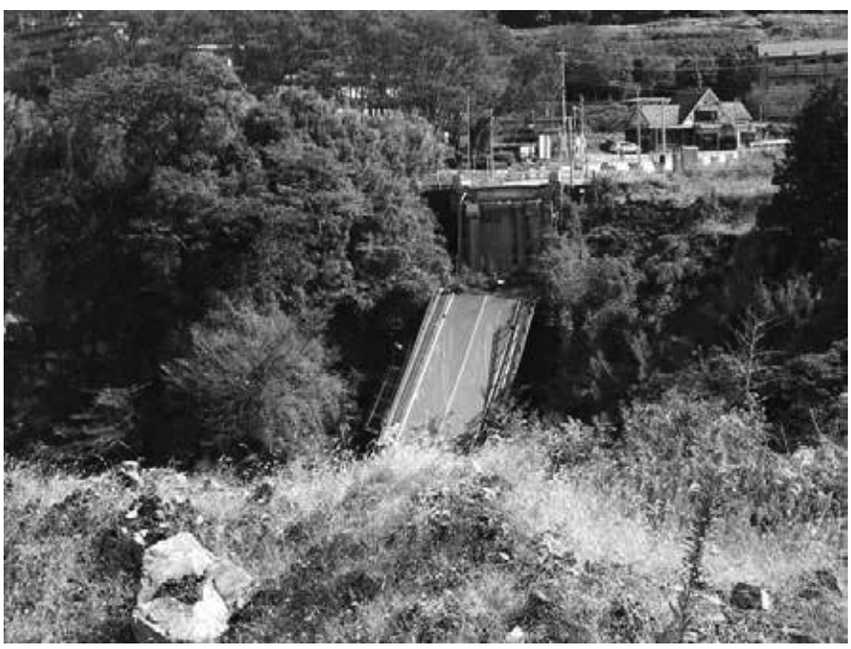
一方、黒川対岸（左岸）高野台団地を襲った斜面崩壊は頂上に京都大学火山研究所の建物がある低いドーム状（円頂丘）で斜面勾配は10～15度の緩斜面、立ち木などを乗せたまま、ゆっくりと波打つように斜面を下り「移動」している。深さ5～8m程度の表層（火山灰質）で浅い。しかし、麓の高野団地の住宅を破壊し、死者を出している。

崩壊土で埋った川床の上を水が流れる（黒川）

第2節①　シンボル　阿蘇大橋が落橋した

南阿蘇へのルート切断、暮らし、地域に大打撃
50万㎥の土石、「一瞬で大橋が消えた」
国道57号を破壊、ＪＲ豊肥線も飲み込む

国道57号から同３２５号への分岐点（南阿蘇村立野）、黒川の深い渓谷に架けられた阿蘇大橋（橋長２０６ｍ）は、鋼製のアーチ橋で、昭和46年に竣工、以来45年間、「赤橋」と阿蘇の人々に親しみを込めて呼ばれ、阿蘇観光のゲート、ランドマークにもなっていた。「赤橋」の名は、建設当初、橋は赤く塗られていたからだ。その後、薄緑に塗り替えられたが「赤橋」と人々は親しみを込めてそう呼び続けてきた。平成28年４月16日午前１時25分の本震で発生した大規模な斜面崩壊で阿蘇大橋の右岸は大量の崩壊土で崩れ落ち、左岸は橋端部が折れ橋桁が急崖にぶら下がり、落橋した。熊本地震では唯一の大橋落橋であり、「まさか、赤橋が消えるとは」と地元民だけでなく、橋梁・土木関係者にも大きな衝撃だった。



渓谷に落橋した阿蘇大橋（右岸側から）

50万㎥の大崩壊

斜面崩壊によって50万㎥もの土石が阿蘇大橋を襲い、その重量とパワーに耐えられなかったことが落橋の主原因との見方が多いが、加えて地震の揺れ（地震動）や右岸の崩壊など２重３重の力が働いたとみられ、詳細な調査が続けられている。左岸側の橋端は接続部分（橋台上）からポキリと折れる様に落橋、橋桁が急崖にぶら下がって残っていた。右岸側は橋端のコンクリート壁は見られるが橋脚は谷底に落下して、土石に覆われて見えない。左岸側の接続道路には10ｍ以上の土砂が残っており、斜面崩壊当初、右岸側から崩落土砂が橋の上を走って左岸側に届いたことを示していた。

左岸の橋のたもとに立つと、橋の位置は斜面崩壊幅２００ｍの左側で、山頂から崩壊土石が土石流のように約７００ｍ流れ、ＪＲ豊肥線、国道57号を飲み込んで崩れ落ち、阿蘇大橋に襲いかかった様子が良く分かる。斜面にはなお崩壊土量の５分の１（10万㎥）の土砂が残り、黒川の渓谷に40万㎥が落ちたとみられている。橋台の右移動は見られるが、阿蘇大橋右岸の崖も崩れており、どのような形で落橋につながったかは、斜面崩壊の土砂がおいかぶさり、現時点では確認は出来ない。右手（下流側）には赤い南阿蘇橋の赤いアーチが見える。周辺は土砂崩壊で国道３２５号は不通になっている。

危険―無人施工で防災工事

橋から76ｍ下の谷底には、巨大な石が積み重なり、車で通行中の男子大学生が崩落に巻き込まれ行方不明、捜索が行われたが、危険な状況で難航したことが推測される光景だ。また、右岸側斜面には、頂上付近に小さく重機が見られ、その中腹には２本の砂防堰堤づくり（盛り土）にバックホウやブルドーザが動いていた。斜面は危険で、遠隔操作で無人重機を動かし、２次災害の危険が

国道57号の復旧は可能か

無くなって、国道57号の復旧作業に入る予定（平成28年末現在）という。

また、阿蘇大橋の両側に、国道57号が崩落した跡が見られ、落橋直後、阿蘇大橋の存否を確認に来た関係者が、現場に近づけず、直接、確認できなかったことが良く分かる。斜面崩壊の現場（黒川右岸）からは、大橋の折れた橋桁の一部が左岸崖にぶら下がる橋台も見える。

阿蘇大橋は下流に架け替えられることになったが、国道57号は大崩壊した阿蘇大橋の右岸たもとから約３００ｍに渡って崩落土に押し流される形で破壊、谷に崩落しているとみられる。この現場を排土し、再び道路を修復できるかどうか、復活させるとすれば、どのような防護施設が必要か難問は多い。

国道57号を襲った土石

先例として、同じ国道57号で土石流災害（平成24年九州北部豪雨）を受けた滝室坂は落石防止の洞門を建設したり、桜島～垂水間（国道２２０号）は土石流発生時は崩落土は橋脚間を抜けるように早咲大橋を架橋している。しかし、斜面崩壊の再発だけでなくこの国道は急崖の上の縁を走っており、いずれの防御方法も、「十分ではないのではないか」との見方が多い。

また、国道57号崩落現場（大橋地区）の両側も、道路が崩れている。熊本側から国道57号を阿蘇方面へ上り阿蘇立野病院前を過ぎると、立野橋前で通行止めとなっている。すぐ目の前の道路下り線が黒川に崩落している。阿蘇立野病院も斜面崩壊、土石流が引き続き発生するとの懸念から休院しており、再開がようやく決ったところだ。

リダンダンシーの必要性

こうした国道57号の厳しい状況から、九州の東西を結ぶ横断道路として「復旧」出来るかどうか、論議が重ねられることになる。国道57号は唯一の中九州を横断する基幹国道だけに、今回の被災、途絶によって、阿蘇地方を始め中九州地域の全体の機能がそこなわれることが、はっきり認識され「リダンダンシー」（道路の多重ネットワーク）の必要性を痛感させた。

熊本地震前に、整備が計画されていた中九州道路は国道57号の４車線化を優先するため、計画がストップしていたが、改めてその必要性が地元・熊本県からも上がっている。熊本側の中九州道計画を復活させるかどうかは今後の論議に待つとしても、中九州道で計画されていた西外輪山を抜けるトンネル計画を復活させ、北方復旧ルートとして建設することになった。

この道路は、今回、国道57号のう回路として使われているミルクロードの北側を走る全長約13㎞で、国道57号の大津町から阿蘇市を結ぶことになる。

望まれる早期の架け替え

阿蘇大橋は国道57号から同３２５号に分岐地点に架かっており、南阿蘇方面へのメイン道路のゲート橋。観光だけでなく大学キャンパス、住宅団地、保養施設やゴルフ場などに通ずる。最大支間１３２・７ｍ、黒川右岸に３本の橋脚を立てて桁橋とし、そこから両岸の橋台を基礎にアーチ（上路式、幅員８・８ｍ）がかかり、谷を一跨ぎする構造（３径間連続桁＋トラスト逆ランガー＋単純合成桁）で、熊本県阿蘇地域振興局が管理していた。

阿蘇観光には年間１８００万人が訪れ、アジアからの観光客も多い。国道57号は１日２万５０００台の車が通行し、阿蘇大橋は南阿蘇へのゲートに当たり１日８０００台の車がこの橋で分岐、合流。このため国道57号の幅員を広げ、渋滞解消の工事が行われていた。

落橋によって南阿蘇村は立野地区（黒川右岸）が村中心部から分断され、小学生の通学、また左岸側地区の熊本市への通勤・通学、東海大学阿蘇キャンパスの存続判断にも影響を及ぼしかねない。このため、早期の架け替えが要望された。

しかし、被災現場での復旧は不可能で、安全性の高い新ルートとして、下流の阿蘇長陽大橋にやや上流に新阿蘇大橋を架け替えることが「国道３２５号ルート・構造に関する技術委員会」で決定された。

リダンダンシー（ｒｅｄｕｎｄａｎｃｙ）

多重性の道路で熊本地震など自然災害で道路が被災、途絶した時、地域の孤立を防ぎ、地域全体の経済社会的機能が失われないよう、多重の道路ネットワークを形成する。東日本大災害の時、国道45号が被災したが、三陸沿岸高速道路が高台に整備され、救援、復興に大きな役割を果たした。

第2節② 新阿蘇大橋の位置選択と建設

４ルート候補からＰＣラーメン橋の決定
何より安定性、維持管理も有利
側橋で断層またぐ

新しい阿蘇大橋をどの位置で架けるか。「国道３２５号ルート・構造に関する技術委員会」（委員長＝日野伸一九州大学教授）が検討を始めたのは、震災後1カ月もたたない５月12日であった。阿蘇観光の玄関口として、東海大学阿蘇キャンパスなどの公的施設の機能回復、何より南阿蘇村の分断解消のため、可能な限り早期に復旧しなければならなかった。しかし、今回の震災を教訓として、安全性が高いルート、橋の形式の選定が何より重要だった。

新しい阿蘇大橋は渓谷に橋脚を建て地震に強くする

現位置の下流を選択

そのためには活断層の位置を明確に把握し、傾斜面など地形、何より架橋地点周辺の地層がどうなっているか詳細な資料に基づいて、４案が比較検討がされた。

４つの架け替え案は、①現在位置での架け替え案、②その下流に、２案、③上流に1案。現在位置案はリスクが高いとしてのぞかれ、また、最下流の北向谷原生林（天然記念物）を通るルートは、原生林への影響が大きく外された。現位置を挟んだ上流案と下流案が残ったが、上流案は今回大崩壊を起こした黒川斜面の続きの位置であり、崩落のリスクを否定できないなどから、最終的には、現位置から下流にある阿蘇長陽大橋

大きな地震動に耐えた阿蘇長陽大橋。

の上流位置が選定された。
理由として①今回同様の震災が発生した場合、著しく被災を受ける箇所でなく、途絶のリスクが低く、安全性が高い②熊本市内寄りで、う回感がない③南阿蘇村中心部と黒川右岸の立野地区と近距離で結び、利便性に優れている―などが挙げられ、地元民にも支持が多かった。

断層をまたいで架橋

最も委員会が配慮したのは、阿蘇大橋を落橋させた断層を避けて位置決めすることだった。地質、地震防災の専門家をメンバーに加え、地質調査も行った結果、新橋の位置の、右岸側に活断層の存在が推定された。新架橋位置の右岸には、崩壊を起こすような斜面はないが、黒川右岸に沿って断層の存在が推定された。その位置は国道57号への側橋架橋部分で、黒川寄り。
検討の結果、断層が活動した場合、①新阿蘇大橋主橋に影響を与えない②側橋が損壊、あるいは落橋しても早期復旧が可能なように、断層の両側に橋脚（ラーメン形式）を建て、断層を一跨ぎし、主橋とは連続させず、継手で独立する橋の形が採用された。
新阿蘇大橋は阿蘇長陽大橋とVを字描くようなルートとなり、立野地区、国道57号へ下り勾配（標高差約40m）で降りて行く橋となる。国道325号とは東急ゴルフ場入り口付近（標高約400m）で結節するため、熊本市側から南阿蘇村は、う回感が大幅に減少、南阿蘇への利便性が高まることになった。
新橋は高台で国道325号と結ぶため、阿蘇長陽大橋より一段、高い位置となりシンボル性ある橋となる。しかし、橋自体が目立ってしまうより、大渓谷など阿蘇の自然に溶け込む橋の形式が望まれるとして、比較的、地味なラーメン橋が選ばれた。

新橋は「PCラーメン橋」

阿蘇大橋は黒川の渓谷を一跨ぎする美しいアーチ橋だった。新阿蘇大橋の形式の選択も重要だった。①再び地震が起きて地盤が変状を生じても崩壊しにくい橋であること②下部構造が推定活断層を避けた位置に配置できること③観光地の玄関口として景観に配慮する―などを考慮して、橋の形式が比較検討された。
阿蘇大橋は橋台を両岸縁に置いていたが、今回の地震のように黒川右岸の急崖が崩れ、落橋の一つの原因となったこともあり、安定した橋台の位置の選択が難しい。阿蘇大橋に隣接しながら黒川下流に架けられた阿蘇長陽大橋（PCラーメン橋）は橋台や道路との取り付け部分崩壊などの被害を受けながら、地震動に耐え自立を保った「強さ」も、橋の形式選択に大きな影響を与えた。
この結果、新阿蘇大橋は黒川の渓谷を3本の橋脚で渡る「PC3径間連続ラーメン箱桁橋」（PCラーメン橋）となり、橋から国道57号までも連絡橋（PCラーメン橋）で繋ぐため、長大橋のイメージが強くなった。これで十分、阿蘇の玄関口としてのシンボル性を持つことになる。また、斜張橋や吊り橋のように.ケーブルの設置の必要がなく、橋からの阿蘇の景観も楽しめる。
新しい阿蘇大橋は側橋も含め全長525m、7径間となり、国道57号と直結する。黒川渓谷を渡る部分の橋は両岸に橋脚を立て、径間は165mで渓谷を一跨ぎするコンクリート製、PC7径間箱桁ラーメン橋となった。

早期完成へ努力

完成後、維持管理は熊本県となるが、鋼製の場合、錆止めのための塗り替えなど多くの費用が必要になる。コンクリート橋はかつて言われたほどはメンテナンスフリーではないものの、鋼橋に比べ維持管理費は相当、低い。阿蘇大橋はかつて「赤橋」の愛称で呼ばれたように赤いアーチ鋼橋だったが、赤はあせやすく、その後淡いグリーンに塗り替えられている。
新橋を渡った右岸側は国道57号まで陸上部となる。ボーリング調査などによって、右岸側には布田川断層の延長とみられる断層（幅30m）が走っていることが分かった。取り付け道路を盛土する案もあるが、橋と国道を陸橋で繋ぎ、断層をまたぐことで、万一、断層が動いた場合でも、被害を最小限に止めることが出来る、としている。
また、新阿蘇大橋は国道57号から高低差40mの高い位置で同325号に連結するため、冬季には降雪や凍結でスリップしないよう勾配を弱めるため、325号側の頭部を掘り下げ、勾配を3・69へ緩やかにした。
コンクリート橋となったのは、鋼製に比べて早期完成が見込まれることもある。工期は4～5年が必要とみられる。

余震発生、過去最高を記録

熊本地震の特徴の一つに余震回数の多さが挙げられている。気象庁の発表では、地震発生から270日間のマグニチュード3・5以上の回数は335回で、中越地震の250前後を越え、阪神淡路大震災の3倍以上となっている。
地震発生の半年（10月14日現在）、震度1以上の余震は4087回、そのうち震度5以上も記録した。
九州道の復旧工事は余震が続く中、命がけで行われ異例の早期開通にこぎつけたのである。

第2節③

インタビュー　日野伸一氏

九州大学大学院教授（国道325号ルート構造に関する技術検討委員会委員長）

４ルート４橋形式から、ＰＣラーメン橋を選択
断層を避け安全性確保、早期完成、
維持管理の経済性も考慮

日野伸一　九大教授

プロフィール

昭和27年６月26日生まれ、同55年九州大学大学院博士課程修了、同大工学部助手、山口大学助教授、同61年九州大学助教授、教授。工学部長を経て同大副学長。国交省九州地方整備局事業評価監視委員会委員長、関門橋大規模補修検討委員会委員長ほか。

――阿蘇地方のランドマークだった阿蘇大橋が落橋しました。あれだけの大橋が大地震によってとはいえ、跡形もなく崩落したことに驚いています。落橋の原因は何でしょうか。

日野教授　50万㎥の斜面崩壊とはいえ、阿蘇大橋程の構造物が根こそぎ崩壊するとは。しかし設計時にもあれほどの外力がかかるとは考えていなかった、と思います。橋を建設するにあたっては、過去に記録された地震動については、それに耐えるだけの構造の強さを持たせていたでしょうし、さらに阪神淡路大震災後の耐震補強も行われていましたので相当の抵抗力を持っていたろうと思われます。地震動の大きさに驚かされます。

――想定以上の重量が橋にかかったことは想像できますが、地震の揺れに対してアーチ橋という構造に問題があったのでしょうか。

日野教授　アーチ橋は渓谷を一跨ぎして、両端で橋桁がサポートされています。斜面崩壊（右岸）の反対側（左岸）から見てみますと、右岸の橋台が顔を出し、大分側へ約1・2ｍも動いています。一方が壊れると橋全体のバランスを崩します。阿蘇大橋だけでなく被災した橋は橋桁（上部工）と橋台、橋脚（下部工）の継手（支承）が多数損傷しているのが特徴です。

今回の地震の布田川断層のズレは、横揺れ1・5ｍだったとされます。加えて膨大な土石量が来て、橋を押し出すように力が加わり、阿蘇大橋にのしかかったため右岸側から落橋、途中で折れて谷底に落下、左岸側の橋桁が急崖にぶら下がっていました。設計時にはそのような力が働くことはとても想定できなかったと思います。

――現在位置での再建は可能ですか。

日野教授　まず、無理と判断しました。あれだけの土砂崩れを起こした地点で再建は厳しい。ですから、どの程度、（位置を）ずらして新しく架け直すかを考えました。阿蘇大橋は基幹道路の国道57号から南阿蘇村への同３２５号の分岐点に架けられていました。落橋によって道路ネットワークが断ち切られ、南阿蘇村が分断され、早急な架け替えが求められました。

――架け替えに当たって、どのようなことが検討されたのですか。

日野教授　まずは活断層を避けなければなりません。活断層の調査については、これまで国土地理院が日本列島全体についてその在り場所を自治体ごとに調べており、さらに大昔からの（地震）記録を調べ、現地調査を行って、その存在を確認しています。今回の熊本地震の震源は地下10㎞と言われていますがそれほどの深度の活断層調査は不可能ですし、浅いところのボーリング調査を広範囲に細かく行うにしても膨大な費用が掛かります。ですから、全ての活断層は確認するのは不可能ですし、「活断層がない」としても、その存

在が確認されていないということにとどまります。

――とは言っても、新しい阿蘇大橋の架橋位置は、活断層は避けなければなりません。

日野教授　ですから、委員会に地震の専門家（大分大学・千田昇名誉教授）に加わっていただき検討を行いました。阿蘇大橋の地点は、今回の熊本地震を引き起こした布田川断層の端っこから小さな断層が複数伸び、花のように開いた「フラワー構造」の活断層によって動いたと推定されるということでした。

――新しい架橋地点・ルートとして4ルートを検討されたと聞いています。

日野教授　①阿蘇大橋のあった地点の黒川上流②現在地③その下流③さらに下流の白川をまたぎ左岸の山地を抜け、再度、白川下流を渡る―の4ルートです。最上流には活断層はありませんが、斜面崩壊現場（国道57号）を通り、南阿蘇村へは大きく迂回することになり、地域の人には利便性が悪い。崩壊した現地点での架け替えは不可能ですし、最下流の白川を渡るルートは長くなり現実的ではありません。そこで阿蘇大橋のやや下流で、黒川を渡るルートが選ばれました。「もちろん、早急に架け替えルートの決定、工事着工が求められる中、時間的に可能な範囲で、追加のボーリング調査も実施した上でルートを決定しました。

――しかし、そのルートでも断層が右岸を走っていると推定されていますね。

日野教授　そうであっても、活断層を避けて架ける必要があります。たとえ今回のような地震があっても、渓谷に架かる主橋（新阿蘇大橋の本体）への影響を避けられ、また側橋が被災しても早期復旧が出来るよう、被害を最小限にとどめる主橋の形式、側橋との組み合わせを考えました。

――まず、主橋について。

日野教授　黒川のあの地点の渓谷の幅は約３３０ｍあります。候補に上げられた橋の形式は10数本ありましたが、４本に絞られ、個々の橋について、主に安全性と早期完成の観点から検討を加えました。阿蘇大橋と同じアーチ形式だと橋台を両崖の縁に置かなければなりません。推定活断層が近くを走り安全性に懸念が残る。（阿蘇長陽大橋のように）橋脚を谷に立てると、地震があっても橋自体がバランスを取って、自立する可能性が高い。結論的に、長陽大橋と同じＰＣラーメン形式を採用する事になりました。

　さらに鋼製の橋にするか、コンクリート製にするかですが、鋼製の場合、橋の部材を工場で製作、現地に運び架橋しますので、４年から４年半の工期は必要です。また、スパン割から考えても経済性に劣ります。これに対してコンクリート橋にすれば、半年から1年近く工期が短くて架橋できる。それにコンクリート橋が、建設費も完成後の維持管理も経済的に優れており、こうして主橋は経済的で工期も短い、３径間ＰＣラーメン形式の橋とする結論となりました。

――阿蘇大橋はアーチ橋でしかも架橋当初は赤色で「赤橋」と呼ばれシンボル性が高い橋でした。そのシンボル性、あるいはランドマークの役割を担う橋ですから、そうした観点からの橋の形式についての論議はありませんでしたか。

日野教授　当然、ありました。例えば、半年から1年近く工期が短くて架橋できる。それにコンクリート橋が、建設費も完成後の維持管理も経済的に優れており、こうして主橋は経済的で工期も短い、３径間ＰＣラーメン形式の橋とする結論となりました。

家屋を沈下させる「液状化の帯」

　熊本地震での河川被害で、特徴的なのは、白川、緑川沿岸で「液状化現象」が見られたことだ。「液状化」は東日本大震災でも発生した。特に東京湾沿岸の浦安地区の住宅団地で発生。家屋が沈下や傾くなどの被害が出て注目された。

　「液状化」は基礎地盤の砂層などが地震の揺れによって、水と砂が地表に噴き出て（噴砂）、地盤沈下を引き起こす現象だ。熊本地震では、熊本市内を流れる白川沿いなどで起こり、さらに川から幾つか枝分かれするように「帯状」に発生した。「帯」の幅は50～１００ｍ、長さ５㎞程度。

　液状化の帯は、かつての河道跡で現在は道路などに埋め立てられており、通常の平地となっている。しかし、基礎地盤にはかつての川砂が堆積した層があり、この砂層が地震動で揺さぶられたため、砂と砂の間の「間隙」が狭められ、間隙水の水圧が上がり、砂混じりの湧水（噴砂）となって地表に吹き出る。特に白川は阿蘇地方の火山灰土を運んできており、より小さな粒状の砂（火山灰質砂）が堆積しているとみられる。

　液状化によって地盤は沈下したり、ひび割れを起こす。被害は熊本市南区、西区などに広がった。南区日吉地区では３階建てのビルが傾き、基礎地盤が沈下するなどして、地域の住宅が不同沈下したり、電柱が傾き、倒れるなどの被害が出た。旧河道だけでなく、かつての自然堤防や遊水地、堤防沿い、高水敷などでも液状化や噴砂が発生、白川河口部では２・80ｍ×１・７ｍの巨大噴砂孔も見つかった。

ば、長崎豪雨の後、架けられた日見夢大橋（長崎道）のような斜張橋もいいのかなと思いましたが、阿蘇の地元首長の方々は一番重要なのは阿蘇の景観であり、それを中心に考えた場合、すっきりした、シンプルなラーメン橋が良いということで、委員会としてもそれで意見の一致を見ました。地元の方々の意見に「なるほどな」と思いましたね。

活断層をまたぐ橋

――確かに、ラーメン橋の場合、斜張橋のように橋自体の「主張」が強くなく、主塔から走るケーブルもなく渡る人びとの視界を妨げない景観第1の橋ですね。

一方、主橋と国道57号を繋ぐ側橋は、推定活断層の上に架橋されることになりました。どのような安全確保の考え方で架橋されるのでしょうか。

日野教授　活断層の両側に橋脚を立て、活断層の位置をまたぐ形（間隔は40～50ｍ）の橋となります。活断層が動いて地震が発生した場合、このアプローチ橋に被害を集中させ、落ちても主橋に影響を与えないように伸縮継手で繋ぎ、両橋は独立した動きをすることになります。また陸上部で、ワンスパン（1径間）の橋ですから、（落橋したとしても）早期復旧が可能になることで、こうした考えを採用しています。

第2節④　国道57号の復旧と新道建設

より安全な「新道」を建設
「北側復旧ルート」を代替道路に
4㎞のトンネルで外輪山を抜く

国道57号は斜面大崩壊によって、長さ約300m（南阿蘇村立野）に渡って土砂に覆われ、大石や樹木が積みかさなる惨状を見せている。九州の東西（熊本～大分）を結ぶ基幹道路でありながら、平成28年末まで約8カ月間、国道復旧工事に入れなかった。斜面に崩壊した土砂約50万㎥のうち10万㎥が残り、崩壊頭部に亀裂があり余震や大雨などで崩落する2次災害の恐れが高く、国道復旧に着手できなかったのである。排土や砂防堤の築堤などで危険防止工事（無人化施工）が、同年末（12月26日）ようやく終わり、国道復旧工事に着手できる状態（有人安全施工確認）になった。

復旧へボーリング調査

道路は黒川右岸、渓谷沿いを走っており、なお、崩壊土の下にあり、被災状況は必ずしもはっきりしない。しかし、斜面崩壊によって、並行して走っていたJR豊肥線と共に国道も完全に破壊され、渓谷に落下しているとみられている。斜面崩壊に加えて、黒川右岸は、急崖で地震動によって崩落、道路のみならず阿蘇大橋も落橋している。

1月5日から、6カ所のボーリング調査が実施され、その結果を待って、有人による復旧作業がスタートした。

斜面崩壊発生の地点のほか、その下流の立野橋付近の道路（国道57号）も路面が崩落しており、また上流側でも、同様の道路崩落が発生、計3カ所が被災している。

九州の東西を結ぶ基幹国道が損壊して、1年以上も通行止めとなる深刻な被災となった。

道路廃止か復旧か。同じ大崩落の現場を再び、震災前の4車線を確保して基幹国道を復活することに、工事の現実性や安全性から疑問を投げかける専門家は多い。復旧するにしても2車線以上の幅員を崩壊現場で確保するのは難しい、との見方から、代替路案が浮上した。

代替路の建設へ

代替路といっても、現在のう回路・ミルクロードは外輪山越えでカーブが多く、勾配も大きい。二重峠からカルデラ内・阿蘇市への道路は九十九折で渋滞の原因にもなり、冬季通行の安全性確保も厳しい。

こうしたことから「北側復旧ルート」が決定された。ルートは道の駅・大津近くの引水からミルクロードの北側を迂回して、外輪山を約4㎞のトンネルで抜き、阿蘇市赤水方面に抜けるルートで、この道路の整備により、利便性、安全性が確保される。

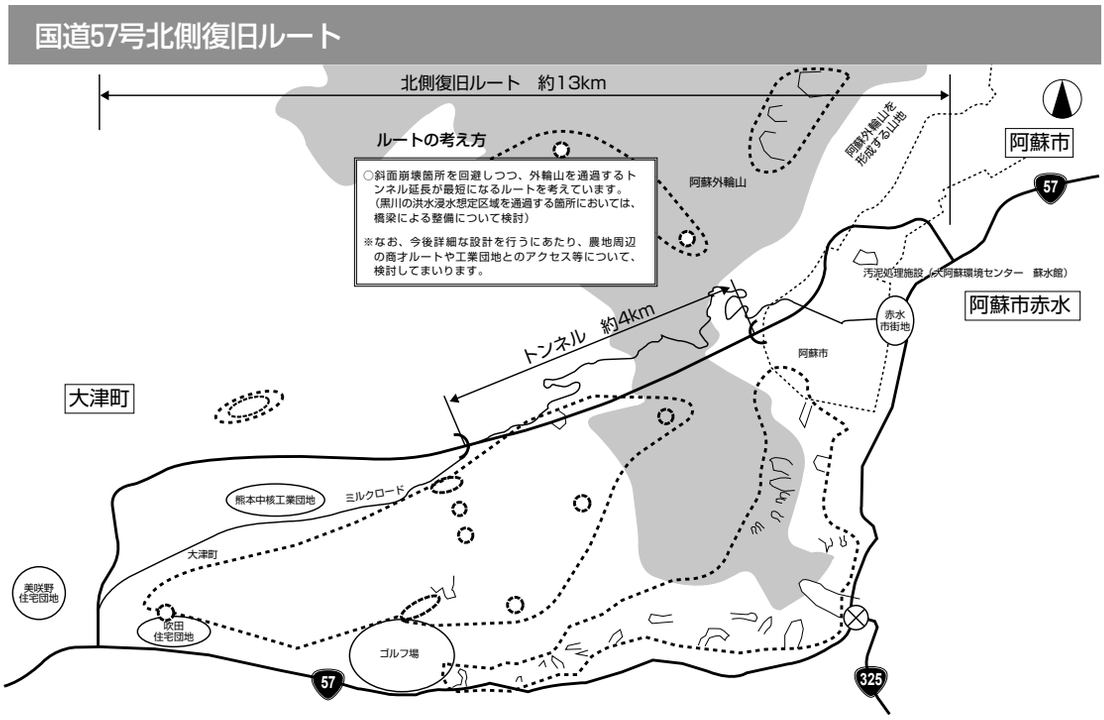
中九州道路は大分・犬飼ICから延伸、竹田市までが平成30年には整備を終り、県境へ向けて現在、ルート調査が行われている。

国道57号は県境から滝室坂・阿蘇盆地に入るが、東外輪山の急坂・滝室坂は平成24年の九州北部豪雨で11か所も被災、その後、復旧されたものの、高低差約200mもあり、より安全なトンネルの整備が進められることになっている。

外輪山をトンネルで抜ける北側復旧ルートが完成すれば、阿蘇東西の

斜面崩壊で破壊された国道57号

外輪山の危険地帯（滝室坂と立野火口瀬）が解消されることになり、安全性確保に加え、横断の時間距離も大幅に短縮される。



阿蘇大橋の落橋など、熊本地震による南阿蘇村立野、国道57線沿いの大規模斜面崩壊は、阿蘇外輪山の脆弱な地質を改めて考えさせられた。

世界有数の規模のカルデラを形作る外輪山は、阿蘇五岳に代表される阿蘇中央火口群とは違い、はるかに古い火山地層によってできている。阿蘇山は9万年前から30万年前の間に四回の大爆発を起こしている。しかし、外輪山はさらに古い、つまり30万年以前の噴火によって噴出された火山岩で、「先阿蘇火山岩層」と呼ばれている。

なぜ、外輪山は崩れるのか

先阿蘇火山岩層は、俵山トンネルや6橋梁が損壊した県道28号（熊本高森線）が中腹を走る外輪山も同じ岩層で、極めて脆弱な岩層からできている。特に大規模斜面崩壊を引き起こした国道57号線沿いの斜面は、その尾根部分は亀裂が多い安山岩溶岩層で風化が激しく、緩んだ岩盤だったため地震動で最大の深さ25ｍからの深層崩壊を引き起こしている。

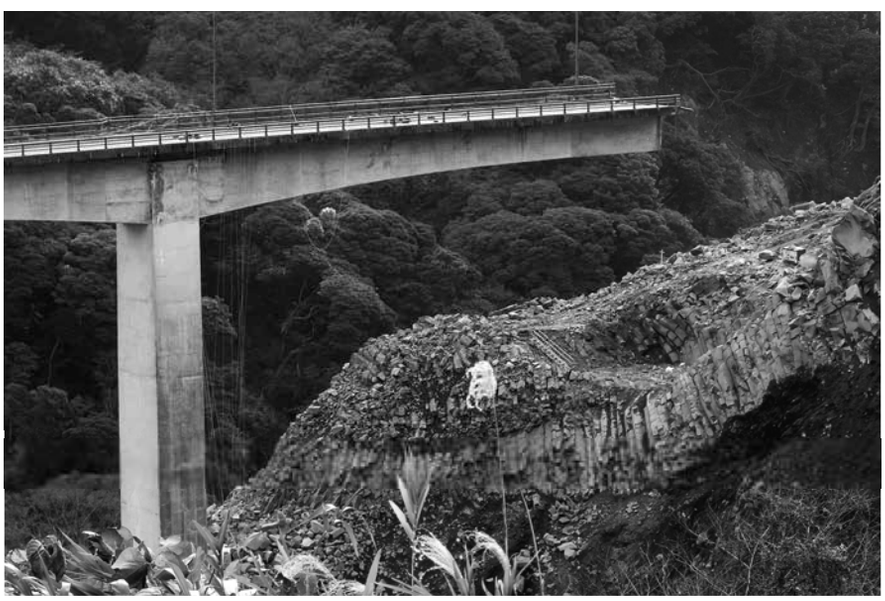
平成24年の九州北部豪雨でも、阿蘇外輪山は東側山麓を中心に数多く土石流を発生させた。

崩れた外輪山の頂部を排土する重機

第2節⑤　踏ん張った阿蘇長陽大橋

地震によく耐えたラーメン橋
応急復旧を平成29年夏までに
村分断解消と観光ルート復活のために

阿蘇カルデラ盆地から流れ出る黒川の最下流、白川との合流点近くに架かる、白い阿蘇長陽大橋（村道栃の木～立野線）は国道57号から南阿蘇村中央部へ繋ぐラーメン橋だ。秋には、紅葉狩りと柱状節理を持つ急崖の渓谷美を楽しむ人が多く、小公園も造られていた。橋のたもとに「阿蘇長陽大橋」の橋名が彫り込まれた巨石が、台座からずれて、辛くも落下を免れていたが、激しい地震動に耐えきったこの橋の「強さ」を象徴しているようでもあった。



橋は辛くも自立したが、道路部分が崩落。

踏ん張った長い橋脚

阿蘇長陽大橋がかかる黒川と白川の合流点近くは、深いV字形の渓谷をなしている。両岸は柱状節理と板状節理が折り重なって、急崖を作っており、秋の紅葉時期には渓谷美と紅葉の織りなす景観を楽しむ観光客が多かった。今回の地震では表層だけでなく、これら岩盤層まで崩壊した。ここは布田川断層帯に含まれており、震度6の強い地震動が岩盤崩壊などを引き起こしたものとみられる。

阿蘇長陽大橋は黒川と白川の合流地点の黒川のすぐ上流。渓谷の谷底から橋脚が立ち上がり、中央の川床からの橋脚は高さ68m、両岸に立つ2本は33m、37m。長く白い橋脚は地震によって大きく揺れたと思われるが、一部、ひび割れなどが見られるものの全体としてしっかり踏ん張り橋を支えた。

しかし橋の取り付け道路は約2mほども沈下、大きな段差を造り、横に約2mズレ、右岸側の橋台の基礎岩盤は崩れ落ちていた。橋の上流、右岸の小高い丘から見ると、このPCコンクリート橋は3本の足でしっかり橋桁を支え、落橋することなく、地震動に耐えて白い不死鳥のように立ち、続けていた。橋から上流側の渓谷斜面は滑り落ち、大きな亀裂が口を開けている。目をあげると、国道325号の赤いアーチ橋・南阿蘇橋が見えるが、此処も取り付け道路部分が崩落、通行禁止となっている。南阿蘇橋は落橋した阿蘇大橋に続く国道325号の橋。阿蘇長陽大橋も阿蘇大橋から下流へわずか約1・5kmしか離れていない。

危険な崖での作業が続く、阿蘇長陽大橋付近。
右は崖崩落とそれによって落橋した戸下橋（右端）。

阿蘇長陽大橋の強さはラーメン構造にあった。上陽大橋は、高い橋脚を河床の岩盤の上に立てている。この高さと堅い岩盤が有利に働いた。橋脚が逆に太く、短いと地震動などの動きを許さず変形しにくいため、かえって損壊が起こりやすい。

長く高い橋脚だと、ある程度の動きを許し、地震動の力を分散させて、「橋の自立」を保てる有利さがある。落橋した阿蘇大橋に代わる新橋がラーメン橋を選んだのは、阿蘇長陽大橋の「強さ」が参考になっている。

踏みとどまっていた阿蘇長陽大橋の銘を刻んだ巨石

高い自立性を持つ橋

しかし、阿蘇長陽大橋が無傷だったわけではない。国道57号から分岐、橋に至るまでの道路は、途中、幅員の半分以上が谷に崩れ落ち、残った路面も深いひび割れが一面に広がっていた。また、右岸側の橋のたもとは人の身長を越える高さの段差が出来るほど、道路が崩れ落ちていた。両岸の橋台も壊れ、造り直しが必要となった。しかし、橋自体は架け替えの必要はなく、補修できる、という。

アーチの阿蘇大橋に比べて、橋脚を持つラーメン形式の橋だけに、橋の両端の橋台、取り付け道路部分が壊れても、構造物としての橋は自立出来た。架橋も橋脚の両側に橋桁を張り出すデイビダーク工法で架けられ、ヤジロベイのようにT字形のバランスがとれる。阿蘇大橋は両岸の橋台、接続部分が破壊され橋全体が崩れ落ちたとみられるが、阿蘇長陽大橋には3本の橋脚があり、支え切ったのだろう。

阿蘇長陽大橋の上流に架けられる予定の新阿蘇大橋も、阿蘇長陽大橋が実証したコンクリート・ラーメン橋の「地震動への強さ」から、同じ形式で架けられることになった。

RC5連橋で橋の袂を固める

国道57号から阿蘇長陽大橋までの道路は大破しており、より安全性を見て谷を避け、丘陵部を切通で切り替えして、橋に繋ぐ。黒川右岸の橋のたもとは堅い岩盤まで掘り下げて陸橋に再構築、高さ約20m、長さ65mのコンクリート橋（RC5連橋）で道路と繋ぐ。これによって崩落、破壊された道路との繋ぎ部分はがっちりコンクリート構造物で固められることになる。

阿蘇長陽大橋を渡ると、与謝野鉄幹・晶子の歌碑が立つ小公園があり、黒川と白川が合流する立野渓谷が一望できる。黒川対岸は柱状節理の奇岩が崖壁を造り、白川の対岸の北向山には天然記念物の原生林が広がる、観光スポット。

この阿蘇長陽大橋を含む村道は、立野ダム事業により付替え道路として改修され、管理は南阿蘇村が担当していた。しかし阪神淡路大震災後の耐震補強は、村の技術力、財政難などから行われていなかった。今回の落橋した戸下橋を含む道路復旧も、村の力を越えた工事となり国道57号から同325号の接続点までの約3kmを国が直轄代行で行っている。

立野ダムは白川と黒川の合流点下流、白川に建設される洪水調整用の「穴あきダム」。常時、水をためておく通常のダムと違って、堤体に穴（縦横5m）が3カ所が開けられ、増水時には増水した水が一気に流れ下らないよう、いったんダム堤体で貯水、穴あき部分から一定量が流れ下るダム形式。下流の熊本市などが九州北部豪雨（平成24年7月）など白川のはんらんで、たびたび洪水被害を受けたことから早期に完成することを望まれている。

阿蘇長陽大橋の左岸。紅葉の名所だった。

土砂崩落で戸下橋が落橋

阿蘇長陽大橋に続く、白川右岸側の村道・戸下橋は白川沿いの急崖中腹を這うように造られた旧村道を基礎として架けられた橋梁で、橋長380m（17径間）のうち、途中30m（2径間分）に急崖の上部の土砂が橋に崩れ落ち、落橋した。

土砂崩壊は橋から高さ50mの上部の崖の上の表土が120mに渡って崩壊している。このため、落橋部分に仮桟橋をかけて復旧するが「恒久対策は検討中」（寺下進一・立野ダム工事事務所副所長）という。

戸下橋の復旧工事は、崩落した上部の急崖の排土工事から進められたが、極めて難しく危険な作業が続いた。しかし、数年はかかるとみられ

る新阿蘇大橋が完成するまでは、この村道が村の分断解消と国道57号からの南阿蘇村への唯一の観光ルートとなるため、村道の早期復旧が地元から強く要望された。厳しい工事は続くが「平成29年夏までには、何とか開通させたい」と寺下副所長。

阿蘇長陽大橋は黒川右岸の同村立野地区と村中心部の久木野地区など東西を結ぶ大橋だ（橋長２７６ｍ）。それだけに、大橋を含む村道は、地震による村の分断を解消し、新阿蘇大橋の架橋まで国道３２５号に繋ぎ、観光客を呼び込む基幹道路の役割が期待され、平成29年夏までの応急復旧を目指して、懸命の努力が続けられている。

地震動に耐えた阿蘇長陽大橋全景

黒川の両岸、時代と地質に違い

落橋した阿蘇大橋、持ちこたえたものの不通となった阿蘇長陽大橋共に、右岸側の岩盤が崩壊した。地震動によって、橋が基礎を置く右岸の岩盤が崩壊したため、両橋共に橋台がズレ、阿蘇長陽大橋では２ｍ近い段差が生じるなどして大きな損壊を生じた。

阿蘇大橋のすぐ上流、名瀧として知られた数鹿流ヶ瀧から、立野火口瀬と呼ばれる黒川と白川が合流する地点（立野ダム予定地）までは、安山岩が深く浸食されてＶ字型の80～１００ｍもの深い渓谷を造り出している。

黒川岸の地質は、先阿蘇火山岩で、阿蘇山が４回（30万年～９万年前）の大爆発を起こす前の、30万年以前の古い火山岩類で、地震動によって崩壊、阿蘇大橋に致命的な打撃を洗えることになった。大規模崩壊した国道57号沿いの斜面と同じ岩質で、亀裂が多い安山岩、凝灰角礫岩、凝灰岩などの互層となっている。地震動によってこの岩盤が崩れ、深層崩壊、大規模な斜面崩壊となった、とみられる。

一方、左岸側は、立野溶岩・沢津野溶岩や京大火山研究所溶岩で覆われ右岸とは形成の時代と岩質に違いがみられる。左岸側からは南阿蘇橋（国道３２５号）下を黒川に流れ込んでいる濁川と本流・白川があるが、崖上部の京大火山研究所溶岩の表層が風化、比較的浅い部分が崩落している。南阿蘇橋は橋のたもとの道路が崩れたが、橋梁自体は踏みとどまっている。

今回の地震動では「先阿蘇火山岩層」の右岸の崩壊が大きく、深層崩壊を起こし、左岸は表層崩壊だった。

阿蘇長陽大橋の左岸には小公園が造られ、渓谷美を楽しめる。秋は紅葉、天然記念物の原生林、鉄橋を渡るトロッコ列車など景観スポットだ。小公園からは黒川右岸の急崖を造る柱状節理を正面から見ることが出来る。

右岸 黒川の右岸は古い「先阿蘇」

左岸 阿蘇長陽大橋の左岸側急崖が崩壊。急斜面での排土工事が続く。

第５章　橋もトンネルも
―県道28号（俵山トンネルルート）

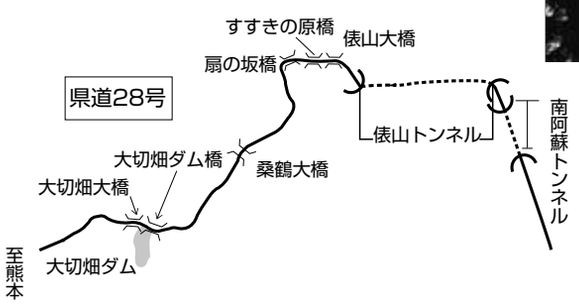
第１節　深手を負った橋梁群（県道 28 号）
第２節　俵山トンネルの被災と復旧
第３節　深刻な河川被害
　　コラム「治水の名人加藤清正」ほか

伝承の言葉

「本島（桜島）ノ爆発ハ古来歴史ニ照ラシ後日マタ免レザルハ必然コトナルベシ住民ハ理論ヲ信頼セズ異変ヲ認知スルトキハ未然ニ避難ノ用意モットモ肝心トシ」

（大正３年桜島大爆破を伝える石碑銘文・東桜島村長。鹿児島市立東桜島小学校にあり「科学不信の碑」として有名）

う回路の俵山トンネルルートの開通式。
サンタ帽子の子供がテープカット



現場から

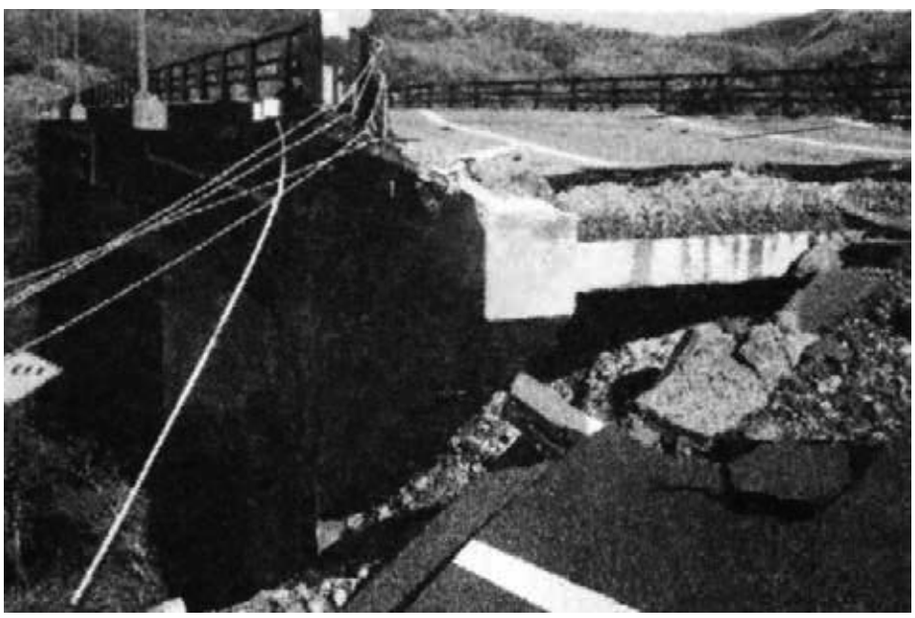
俵山トンネル復旧にあたった
中原和彦所長・鹿島・杉本建設ＪＶ現場代理人

「県道28号のう回路として使うため、俵山トンネルは、年末（平成28年）までの復旧を宣言された中での工事でしたから、スピード復旧が必要でした。しかし６月20～21日にかけての大雨で土石流が発生したり、余震でコンクリート壁が落下するなど、本復旧工事以外でも困難が生じました。それでもスピード復旧は至上命題でしたから、国土交通省、協力会社などの協力が必要でした。国交省は設計と施工を同時に進める決断、協力会社には１か月で作業員、資機材集めを頼みました。無理を聞いてくれました。

　トンネルがどの程度被災しているのかも分かりませんでしたが、調査の結果、比較的、深手を負っていないことが分かり、これは幸運でした。とにかく工事は昼夜兼行で進め、通常の施工では無理かなと思うこともしましたが、現場に徹底したことは、やるべきことはちゃんとやる。質は絶対落とさないことでした。トンネル復旧を皆さんが本当に喜んでくれ、みんなの苦労が報われ、よかった」

第1節　深手を負った橋梁群（県道28号）

激しい地震動と弱い火山性の地盤
橋は大きく谷側にズレ、道路も破壊
耐震装置が落橋を食い止める



俵山大橋。谷側に大きくずれている。

熊本市側から走ると俵山トンネルまで6本の橋梁群を渡る。平成28年熊本地震はこれら全ての橋に、大きな傷跡を残した。最も深手を負った俵山大橋をはじめ全橋梁の復旧がいつになるか、見通しは立っていない（平成28年12月現在）。熊本地震復興対策室長の菅伊佐男さんに同行して、生々しい現場を見た。そこにあったのは巨大な地震のパワーと崩れやすい火山性地盤（先阿蘇火山岩）、それに谷筋が重なる地形条件に立ち向かって建設された橋梁群が直面した厳しさだった。

桑鶴大橋―橋桁移動、ケーブルも

桑鶴大橋（橋長160m）は鋼2径間連続斜張橋である。見上げると、X（H）型主塔の上部から各4本のケーブルが伸び、橋桁を吊り上げている。谷側のケーブルの上2本が大きくたるんで、照明灯と接触し、ケーブルを止めているソケットが抜けている。橋桁も全体として谷側にズレ、主塔すれすれで止まっていた。衝突していたら、主塔は大きなダメージを受けていただろう。

目を足元に移すと、道路センターラインが約1m程ずれて、橋全体が大きく移動したことを如実に物語っている。橋端ではギザギザの鉄の歯を持つ伸縮装置がはずれ、高さ約45cmも段差を作っていた。橋全体が浮き上がり、谷側に移動したのだろう。横に回って見ると桁の浮き上がりは一目瞭然で橋桁が激しくパラペット（胸壁）に衝突、コンクリート塊を割り砕いている。ケーブルでつるされた橋桁がブランコのように何度も体当たりしたのではないだろうか。

桑鶴大橋は、主塔がクロスしたX（H）型の斜張橋で、阿蘇への入場門でありランドマークである。このゲートウエイ前後の橋を計6本渡り、俵山トンネル、南阿蘇トンネルを抜けると、阿蘇五岳と広大なカルデラ盆地が眼前に現れる。この県道28号（熊本高森線）はドラマチックな演出が凝らされ、観光ルートとして人気があった。

踏ん張った落橋防止装置

復旧工事中の桑鶴大橋（県道28号）

橋全体は桁が浮き上がり（東端のA２側）谷側に水平移動、一方の橋端（西端A１側）は桁が谷側にずれるように回転したように見える。橋全体を持ちあげ動かす地震の巨大なパワーを目の当たりにしたように感じた。

橋下にもぐると橋桁の両側に、靴を履いたように「支承」―実際、専門家はシュウ（沓）とも呼ぶが―が置かれ、振動や温度差による伸縮など橋桁の動きに対応するのだが、地震力は主塔の支承をはじめ橋台の支承をことごとく跳ね飛ばし、留め金のボルトを破断するなど、破損させていた。

救いは、橋桁が大きくずれて落橋するのを防ぐ変動制限壁や落橋防止装置が壊れながらも、落橋を防ぎ切ったことだ。阪神淡路大震災の高架橋倒壊の教訓を生かして補強された成果が表れたともいえる。「もし、落橋していたら、修復不可能だったでしょうね」と菅さんは小さい装置ながらその踏ん張りをほめるように言った。

俵山大橋―深刻！、下部工、基礎の損傷

最も大きな被害を受けたのは俵山大橋である。橋長１４０ｍ、鋼３径間連続鈑桁橋で、平成13年（２００１）完成、俵山トンネル入り口に最も近く、やや上り勾配の橋だ。「俵山大橋」と橋名を印した親柱は横向きに倒れている。

トンネル側の橋のたもと（A２側）から見ると黄色と白のセンターラインがズレ、橋台部がほぼ平行に浮き上がり（約70㎝）、伸縮装置の歯をむき出したように突き出して、接続している道路に乗り上げていた。

反対側の橋西端（A１）は逆に沈み込み、山側の欄干が折れて曲がってしまっている。橋脚（P１）で凸型に折れているのだろう。道路は半分近く背丈ほども崩れ落ち（約1・7ｍ）、大きなアスファルト路床が無残にちぎれ散乱している。橋台の地盤になっている土砂が崩れ落ち、全体が沈みこんで、橋が沈下、シーソーのように反対側（橋西端）を持ち上げたのだろうか。また、橋桁全体が横に移動、橋台も傾かせている。驚かされたのは基礎となる深礎杭の太い円柱のコンクリート表面が剥がれ落ち、むき出しになっている。橋台、深礎工などの橋の下部工、基礎部が破損し、深刻な様相を示している。

しかし、橋梁専門家に衝撃を与えたのは、橋の背後の地盤変動により、橋桁が座屈や変形したことだった。

地震の大きな揺れと脆弱な地盤の地崩れが同時発生、俵山大橋全体を大きく傷つけている。布田川活断層の揺れとそれに伴う地盤の谷側への崩れは同大橋と続く俵山トンネルにも深い亀裂と無数のひび割れを起こしている。

破断した積層ゴム支承

熊本側からの最初の橋、大切畑大橋（橋長２６５ｍ、平成13年供用）に近づくと取り付け道路が陥没したり、舗装が大きく割れ、陥没するなど、地震による地盤の動きの大きさを知ることが出来る。

橋のたもとでは橋と道路の黄色のセンターラインが横に約１ｍ10㎝もずれており、橋全体が大きく動いたことを示している。また橋台箇所の伸縮装置部分に段差が約40㎝も生じていた。このことは橋の下部構造がいずれも沈下、両端のゴム支承は破断し、橋脚の支承取付けボルトも大半が破壊されていたことに起因する。

桁とパラペット（胸壁）を繋ぐ落橋防止のためのケーブルは全て引きちぎれてはいたが、落橋は防ぎ、その役割を果たしていた。橋脚４本にはすべてひびが入っており、樹脂を注入して補修したり、柱や基礎杭にヒビ割れが生じたＰ２橋はコンクリート巻き立てで補強し、基礎も増杭する。

次の大切畑ダム橋（橋長３５ｍ、ＰＣ単純桁橋、平成10年供用）は桁

端部が壊れ、下部工にひび割れが見られた。

また、俵山大橋と桑鶴大橋の間には扇の坂橋（橋長128m・平成13年供用）とすすきの原橋（同43㎡、同11年）がある。扇の坂橋は鋼3径間連続鈑桁橋で橋桁全体が北東方向に1～2m移動しているが、下部工と上部工の移動量が異なるため移動後の下部工から見ると、山と谷側の両方向にずれて見え、支承、伸縮装置のズレ、下部工のひび割れが生じている。

すすきの原橋は、PC単純T桁橋で支承、伸縮装置下部工等に被害を受けた。こうした6橋の被災状況が詳細に調べられ、9月12日には扇の坂橋、すすきの原橋などの復旧工事が始まった。

福岡氏（日立造船）

耐震性能に問題提起

落橋防止のためのブロックやケーブルは壊れたり、切れたりしながらも、6橋とも落橋は免れた。耐震補強が効果を上げたとみられる。しかし、積層ゴム支承が破断し、上部工が大きく移動して損傷した箇所がある反面、支承が破壊されなかったため、下部工に振動が伝わり下部工基礎工の損傷が大きかった箇所もあった。致命的な損傷を受けていないため、どこの部位がどれだけがんばるか、そのメカニズムを含め地震対策にさらに検討が必要とされる事象も起こっている。

熊本地震後、日本橋梁建設協会委員として、橋梁の被災状況を調査した福岡直樹氏（日立造船建設工事部担当部長）は大切畑大橋の建設に携わり、16年ぶりに現場に立った。「免震ゴム支承は鋼製支承に比べ耐震性が高く、地震力を緩和して170％の耐震性を持っているが、今回、30カ所の支承を差し替える必要が生じている」とその原因究明が大きな課題と受け止めている。

耐震補強されながら損傷をうけた橋はいずれも支承の壊れ方、変位が異なっており、下部構造は水平と上下に動いた形跡があり、地震の揺れだけでなく地盤の崩れ（地盤変状）によって生じたとの見方が強い。地山の崩壊、崩れが橋に大きな影響を与えたとみられ、十分な地質調査を行った上で橋の計画位置選定についての、下部構造への問題提起ともなった。①斜面が崩れる恐れがある個所では下部工の設置を行わない②やむを得ない場合でも十分な地質調査を広範囲かつ深度調査を行い、より強い基礎を造る―などが教訓として残った。

橋と道路の継ぎ目に課題

地震発生後、国、県などが管理する道路約180カ所が通行規制されたが橋梁で規制が行われたのは約50カ所、その50％が橋と道路の継ぎ目が壊れたり、段差が生じたためだった。橋梁の基礎・橋脚は耐震性が高く、地震に耐えて自立していたが、道路との接続部分、特に道路の陥没、それに伴う橋台の欠損が目立った。橋の両端の道路が崩れた阿蘇長陽大橋

脆弱地盤に架けられる橋

熊本市と南阿蘇村、高森町を結ぶ県道28号（熊本高森線）の桑鶴大橋など6つの橋梁はことごとく地震によって大きな被害を受けた。阪神淡路大震災の教訓から免震装置の取り付け、橋脚の強化などが施されていたにも関わらず、大被害を受けたのは、地震動に加えて「先阿蘇火山岩層」の脆弱さがあった。

脆弱な地盤に架橋された橋は液状化や地すべりによって橋脚など基礎構造物が損壊することが多い。日本のように地震国であり、且つ火山性の堆積地層での架橋には、橋脚、基礎などを太く丈夫に造られてきた。

そのため、次のステップの耐震性向上の為、被災した六橋にも積層ゴム支承の採用、落橋防止装置、ダンパーなどが施されていた。金属支承に比べ、より強靭な耐震装置として採用された積層ゴム支承が大きく傾き、あるいは切断したことは、橋梁専門家にもショックだったろう。それによって6橋とも落橋を免れ、耐震強化措置は効果を上げたとみることが出来るが、限界もあらわになった。

さらに、橋の中央線と道路のセンターラインが1m以上も大きくズレ、橋台に乗り上げたり継ぎ目の伸縮装置がはずれたりしていた。これは橋自体が上下に動き、さらに横に回転する動きを見せた事を物語っている。

いずれの橋も落橋は免れているものの、俵山大橋など地震動と地すべりのダブルパンチを受けて下部工、上部工共に深刻な被害を受けた。

さらに県道28号周辺は、地震後の6月中旬、豪雨によって地すべりが発生したように、傾斜を持つ脆弱な地盤であり、改めて架橋に当たっては地盤調査と下部工・基礎構造物の強化の必要性を問題提起されることになった。

の被災がその代表例だが、県道28号の６橋梁も落橋は免れながら、接続部分の損傷が目立った。

また、地震動だけでなく、落橋した阿蘇大橋ほど大規模な斜面崩壊でない場合も、県道28号では、橋桁を含めて橋梁が谷側にズレることによる被災が多く見られた。

県道28号の俵山トンネルと橋梁群の被災

県道28号（熊本高森線）は熊本市と南阿蘇村、高森町を結ぶ道路で、南阿蘇地方にとって基幹道路だった。熊本空港からも阿蘇へのアクセスが良く、俵山トンネルによって、大きく時間短縮でき、桑鶴大橋など美しい斜張橋と眺望の良さあって観光ルートとなっていた。

この道路は、布田川断層の真上か沿った形で走っており地震動を直接受けたため、俵山・南阿蘇トンネル、６橋梁の被災は、土木専門家にも「想定外」のことが多かった。６橋とも落橋は免れたものの、耐震補強が行われていたのに、補強の意図とは異なる壊れ方をしており、下部構造の設置見直しなど構造設計や、詳細な地質調査など多くの問題提起がされた。

俵山トンネル

トンネル全周に渡っての覆工コンクリートにひび割れ、剥落（高森側から４４０ｍ）が見られた。目地の圧縮による剥落（同１７７０ｍ）インバートの破壊や路盤沈下による段差などが見られた。

俵山大橋

俵山トンネルに最も近く、地震動に加えて、６月の豪雨による土砂崩れなどダブルパンチを浴び、大きな被害を受けた。橋台がひび割れし周辺が沈下、主桁下部の座屈、ゴム支承が落下した。

桑鶴大橋

Ｘ（Ｈ）型の主塔を持つ、シンボル的な斜張橋であったが、橋桁全体が谷側にズレ、危うく主塔に衝突する直前だった。斜張のＰＣケーブルが抜け、ソケットにゆるみが生じ、支承が破断された。

大切畑大橋とダム道路

大切畑ダムのすぐ近くを渡る橋だが、橋脚にひび割れ、５基のゴム支障は破壊された。また、大切畑ダムも大きな被害を受けた。堤体コンクリートが大きく変形、移動した。幸い、ダムの水位は低く決壊はまぬかれた。

第2節　俵山トンネルの被災と復旧

まず、トンネルの復旧を「スピード工事だが絶対手抜きするな」う回路整備の要、住民の喜びはじける

「俵山トンネルが崩壊した」―南阿蘇村と熊本市を結ぶ県道28号の要・俵山トンネルが、熊本地震の震度7の揺れに「崩壊」したという情報は、国道57号から同325号が分岐する阿蘇大橋の落橋と共に、被災地や国や熊本県の道路関係者に大きなショックを与えた。

熊本市～熊本空港から南阿蘇地域へのメインの観光ルートであり、地域に与える影響の大きさのみならず、災害に強いとされるトンネルなのになぜ?と。震度6以上の揺れがあった地域には234本のトンネルがあったが、被災したトンネルは県道28号の俵山トンネルと南阿蘇トンネルの2本だけだった。本震を引き起こした断層がトンネル直下にあったと推定され、その断層の大きな揺れの影響がこのトンネルに及んだ結果だろう。調査の結果、懸念された「崩壊」に至る損壊ではないことが確認された。

トンネル復旧が願い

孤立した南阿蘇村など阿蘇山の南麓の地域には、俵山トンネルの復旧は緊急課題であり、特に地震後、啓開されたグリーンロードは冬季に積雪、凍結の恐れがあり、現に、平成28年12月28日～同29年3月31日現在までは通行止めとなった。

復旧、開通した俵山トンネル

しかし、トンネルまでの6つの橋梁は、落橋は免れたものの、打撃は大きく復旧には相当の苦難が必要とされた。こうした事情から、俵山トンネ、それに続く南阿蘇トンネルを修復、活用（橋梁部分はう回）した年内の道路の復旧が地元の願いだった。

俵山トンネルは平成5年（1993）、それまでの俵山頂上付近を通る山岳道路を県道28号俵山バイパス（西原村～南阿蘇村間約10㎞）の一環として建設された延長2057mの長大トンネルで、続く南阿蘇トンネル（延長757m）と共に、走行時間、距離とも大幅に短縮、祝祭日には阿蘇観光目的を中心に1日9000台近い通過車両があった。

このトンネルは熊本空港から南阿蘇村・高森町を直接結び、極めて利便性が高く、観光バスなどが多く利用していた。何といっても俵山トンネル、南阿蘇トンネルが整備されたことが大きかった。このトンネルによって、標高700mを越える俵山山頂付近までの登坂する旧道に比べ、熊本市などとの時間距離は大幅に短縮、冬季も降雪、凍結に悩まされることはなくなった。村から南阿蘇トンネルに近づくと「感謝」と大書した石版と銅像が立っている。トンネル建設に尽力した元村長・市原正人氏の功績をたたえたものだ。

二つのトンネルと、6橋梁の復旧は、熊本県の要請を受けて、国が代行して復旧事業を行うことを決定、それも、う回路整備は「年内復旧」を目指すことになった。地震後、最初に啓開された、う回路のグリーンロードが冬季には降雪、凍結で不通となる恐れがあるからだ。そうなれば南阿蘇村などは再び孤立する。熊本河川国道事務所・熊本地震災害対策室が、設計と施工を同時発注したのは5月27日、異例の速さだった。

16か所のひび割れ

俵山トンネル―天井に入った無数のヒビ割れ

「トンネル崩壊」と情報が走ったわけは、トンネルの被災状況の外見上の深刻さにあった。俵山トンネル熊本側入り口付近の土砂崩れ、坑口のコンクリート壁の大きなひび割れは坑内にも続き、坑口から約１００ｍで３ｍに渡る盤ぶくれがみられ、最大の損壊は約１６００ｍ地点で、天井左肩部分の覆工コンクリート壁が幅４ｍ、長さ10ｍに渡って崩落、トンネル内に積み重なっていた。また、トンネルの底部を堅固にするインバートもひび割れていた。南阿蘇トンネルのひび割れは輪切り状の１個所で、俵山トンネルは15個所発見された。

被災個所は本震で動いた布田川断層がトンネル下を走り、地山が良くない場所で、「下から突き上げる力が働き、天井部分のコンクリートがひび割れ、崩れ落ちた」と見られる。さらに横揺れが加わり、Ｈ鋼を２段にわたって電光型に折り曲げるほどの揺れがあり、壁面のコンクリートは斜めに無数のひび割れが生じていた。

大雨の追い打ち

地震によるトンネル被害は阪神淡路大震災の北神トンネル、中越地震の鉄道トンネル、熊本地震と同じく地盤が動いてトンネルが移動変形した被災（有珠山の火山性地震）は北海道の高速道路・道央自動車道の洞爺トンネルなどの例があるが、俵山トンネルの被災はそれに匹敵すると言えそうだ。

断層の動きによって生じた俵山トンネルの亀裂の深さが心配されたが想定より浅手で、関係者をほっとさせた。しかし、好事、魔多し。着工後間もなくの６月20日、大雨が阿蘇地方を襲った、坑口付近で土石流が発生、大きく崩れ落ちた。さらに余震で未修理の壁面コンクリートの塊が落ちてきた。大雨で阿蘇側からの工事用道路も土砂崩れで寸断された。

特に坑口付近の谷筋が滑り、１週間工事現場に入れず、地震土砂崩れで電気室も流され電源を失った。さらに、余震が続き、コンクリートの落下が続くのではと懸念されたが大事に至らず、何とか７月から復旧工事に入れた。

復旧工事が完成した俵山トンネル

村道（旧道）はトンネルと橋梁復旧工事のための資材運搬など工事用道路として復旧が必要だったが、地震に加え、大雨で扇の坂などで土砂崩れ、地割れや段差が生じ、直径４ｍもの溶岩が道路上に落下するなど難題が多くあった。

落石の破砕から始まり、約２万㎥に上る排土を27～80台のダンプを動員して行った。道路の修復工事が通過する工事用トラックの支障にならないように努める必要もあった。「人員確保、重機の手配、宿の確保などやるべきことはたくさんあった。また、工事を急ぐことで、復旧の品質を落とすことはあってはならない」と小﨑誠吾氏（受注者・ＪＶ副委員長）。

「教えられることが多かった」

「当初は、復旧にはある程度の期間が必要ではないかと心配したが、重傷は重傷だが従来工法で対応できる」と復旧工事の指揮を執った中原和彦同トンネル復旧ＪＶ工事事務所長は判断した。まず、人集めだ。東日本大震災の復旧事業など、人手不足は深刻。南阿蘇村へのう回路として使う場合、工期には余裕はない。人も重機も集めるほかはない。「協力会社に無理に無理を言って」。東京、横浜、金沢など全国に手配、「強引に頼み廻って」（中原氏）専門技術者、作業員を集め、大型ブレーカー、吹付けマシーンなどトンネル工事用の重機をワンセット緊急にそろえた。修復は急がなければならない。昼夜、休みなしの作業が始まった。

しかし、被災した俵山トンネルの実際の被災調査は十分には進んでいなかった。特に、覆工コンクリートの大きく亀裂を起こした２個所（４００～１６００ｍ）はコンクリートの塊が崩れ落ち路面に積み上がっていた。亀裂の背面がどのように被災しているか。「幸い、傷は深くはなかった」と中原所長。

被災し、ひび割れた覆工コンクリートをはがし撤去すると、曲がった支保が現れた。また、トンネル底部のインバートもひび割れていた。

「感謝」と刻まれた石板（県道28号）と市原村長像

トンネルの下を布田川断層が走っているのではないか、と推測され、その揺れの大きさを改めて知る思いだった。このため支保H鋼を１２５㎜から２００㎜に厚くし、インバートも取り替えた。

トンネルの壁面の覆工コンクリートは、ひび割れが走り、スパン（約10・２ｍ幅）の取り換えが必要なのは15スパン、その他はひび割れの修復、ロックボルトの打ち直し―復旧工事は急ピッチでかつ着実に進んだ。

大型トラックが行き交う「う回路」

う回路完成、喜びの歓声

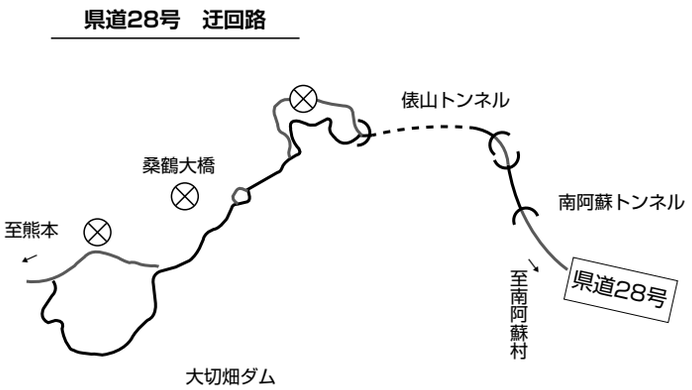
そうした困難を乗り越えて、12月24日、俵山トンネル復旧に伴って県道28号沿いの「う回路」が完成、南阿蘇トンネル坑口前で村民も参加して祝賀式が行われた。「素晴らしいクリスマスプレゼントになった」。開通式には、サンタの赤い帽子をかぶった子供たちの喜びの姿があった。

傷付いた桑鶴大橋の横を通過する「う回路」

う回路を「雪の降る前」に開通させる、そのため俵山トンネルの早期復旧は必須条件だった。技術者としての経験と力量が問われる局面でもあった。それでも「あわてたり、省略して手抜きなど絶対にしない」と中原所長は心に決めていた。「多くの人に助けられて、間に合わせることが出来た。有り難かった。特に住民の理解と激励には感謝している」。

また、教えられることも多かった。熊本側の西坑口の覆工コンクリートには大きなヒビが入ったが、崩れ落ちることはなかった。トンネル坑口の建設は土かぶりが薄く難しい。トンネル坑口部分が崩れていたら、復旧はさらに長期間が必要だったろう。中原所長は「鉄筋が覆工コンクリート全面で60ｍも伸ばされ、コンクリート壁を支え切ったことだ。これからも仕事はまじめにやれと語りかけていたようだった」と言う。

開通した俵山トンネルへ殺到する車両



う回路の開通式（平成28年11月24日）

第3節　深刻な河川被害 ―護岸が崩れ、沈下、液状化も

緑川水系の堤防被害127カ所
「梅雨期の前に、応急工事を完成させよう」
3週間の緊急復旧事業

熊本県の中央部を流れる緑川と白川は、熊本地震被害では明暗を分けた。1級河川・緑川水系は堤防の沈下、ひび割れ、滑りなど127カ所が被災したのに対し、熊本市内を流れる白川は、被災が44カ所で緑川の3分の1だった。緑川水系では緑川本川及び支流の御船川、加勢川で本震による被害が集中、梅雨期を前に全体で緊急な復旧工事が11か所に及んだのに対し、白川水系にはなかった。前震発生の翌日（4月15日）から緊急復旧工事に入り、24時間体制で洪水用の資材を使いながら緊急工事を進め、5月9日には全ての工事を終えている。

白川は黒川と共に、阿蘇カルデラ内を流れ、立野火口瀬で合流して熊本市内に流れ下る。黒川沿いの阿蘇大橋が落橋するなどしているが、治水上の被害は緑川が圧倒的に多かった。緑川は加藤清正が大規模な治水事業に努力を傾け、多くの遺構が現在も大切に保存活用されている川だ。

断層近くの河川、深刻被害

緑川水系は本川に、阿蘇外輪山の外側（南斜面）を流れ下る支流群が多く、20以上を数える。本震の震源となった布田川断層も、支流の一つ布田川に名が由来している。また九州自動車道の秋津川橋、木山川橋共に支流に架けられた橋梁である。県道28号の俵山トンネルや6本の橋梁群の重大な被災も、布田川断層の揺れを直接的に受けたためとみられる。木山川の上流では護岸が崩れ、亀裂が生じ、川側に崩れており、木山川と加勢川の合流地点では川を横断するように両岸の堤防に亀裂が走り、付近の畑に断層が現れ、段差を造っていた。また、秋津川では堤防の液状化で沈下も見られた。

「増水期前に、応急対策を」

大雨などの出水に備え、緑川ダムの洪水調整容量を約500万㎥増強、通常水位163・3mを158・5mまで下げた。

比較的被害の小さいひび割れなどは間詰や敷均し、セメントミルク等の注入で応急的な工事を施した。軽微なひび割れは埋めなおしたが、中には約2m程度の深さのものもあり、ひび割れ部分を取り除き新たに盛土（切り返し）が行われた。また、護岸のハラミだしや高さ1mもの段差や沈下も見られ、緊急対策が必要な堤防は緑川本川と支流の加勢川に11か所あり、集中していた。

緊急な被害の復旧が必要な個所は「梅雨期の増水期に、堤防が耐えられるように急ぎ復旧しなければならない」（甲斐浩幸・熊本河川国道事務所副所長）。

復旧工事は前震（平成28年4月14日）の翌日からスタートした。工事には災害協定を結んでいた11社が、昼夜を問わない24時間工事に入ってくれた。「想定以上の短期間で仕上げていただき、施工した業者の皆さ

んに頭が下がる思いだ」と甲斐副所長。

西日本各地方整備局から集まった照明車13台がライトを当てる中での作業だった。洪水が発生した時に備えて備蓄されていた連節ブロックなども活用され、被災後約3週間の5月9日緊急的な復旧工事を終了させ、流域自治体に報告された。実際、6月20日、大雨が降ったが、応急復旧された堤防は健全で、水害を食い止めた。

本格復興へ

それで堤防の復旧工事が終わったわけではない。あくまでも緊急な補修であり、本格的な復旧工事はこれからだ。5月6日、堤防調査委員会（委員長・秋山寿一郎九州工業大学教授）が開催された。地質調査や物理探査を行い土堤、特殊堤、樋管など被害を受けた構造物を調べ、それぞれの対策工事が検討、その結果に基づいて8月から本格工事が開始されている。

土堤の場合、地震の揺れによって堤体のゆるみが大きい箇所は、堤体そのものを造りかえることになった。緑川は昭和63年5月、平成7年7月、平成11年9月など、たびたび洪水を引き起こし、流域市町村に大きな被害を与えてきた。

清正の河川事業を補強

緑川の支流・加勢川の上流部は阿蘇外輪山につながる台地が広がっており、改修事業はこれまでも順次、進められてきた。加藤清正は白川、坪井川、井芹川などを熊本城の外内堀とし、様々な改修事業を行った。

加藤清正は肥後領主として入国するや、河川改修に手腕を発揮した。洪水から熊本城下町を守るため緑川の支流・加勢川の右岸に長大な清正堤を築堤したほか、本川の緑川右岸に大名塘と呼ばれる堤防を、御船川と緑川の合流点には轡塘と呼ばれる高水敷を造り、洪水防止の工事を進めている。また木内川に流れ込んでいた御船川を直接緑川に流入させる流路の付け替えを行い、広大な農地を造成した。

加勢川右岸の川尻地区は清正の後を継いだ細川藩の積出河港として使い、現在もその御蔵前船着場跡が護岸として残っている。堤防が低いうえ、老朽化していたため改修が行われた。また右岸側には清正堤があったが盛土を行い、堤防に厚みを加え補強している（平成16年）。左岸には堤防がなかったため平成11年に新堤防を築堤、完成した。

また、加勢川と緑川本川と合流点には六間堰（固定堰）があったが、これを新しく可動堰に改築するとともに河道を拡幅、流量を3・5倍（700㎥／S）に引き上げている。

治水の名人、加藤清正

戦国武将・加藤清正は、築城の名人であり、治水事業でも名をはせた土木家であった。治水の名人には、清正と共に、甲州の武田信玄、藤堂高虎、佐賀鍋島藩の成富兵庫の名が上がる。戦国時代が終わると、武将たちは領国を富国とすべく治水、利水事業に力を注ぐ。富国のカギは農業振興にあり、そのためには洪水を防ぎ、利水の為の土木事業が必要だった。

過酷な年貢取り立てと武力弾圧で、国を治めがちな武将たちの失敗は数多い。清正の前に肥後を治めていた佐々成正は百姓一揆の総攻めに合い、島原の松倉重政、勝家父子は、「島原の乱」を招いて、自滅した。

清正の河川土木事業は数多い。なかでも、緑川では鵜の瀬堰、岩下の石刎、沈み塘、城下を流れる白川では馬場楠井手、鼻繰り井手など工夫に工夫を重ねた治水、利水事業が知られている。

例えば、鼻繰り井手（熊本県菊池郡菊陽町）は、どうしても山を切り拓いて導水しなければならないため、導水路を引く必要があった。ところが、火山性山地と言う特殊土壌の為、砂がたまり、埋まりやすい。そこで「牛の鼻に穴をあける」ように、水路に穴をあけて壁を残し、壁にトンネルを通して水を流す。流水は壁ごとにぶっつかり、渦巻く。そのことによって砂が巻き上がり流れに乗って下ってゆく沈砂防止の工夫であり、スムースに水が流れる。80箇所程度の穴が掘られ、28穴が現存している。

治水のための河川改修事業では、水勢を抑える石刎（緑川上流）や沈み塘（同県甲佐町）などある。沈み塘は筑後川河口のデレーケ堤と同じで川中央に長い堤防を築き、洪水時に流れを分ける。

当然のことながら、こうした高度の土木技術を清正がすべて身に着けていたわけではなく、佐々氏に仕えていた大木兼高など有能な技術者を重臣に迎えている。

鼻繰り井手―水路に壁を作り、渦巻かせて砂を出す

500カ所の堤防被害

河川堤防の被害は広範囲に及び、熊本県の河川堤防被害は約500カ所に達している。そのうち緑川水系の堤防が127カ所、白川水系が44カ所、ひび割れ（120カ所以上）や堤体の沈下（20カ所）など被災している（地盤工学会調べ）。堤防そのものは良質な盛り土材で築堤されており、被害はかなり抑えられていた。浅い所に緩い砂層が広域に分布、堤防付近で液状化が発生していた。熊本地震の特徴は、前震と本震で震度7の地震動を引き起こし、前震で被災した堤防が本震で被害を拡大して、そのメカニズムの解明が必要とされている。

緑川と白川の被害と復旧状況

熊本地震によって、熊本県内の堤防は約500ヶ所が被災した。特に、同県中部を流れる緑川水系、阿蘇から熊本市内への白川水系で大きな被害を出した。被災は緑川水系で127ヶ所、白川水系で44カ所に上った。その中で、代表的な堤防被害と復旧工事の状況を見ると―。

写真（A） 緑川中流の嘉島町下仲間（12K200）の河川堤防の道路を中央線から真二つに割るように縦断亀裂が発生、最大で幅30㎝が生じた。

写真（B） 白川・蓮台寺橋左岸（8K500）の取り付け部（平田排水樋管）の堤防は、亀裂が横断し、段差が生じた。また、橋台付近や近くの住宅地では液状化に伴う噴砂の跡が見つかった。

写真Ⓐ緑川右岸

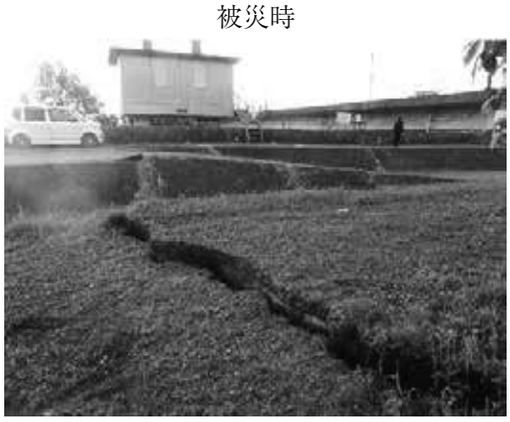
被災時

地盤改良施工中

縦に　堤防道路中央からまっ二つに割れた。

写真Ⓑ白川左岸

被災時



築堤施工中

横に　堤防が横に割れている。

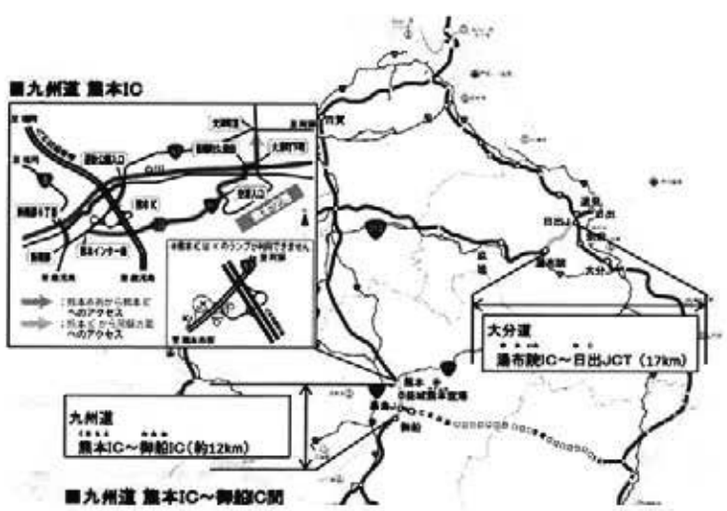
第６章　高速道路が止まった

第１節　死傷者ゼロの奇跡――九州道、大分道
第２節　１５０km離れた大分道でも被害
第３節　２週間の超スピード復旧

伝承の言葉

「打ち下ろすハンマーのリズムを聞け。あのリズムが存する限り、芸術は永遠に滅びないであろう」
「臆病は文明人のみが持っている美徳である」
（芥川龍之介、小説家。１８９２～１９２７）

1）高速道路の主な被災状況
○高速道路については、橋脚傾斜や法面崩壊、跨道橋の落橋により、九州道および大分道の一部区間が通行止めとなりました。
○現在では、益城熊本空港ＩＣから嘉島ＪＣＴのみ、一部区間の速度を落として終日対面通行規制が行われていますが、通行止め区間はありません。



現場から

北田正彦　西日本高速（株）九州支社長

「九州の高速道路は、阪神淡路の教訓から耐震強化を進めていました。特に、本線の下部工強化は済ませていました。しかし熊本地震は〝横揺れ〟が激しく、地震回数も多かったことから、九州道の木山川橋や大分道の法面崩壊や並柳橋が被害を受けました。高速道路は、構造的に「横揺れ」に弱かったと言えるでしょう。特に跨道橋のロッキングピアは横揺れに弱く、府道橋などが落橋してしまいました。将来への大きな教訓です。これまでの、耐震強化は十分効果は上げていると思います。応急復旧工事もスピード感を持って行いましたが、今回の熊本地震が残した教訓を今後、どう生かすかが我々の使命です」

第1節　死傷者ゼロの奇跡―九州道、大分道

ダブルパンチに耐えた高速道路
幸運呼んだ、耐震補強の効果
余震続く中、復旧工事を急ぐ

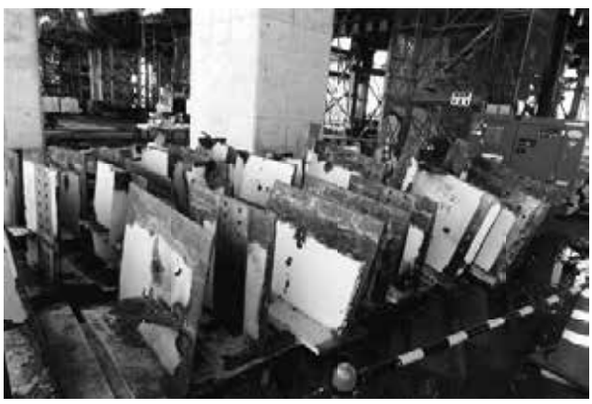
熊本地震は九州自動車道、大分自動車道に大きな打撃を与えた。九州道、大分道共に、震源が両高速道路に極めて近く、激しい横揺れにさらされた。九州道では跨道橋が高速道路を塞ぐように落橋、対照的に本線は落橋を免れた。しかし、木山川橋など橋を支える『支承』が壊れ、ジョイント（道路の繋ぎ目）が開き、段差を造るなどの損傷を受け、通行止めに追い込まれた。また、盛り土して造成された路面が崩れ、陥没、その中にトラックが落ちたが、これだけの被災を受けながら、幸い死傷者は一人も出さないという「奇跡」が生まれた。さらに、地震後、スピード復旧に全力を挙げ、応急復旧ながら5月9日全路線の通行止め解除にこぎつけた。この間、余震が３４６回発生するという緊張状態の中の復旧工事であった。

大型トラック、陥没道路に

震度7という直下型地震に、28時間内に2回も連続的に見舞われた。高速道路では、高速走行しているだけに、突然の揺れに運転者が車両をコントロールできなくなり、

また落橋すれば、転落する惨事となる。ロサンゼルス地震（平成６年１月）やその１年後の阪神淡路大震災（平成７年１月）では高架崩落の悲惨な光景が見られ、高速道路の安全神話を崩壊させた。熊本地震の震源地に近く、震度７の連続的な激しい揺れに見舞われ、九州道、大分道が大きな打撃を受けながら死傷者ゼロの奇跡には、幾つかの幸運があった。

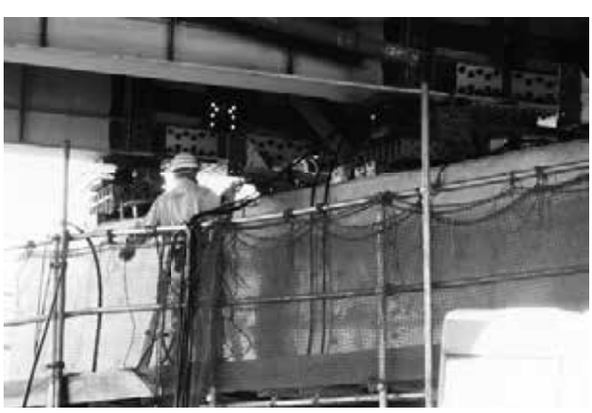
平成28年４月14日夜の前震によって、九州道・益城バスストップ付近で下り路線（鹿児島方面）の盛り土部分約60ｍが陥没、大型トラックが陥没地に突っ込む事故が発生した。幸いけが人はなく、トラックも翌15日には路上からクレーンで引き上げ撤去できた。現場は秋津川橋のたもと付近の下り線側で路肩付近から崩れ落ちてしまった。



壊れ、切り取られた主桁

西日本高速（株）九州支社は前震発生から直ちに全面通行止めにし、復旧作業に入った。高速道路では震度５・４で通行止めを行う。前震での、この交通止めが幸いした。16日午前１時過ぎの本震では、陥没地が拡大、長さ約80ｍに渡って崩れ落ちた。しかし、上り線（福岡方面）は補修可能なひび割れが生じた程度だったため、同日午後７時には松橋～八代ＩＣ間、同９時前までに植木～益城熊本空港ＩＣ間を緊急車両のみ通し、一般通行は４月29日までの応急補修によって片側１車線の対面交通での早期通行を可能にした。

壊れたロッキング橋脚の基礎部



高速道から下から支える（木山川橋）

上り線と下り線の損傷の差は、盛り土の地盤改良施工のあるなしの差であった。約50年前、九州道が造成された時、陥没した下り線の方が地質としては堅固であり、上り線がむしろ軟弱で、地質改良が行われた。九州道は植木ＩＣ～熊本ＩＣが最初に着工されたが、関東ローム以上の軟弱な阿蘇噴出堆積土に悩まされた。地表から黒ボク，白ボクと呼ばれる地層が重なり、その下層に「灰土」と呼ばれる軟弱土壌があり、ブルドーザーなどで「練り返し」が行われると軟弱度が増し、重機が動かなくなるほどだった。これに対して上り線は比較的堅固で改良の必要なしと判断されたと推定される。地質の改良の有無が明暗を分けた結果となった。

右にかたむいたピア（熊本ＩＣ）―ＲＣ巻き立てで補強された

横揺れに弱かったロッキング橋脚

緑川ＰＡに架かる跨道橋・府領１号橋（橋長61ｍ、県道32号小川嘉島線）が本震で落橋して、高速道路を塞いだ。前震ではこの橋は落橋しなかったが、全面通行止め中で走行中の車が衝突することはなかった。関係者にとって〝冷や汗もの〟だった。「跨道橋は道路を塞ぐように落橋しており、もし通行止めせずにいたら、高速で走ってくる車が衝突する恐れは十分にあった」と多くの関係者は胸をなでおろした。

この橋は高速道路建設初期の１９７５年に造られた跨道橋で、建設後、熊本県に移管されおり、既に、築40年を経過していた。橋桁をロッキング橋脚２基と橋台で支える構造で、建設当時は合理的な構造であった。しかし、熊本地震の横揺れには

対応できず、福岡側に倒れるように落橋していた。

跨道橋の損傷、落橋は高速道路の機能をストップさせる恐れがあり、その耐震強化の必要性が事前から論議されていた。ロッキング橋脚は跨道橋の第1世代で、九州道建設初期に架けられた熊本ＩＣの跨道橋・神園橋、東原橋もロッキング橋脚で落橋は免れたものの、斜めに傾いてしまった。この形式の跨道橋は落橋1、損傷がひどく撤去したものが1橋、補強したのが2橋、計4橋が損壊した。

高速道路をふさいだ府領橋（九州道）

RC巻き立てで補強

府領第一橋は橋台部に落橋防止が設置されていたが、激しい横揺れで壊され、橋桁が福岡方面に倒れ、支承が壊れ、それに伴ってロッキング橋脚（3本の柱）が大きく傾斜、ついには落橋に至っている。

ロッキング橋脚は鋼製の円柱で、上下の「受け」が皿状になり、上下方向（柱の軸方向）の力は対応する「理屈に合った」構造だったが、熊本地震のような大きな横揺れに弱く、橋脚だけで自立することは難しい。その後、下駄のように橋脚を立てるラーメン構造や斜π（パイ）型の、より自立性の高い跨道橋に進化している。ロッキング橋脚はコンクリートで橋脚が傾斜してしまった東原橋を一括巻き立て（ＲＣ巻き立て）、「壁」のように太く厚く補強された。これによって上下、横の揺れに対しても耐えられる構造となった。

持ちこたえた本線の橋梁

一方、九州道本線の橋梁の被災状況はどうだったのだろう。震源地に近い益城熊本空港ＩＣ～嘉島ＪＣＴ間には秋津川橋（橋長１２１ｍ）と木山川橋（橋長８６７ｍ）がある。

路面陥没の現場と隣接する秋津川橋は、地震の揺れで、支承が外れ、橋の主桁が橋台のパラペット（胸壁）に激しく衝突、鉄骨がむき出しになるほどの損傷を与えている。

落橋は免れたものの、木山川橋（上下線とも鋼３径間と２径間連続鈑桁橋＋鋼単純桁橋）は大きな痛手を

靴をはいている橋

車が走る路面・橋桁を支えている「支承」と呼ばれる装置がある。通常、「シュー」（靴）と呼ばれる。鋼で造られた橋の場合（鋼橋）、気温が高くなれば橋桁は伸び、低温になれば縮む。この伸縮を可能にしなければ、鋼の部材同士が互いに強く圧迫され、金属疲労が重なる。まして大きな地震動には耐えられない。気温や地震などによる橋の動きを可能にする支承は、小さいながら縁の下の力持ちであり、表に出ない「黒子」でもある。

熊本地震で被災した木山川橋では、震度7の前震によって、伸縮装置が開き、本震で閉じたことが報告されている。こうした橋の動きを可能にするのが支承で、固定された橋脚と橋桁の間に置かれている。木山川橋に使われていた支承が地震で壊れ、交換の為、取り外され、橋下に並べられていた。これらの支承は前震と本震によって橋桁が左右に大きく横揺れし損壊したにもかかわらず、橋を支え続けたのである。

一つ一つの支承は小さいながら、大重量の橋桁を下から支えているため、負担は大きく、関門橋などでも支承の疲労度は高い。しかし、橋の動きをある程度、許すことによって橋の安全を守る重要な役割を担っている。木山川橋の壊れた支承はこの橋の落橋を、身を挺して防いだ功労者と言えるかもしれない。

支承は通常、金属製である。しかし、耐震性を高めるため「積層ゴム支承」が登場した。熊本地震で被災した県道28号（熊本高森線）の橋梁群にも「積層ゴム支承」が使われていた。薄いゴム層と鋼板を重ねて造られた支承で、金属製に比べて柔軟性を持っており、揺れに強いとされていたが、熊本地震動に伴う橋の動きが大きく、破断したり傾くなど損壊を受けている。

受けた。現場に立って見ると、平坦なはずの路面が遠くまで波打って、凸凹状態に続いている。路面、桁を支える橋脚の地面が沈下したり、桁を支える支承が横揺れで移動したり、元の位置から外れ、桁が大きくへこんでいる（座屈）ためだ。また、温度差によって鋼製の橋桁が伸び縮みする余裕を持たせる伸縮装置部分が引き離されたり、沈下で段差が生じたりしてもいた。

橋全体が傷だらけの木山川橋

木山川橋の下には、前震と本震の２度にわたる横揺れを物語る、壊れた支承と座屈したため切り取った鋼桁が集められていた。支承は桁の柱（垂直補強材設置）部分で支えているが、横揺れで前震と本震で本来の支点から左右に動いた。このため桁下部のフランジ部分が支点を中心に前後にへこみ、その上に鉄板部材は「力士の腹のように膨れ出てしまった」。このため鋼製支承３５２個全部を取り換え、曲がった桁（座屈損傷）約２２０カ所を部分的に取り換えることにしている。

耐震補強が効奏

今回の熊本地震による橋の強烈な揺れを示す損傷した支承などの「遺物」が如実に物語るように、木山川橋の復旧は長期化するのではとの懸念があった。支承、主桁の損傷、橋自体のずれ（縦方向に56㎝、横に66㎝）、伸縮装置は大きく開くなどの損傷を受け傷だらけの長大橋だが、橋脚は、阪神淡路大震災の教訓から、平成14年から3年がかりでコンクリートの巻き直し（ＲＣ巻き立て）による耐震補強がされており、落橋防止装置も働いて、地震のダブルパンチにも耐え、自立を保っていた。

本線の橋梁の被災が致命傷にならなかった背景に、耐震補強の強化がある。阪神淡路大震災で高架橋の橋脚が折れ、高架橋が横倒しになった教訓から、橋脚補強など下部工が補強されていたことである。橋脚の強化をはじめ、落橋防止のため、橋の両側にコンクリートブロックが付加され、橋が揺れて動いても、この落橋防止装置構造によって橋の揺れが受け止められ、落橋を食い止めることが出来、ロサンゼルス地震や阪神淡路大震災の惨事はまぬかれた。

地震に学ぶ高速道路

地震によって、高架式の高速道路が倒壊するショッキングな光景を人々が初めて似たのは米国・西海岸での巨大地震だった。記憶に新しいのは、１９９４年ロサンゼルス近郊で発生した「ノースリッジ地震」（ロス地震）だろう。橋桁が橋脚から連続して落下した。

「我が国では、こうした事故は起こらない」と多くの専門家が日本の安全神話を口にしたが、ノースリッジ地震の1年後の同日である1月17日発生した、阪神淡路大震災で阪神高速３号の１本足・橋脚がせん断破壊され、高架橋の高速道路が横倒しになる事態が生じた。安全神話は神話に過ぎないことを悟らされた。

ノースリッジ地震の５年前、シリコンバレーで有名なサンノゼ市近郊で発生した「ロマプリータ地震」（１９８９年）でも高速道路の２層式の高架橋が崩壊、橋桁が外れ落ちなどした。ノースリッジ地震では橋脚が座屈し、ずれ落ち、高架の倒壊につながった。米国の高速道路を走ると気が付くことだが、広大な国土をもつだけに、平地かせいぜい小さな盛り土で造成されている。さすがにニューヨークなど都市部では高架が主流となるが、安定した地盤で、地震が少ない。

ただ、カリフォルニア州など西海岸は例外だ。サンフランシスコからロサンゼルス等の都市が並ぶ西海岸にはサンアンドレアス大断層が走っており、軟弱地層も多く、地震に弱い。米国の高速道路は（インタステイト・州際高速道路）アイゼンハワー大統領時代に建設が本格化、耐震対策は殆どとられていない状況で完成していた。１９７１年サンフェルナンド地震が発生、その後、カリフォルニア州で相次いだ断層地震の経験から高速道路の「耐震強化」の必要性を突き付けられ、米国は地震に学び、耐震技術開発を進めたのである。

第2節　150㎞離れた大分道でも被害

震源に近く、大分道・並柳橋が被災、法面崩壊も―熊本地震に連動、別府万年山断層が動く「東進作戦」の要、強靭化を

法面崩壊で埋め尽くされた大分道

「地震の土砂崩れで、通行できない」―高速道路を走っていた一般利用者から緊急通報が西日本高速・大分高速道路事務所に入ったのは4月16日（平成28年）深夜、午前1時50分頃であった。

その約20分前、携帯電話がけたたましい地震発生音を鳴らして、江藤繁美副所長は自宅で飛び起き、事務所に駆けつけた。多くの単身赴任者が帰郷している土曜日でありながら、地震発生の1報で所員約20人が事務所に緊急集合していた。直ちに、現場に走る。別府ＩＣから日出ＪＣＴを過ぎ由布岳ＰＡ近くの法面（福岡方面上り路線）が、大きく崩れ、上下線とも土砂が埋め尽くしている。熊本の震源から約１５０㎞も離れているにもかかわらず、連動した地震が発生するという過去に経験のないことであった。

「安全勾配なのに」

現場は由布岳ＰＡから福岡側へ約２００ｍの上り路線。4段の切土のり面が約１００ｍにわたって崩れ、道路を塞いでいる。直ちに通行止めの指示を出した。唯一の九州横断高速道路であり、別府という大温泉観光地への道でもある。

「それにしても、地震で切土のり面が崩れるとは」。地震で盛土法面では崩れることはあっても、切土法面では前例がない。日田から湯布院、そして由布岳、鶴見岳の裾野を走る山岳高速道路の大分道は霧や雨、雪に悩まされ、その維持管理には日ごろから緊張感を持って当たっている。通常は、豪雨によって、火山堆積土の地層内に「滑り面」が出来、それが原因で土砂崩れが起きる。また盛り土に比べて、切土法面は地震に強い。しかも、崩れたのり面は安全性を高めるため、15％程度の緩い傾斜とし安全勾配で造成されていた。

調査に入った地質専門家も首をひねったが、原因は内陸直下型の震源のごく近くで、相当強い「横揺れ」が発生したため、と推定された。熊本地震の震源地（熊本県熊本地方）から約１５０㎞離れ、別府湾から伸びてきた別府・万年山断層が、熊本の前震で動いた日奈久断層、本震の布田川断層に連動して動いたという見方が強い。

崩壊した土量は約2万㎥。10トンダンプで、約５０００台分にも上った。ともかく、一時も早く巻き込まれた車両がないか、確かめねばならない。地震発生の当日から排土作業に入った。作業を進め、巻き込まれた車両が無かったことが確認できた時、関係者全員が胸をなでおろした。崩壊土は上り線延長１００ｍにわたっていたが、下り路線（別府方面）は崩壊土が比較的少なく、早急に排土、2車線を利用して仮復旧、上下の車両を通すことにした。暫定2車線、対面交通で開通させることが出来たのは5月9日だった。

本復旧は、まず、土止め完了したのが9月8日。法面を2段増やし、6段とするため用地買収し、のり面

のモルタル吹付け、グランドアンカー打ち直し、鉄骨補修さらにのり面を約80ｍ延ばし全体で１８０ｍとした。全面開通は９月15日だった。

大分道のり面崩壊の復旧工事

大分道並柳橋全景

支承が壊れた大分道の並柳橋

「くの字」に曲がった鉄柱（並柳橋）

並柳橋は本震で損傷

もう1か所、損傷を受けたのは、崩れたのり面の近くに架けられた並柳橋（橋長４２０ｍ）。４径間のトラス橋（支間各65ｍ）と鈑桁橋（３支間各40ｍ）、谷筋を渡る橋で、下は牧場で由布院盆地が一望できるすばらしい景観の橋だ。14日の前震の時は点検の結果、異状はなかったが、16日の本震に連動した地震によって被災した。

落橋は免れたが、橋端の鈑桁が大きく曲がり、支承が横揺れでズレて、はずれたり、飛び出したりし、主桁の部材が１か所並ぶように「くの字」に座屈してしまっていた。応急復旧では鉄板を挟むサンドルをジャッキで橋を支え、「くの字」に曲った桁部は、鉄桁部をコンクリートで巻き立て、同様にサンドルで支え、5月9日一般通行を可能にした。平成28年11月末から始まった本格復旧では、耐震性を高めるため、変形した桁や鉄支承をゴム支承に取り換えた。また落橋防止装置や免震装置

▲高速道路の被害と復旧状況

出典：ＮＥＸＣＯ西日本より提供

高速道路の主な被害状況図（大分自動車道）

であるダンパーの取り付けも新たに行い「地震に強く」した。

基礎を固め直す

比較的、平地を走る九州道は盛り土の道路の陥没、山岳道路の大分道では切土ののり面崩壊が発生した。九州道は地質改良したコラムで基礎部を、固め直し、大分道は切土のり面をより高く、幅も広くして強固にした。同時に、橋などの構造物が2度にわたる震度7の直下型地震、それも震源に近い個所での被災でありながら、よく耐えた、と言うべきだろう。その背景には、阪神淡路大震災に教訓を生かし、確実に耐震補強が実施され、平時の点検補修がぬかりなく行われていたことがある。

命の綱の役割を

高速道路は災害に強い構造を持つだけでなく、被災地支援、復旧に果たした役割は大きく、東日本大震災では押し寄せる大津波を食い止める防潮堤、高所避難場所として注目された。被災しても復旧が早く、都市災害の原点と呼ばれる「長崎大水害」（昭和57年）でも国道34号が寸断され、復旧に長期間を要する中、長崎バイパス（自動車道）が救援、支援、復旧の「命の綱」の役割を果たしている。縦軸の九州道は約2週間で、横軸の大分道の復旧は約3週間のスピード復旧で速度制限がありながらも通行可能にした。大幅に復旧が遅れたら、九州経済、暮らしに対する打撃は深刻なものになっただろう。

熊本と大分を結ぶ国道57号が大規模な斜面崩壊などで被災、大分道は救援、復興道路として期待されていた。また、大分道の被災は、南海トラフ巨大地震が発生した場合、「東進作戦」の西九州側からの救援、復興道路として重要視されている。こうしたことから、一層の高速道路の強靭化求められている。

大分道のり面崩壊

ライフラインの復旧

電力

4月14日の前震で、熊本市など最大1万7000戸が停電、続く16日の本震では最大47万6600戸が停電した。九州電力は、前震の段階で災害非常対策本部を立ち上げ、全社で3600人を動員、他9電力会社からも約600人の応援を受けて復旧に取り組んだ。被災したのは黒川～一の宮線を中心に、9水力発電所（導水路破損など）鉄塔・碍子等の送電設備（27線路）10変設備（変圧器など）259回線の配電設備（電柱転倒・折損、傾きほか）。

20日までに、崖崩れや道路の損壊で復旧が当面、困難な地域を除いて、高圧配線線への送電完了。阿蘇・一の宮、高森地区へは高圧発電機車148台（全体では169台）で供給、28日までに復旧させた。

都市ガス

地震により供給停止戸数は10万884戸。全国のガス会社からの応援を含め4641人が復旧に当たり、4月30日に全面的に供給開始した。バルブを閉めたり、ガス導管を切断して地域を1ブロック2000～3000戸程度の7ブロックに分割して、一斉復旧に当たった。

○JR九州

①在来線＝豊肥線も立野～赤水間は大規模な斜面崩壊で約300mに渡って線路が損壊したほか、トンネル坑口の亀裂、巨石が線路上に落石、のり面崩れ、線路地盤の変状。赤水～豊後萩間は線路上への落石、橋台の傾き、線路の亀裂・ゆがみ、駅舎損傷など。鹿児島本線では熊本高架が被災した。

②新幹線＝玉名～新八代間45kmで被災。前震で時速約80kmで走行中の回送列車が熊本駅から1・3km地点で脱線、約300m軌道損傷。前、本震で高架橋の柱亀裂33カ所、調整桁のズレ4か所。本震では防音壁の落下（122カ所）、電車線ハンガー損傷（約1000本）。高架橋の亀裂、支承のズレ、ホーム（新八代駅）柱の損傷、桁のズレ、AT保護線断線など。

在来線は1週間、新幹線は2週間で復旧（速度制限有）

○南阿蘇鉄道（第3セクター）

立野～高森間17・7kmで第1白川橋梁の橋台が移動、犀角山トンネルが山と共に動き、戸下トンネルに亀裂が生じるなど損害額は30億円に上るとされている。8月から中松～高森間の運転再開。立野～中松間の復旧めどは立っておらず、義捐金を呼びかけている。

第3節　２週間の超スピード復旧

「大型トラック・突っ込む」の第１報で始動
ゴールデンウイーク前に成し遂げる
４月末（平成29年）に全面復旧

４月14日午後９時26分、八代市の西日本高速道路（株）熊本高速道路事務所は、大きな横揺れに見舞われた。建物全体を揺さぶるような揺れは数秒間続き、警報が鳴り響いた。25分後には内野雅彦所長は現地責任者として、災害対策本部の真ん中に座り、直ちに九州道の通行止めを命じた。午前10時には、道路、ＳＡ・ＰＡ，施設の各点検班がつぎつぎ出動して行く。それが２週間にわたる「応急復旧の戦い」の始まりだった。高速道路はその構造的な強さから救援、支援、復興の頼りとされ、今や九州の物流の主役を担っており、九州経済を支える大きな柱だ。九州では９路線５０７㎞もの通行止めとなった。未曾有の事態である。

府領第一橋の落橋の跡

点検部隊が結集していた

前震の４月14日夜、内野所長が最も懸念していた事故の速報が飛び込んできた。九州道下り線で「大型トラックが陥没した道路にはまっている」。道路に出来た陥没の大きな亀裂に前輪が突っ込んでいる、という速報だ。幸い運転者にけがはなかった。胸をなでおろす。そのほか段差が生じ、ジョイントのすき間を鉄板などで緊急補修、救急車など緊急車両の通過可能な状態にまで戻すことが出来た。事務所全体にホッとした空気が流れた。

しかし、それもつかの間のことだった。16日午前１時25分、再び、すさまじい揺れが襲ってきた。本震だった。１回だけではない、次々に大きな揺れが波状攻撃してくる。前震から１日半の間に震度６弱以上が７回、異常な地震だった。熊本高速事務所の現地部隊だけではおそらく厳しい体制だったが、不幸中の幸い、九州支社（福岡市）の福永康雄部長（保全サービス事業部）以下，支社の点検部隊が、梅雨期を前に、全線の点検をスタートさせるため結集していた。支社、本社との連携、復旧の総括指揮に福永部長が当たることになり、緊急な復旧体制が構築されていった。それが、被災現地での即断即決、２週間の超スピード復旧にもつながった。

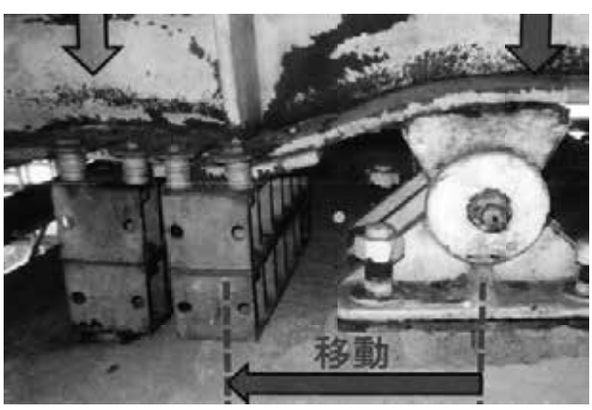
木山川橋の復旧現場に立つ福永部長

跨道橋が落橋、高速道路をふさぐ

九州道の本震被害は前震をはるかに上回って、深刻だった。何より想定外だったのは、跨道橋の落橋だった。高速道路を一跨ぎして横断する一般道路の跨道橋が落橋すると、高速道路を塞いで、全面交通止めに追い込まれる。緑川ＰＡ近くの府領第１橋が落ち、横倒しになって九州道を塞いでしまった。補修、架け直しを考える前に「直ちに、撤去」が決断された。被災した跨道橋の橋脚は、ロッキングピア式で高速道路建設初期に架けられた橋だ。「当時は、それなりに合理性を持っていたが、横揺れに弱いため、耐震補強として横ズレ防止構造が施されていた。しかし、強い揺れに耐えきれず落橋してしまった」（福永部長）。

熊本ＩＣの二つの跨道橋（ロッキングピア）は一つが撤去（神園橋）、もう一つ（東原橋）は傾いた橋脚をコンクリートで巻き上げ、旧橋脚を一体化（ＲＣ壁化）して太く強い橋脚に作り替えた。間髪を入れぬ決断だった。

点検中の九州道



東原橋は国道57号をまたいだＩＣへのランプ橋。「耐震補強で、落橋防止のストッパーが取り付けられていた。落ちれば基幹道路でもあって、大変なことになった」。胸をなでおろす間もなくベント（仮受け台）で支え、応急、そして本格復旧に取り掛かった。「傾いた橋脚をそのままにコンクリート橋脚に造りかえるなど現場感覚が豊かでなければ出来ない技。重くなった荷重で基礎は大丈夫かと尋ねたら、ちゃんと計算してあった」（橋梁専門の日野伸一九州大学教授）。

「跨道橋については問題意識は強くありました。今回、落橋の原因となったロッキングピア式の橋脚は高速道路建設の初期のもので。当時はそれなりの理屈に合っていた構造なのですが横揺れに弱い。それで順次、横ズレ防止のための地震対策はされてきたのですが、今回の地震を受けて更なる対策を行って落橋を防ぐ構造に変更してゆく必要があると思います。」と福永部長。

重症の木山川橋

最大の復旧課題は木山川橋（橋長８６７ｍ）だった。益城熊本空港ＩＣ～嘉島ＪＣＴの間にあり、八代、宮崎、鹿児島への交通を閉ざすことになった。震源に近く、軟弱地盤の上に架けられているため、揺れも大きかったとみられ、橋桁はズレ、沈んだ。段差が生じ、支承はほとんど壊れ、橋桁の鉄板も座屈した。「通常、地中の構造物は地震に強いと思われていたが、ここでは橋脚の基礎杭まで損傷が見られた」と日野教授。震度７のダブルパンチだった。

大きな揺れを物語るのは橋桁とそれを支える支承だ。支承は橋桁の柱（垂直補強材設置）部分に設置されているが、現場で見ると、柱の一方の鉄鈑が丸くへこみ、柱を越えて他方に支承が移動して、そこも同様にへこませている。多数の取り外された支承とへこんだ桁部分が切り取られているのを見ると、前震と本震で左右に大きく動いていることがはっきり分かる。それだけ橋全体が左右に横揺れしたことを物語っている。

接続部分は前震で橋に下から「空が見えるほど」開いたが、本震の点検では元のように閉っていた。前震と本震で開閉したのだろう。それほ

ど大きな揺れにも、落橋は免れた。幸いだった。

急ぎ通行可能にしなければならない。災害協定を締結している団体に要請し施工業者を緊急招集、被災の概略を伝えた。応急措置について、最小限の目的と条件を示しただけだった。施工業者の自主的な判断で応急にすべきことは伝わっていた。一方でどこまで大型車両の重量に耐えることが出来るのか，載荷試験でチェック、通過できる車両の重さや速度を割り出した。

続く余震の中で

本震に続く余震の中で、落橋を防ぐベント（仮受け台）を24カ所で組み上げた。軟弱な地盤には基礎杭を打ってベントを構築、とりあえずの橋脚として橋を支えた。壊れた支承に替わってサンドルを１７６カ所で差し込んだ。こうして下部工に架かる荷重を分担させ、10日後には20㎞制限ながら、対面通行（間欠）を可能にし、６月１日には50㎞制限まで持ち込んだ。「阪神淡路大震災や中越地震の経験が生きた」と福永部長。

通行再開した後も橋の下では危険な作業が続いていた。本震後も震度６弱が４回発生、５月９日の全面通行解除までに震度３以上が３４６回続いた。余震のたびに交通止め、作業員は退避、治まるとまた現場に戻る、の繰り返し。橋桁を支えていた支承は動いたり、壊れたりしており、橋桁（３径間）も沈んだりずれていた。ジャッキで元の高さまで橋桁を持ち上げ、縦（橋軸）に最大56㎝、横（橋軸直角）に同66㎝ほどスライドジャッキで動かし、所定の位置に戻す。座屈した部分の桁の切取り取り、支承取り替えまで、仮の支承を挟み支えさせた。

九州支社のほか全国のＮＥＸＣＯ、グループ会社の社員が応援に入った。立ち上がりが早かったこともあり、地震発生から５月９日まで約25日間で延べ２３０００人の作業員を確保できた。同時に高速道路以外の復旧作業は人手不足に悩んでおり、その配慮も必要だった。

応急復旧に引き続いて、本格復旧にも入った。木山川橋の鋼製支

ベントで支えられている木山川橋

阪神淡路大震災と安全神話

高架橋の耐震化

高速道路はその構造的な強さから、巨大地震発生の場合も「頼りになる道路」として期待されている。熊本地震では九州道と大分道が被災したが、スピード復旧して、被災地への救援道路として大きな役割を果たした。

高架橋が多い高速道路だが、熊本地震では、高速道路を支える橋脚が、連続した２度の震度７の地震動に耐え、座屈、倒壊などの致命的な被害を受けなかったことが大きい。そこには、阪神淡路大震災の貴重な教訓が生かされていた。この地震は熊本地震と同じ震度７の直下型だったが、神戸市灘区を走る阪神高速の高架橋（ピルツ橋）の橋脚が折れ、18径間もが横倒しに倒壊した。その無残な光景は世界に発信され、日本の「安全神話」も崩壊した。

地震国・日本の橋は、伝統的に、橋脚が太くつくられてきた。頻発する地震から橋を守るためである。しかし、都市化が進み、道路渋滞に対応するため建設が進められた都市高速道路の多くは高架橋で、しかもその下は一般道路が走る２階建ての構造が多い。身近な例では、福岡都市高の下を国道３号、外環状道路が走っている。都市内の限られた道路空間を有効に活用するためである。

神戸の高架で造られた阪神高速３号の下に一般道路を走らせる道路空間を有効利用するため、伝統的な幅広橋脚方式から、橋脚を出来るだけ細くする努力と工夫が行われた。細い橋脚の上に両手を水平に広げたようなＴ字型にして、高速道路の桁を支える「ピルツ橋」（ドイツ語でキノコ）と呼ばれる高架橋の一般的な構造となった。

急速に都市化が進んだ日本ではそれなりに合理性を持っていたが、決定的な違いは、ヨーロッパには地震が少なく、日本は地震多発国であることだ。

こうした教訓から、阪神淡路大震災以後、橋脚の耐震性が高められ、既存の橋脚も補強されたことが、熊本地震での橋梁の強さ、スピード復旧につながったとみることが出来る。

承３２５カ所すべてを新しく取り替え、弓型にへこんだ桁部分も２２０カ所差し替えた。路面の沈下やうねりも順次、修復して行く。復旧だけでなく、さらに耐震性の高い橋梁にしなければならない。課題は多いが、まずは跨道橋の耐震強化が求められる。被災が大きかったロッキングピア橋脚の補強など、ＮＥＸＣＯでは平成７年以前に造られた橋梁について耐震補強を進めている。

「熊本地震発生前、被災地帯から言った。事前に地震発生を予知できるところまで、野生の生き物ほど人間の感覚は深まっても、鋭くなってもいない。しかし、熊本地震被災の体験を通して、被災を減らし、早期復旧の準備は出来る、とも聞こえた。鳥がいなくなった、と感じました。いち早く異変を感知したのかも知れません。鳥が戻ってきたのは、ちょうど余震が減った時期でした。これで安心して仕事が出来ると思いましたね」と福永部長はつぶやくように

秋津川、木山川の堤防も大被害

熊本地震による九州道の橋梁被害で大きかったのは、木山川橋と秋津川橋だった。九州道は益城熊本空港ＩＣを南下、すぐ秋津川橋、次いで木山川橋を渡る。九州道沿いの同町福富地区は大きな家屋被害を受け、高速道路沿いを歩くと住宅は軒並み、傾いたり、損壊していた。この地域は地下水が豊富で、湧水が多く、家庭で自噴管を備えていたが、地震で壊れ、漏水が頻発した。

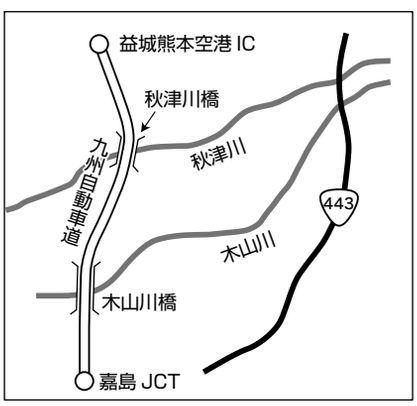
その木山川と秋津川の堤防（いずれも熊本県管理）も震度７の激しい揺れで、熊本の河川の中で最大の被害を受けた。

益城町の南側を流れる秋津川の堤防は多数の箇所で沈下（最大１・５ｍ沈下）した。

緑川の支流・木山川では堤防が、日奈久断層と交差しており、横ずれ破壊が発生した。木山川は断層に沿って流れており、地震の大きな揺れをまともに受けることになった。堤防に亀裂が走り、液状化による破壊なども発生した。樋門や樋管も沈下やコンクリートのひび割れなど、９カ所で被災した。

さらに、地震によって沈下、６月21日の大雨では、低くなった堤防が一部決壊する事態が起こった。堤防沈下の為、約１ｍの高さまで土嚢を積み上げていたが、豪雨で水位が高くなり、土のうが押し流され、越流、約50ｍに渡って堤防が決壊（破堤）してしまった。

堤防だけの沈下ではなく、二つの河川を含む広い地域が沈下しており、緑川河口との高低差が小さくなって「流下能力の低下」恐れが出ている。このため河川改修が必要とされている。



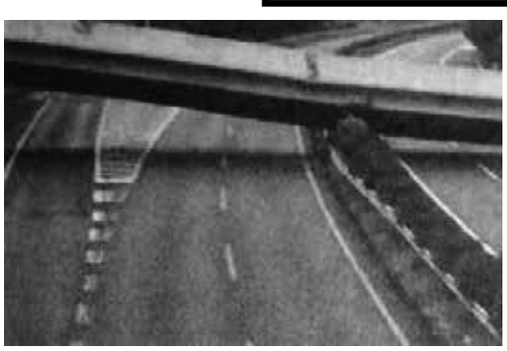
斜橋の弱点が重なる？

橋は、通常、河川や跨道橋の場合、直角に架けられる。構造的により安定性が得られるからである。しかし、川や道路などの地形など諸条件から、斜めにまたぐ橋を架橋せざるを得ない場合もある。熊本地震で落橋、九州道を塞いだ跨道橋「府領第一橋」（橋長60ｍ、御船ＩＣ付近）も高速道路を斜めに渡る斜橋だった。

直角でなく、斜めに架けられるから、その端の角度は一方が鋭角になり、他方が鈍角にならざるを得ない。鋭角側は斜橋が跨ぐ道路や川に「開く」ことになる。地震が発生すると、橋桁は、鈍角側から鋭角側に回転する。橋の端が回転の動きをすると橋台などに衝突して、反対側に動く「反力」が生じ、その力が橋を回転させる。

九州道を塞いだ「府領跨道橋」の橋端は熊本側（北方向）に「開いていた」ため、地震動によって、反時計回りに回転した橋が、鈍角側から支持台を飛び出すように落橋したとみられる。

斜橋だから、落橋したわけではない。橋桁が地震によって落橋防止装置を破壊するほど、回転を強いられたものの、橋脚がそれにたえられなかったこともある。この跨道橋は九州道建設の初期のもので、この橋を支えていた「ロッキングピア」（橋脚）は縦揺れには強いが、横揺れに弱い。ピアの弱点と斜橋の弱点が重なったことによる落橋だった、とみられている。


九州道をふさいだ府領第一橋

第７章　傷付いた熊本城

第１節　熊本城・鉄壁の石垣に「揺らぎ」
第２節　頑張る飯田丸五階櫓
第３節　壊れた石橋、復旧に難問
第４節　①　生かされた慶長地震の体験
　　②　清正熊本城―地震から再起の勇気
第５節　インタビュー山尾敏孝　熊本大学教授
　コラム「倒壊した阿蘇神社楼門」ほか

伝承の言葉

「被害想定については厳しい数字であっても、正しく恐れてもらうため、国民にありのままを知ってもらうことが大切」
（南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ報告書）

崩れた熊本城の石垣

熊本城復旧基本計画

基本計画は１００年先を見据えた復元整備への基礎づくりに取り組むもので、期間はおおむね20年とし、うち応急対策、重要文化財の保全、天守閣の復旧など短期施策は５年とする。計画範囲は特別史跡区域の51・２ｈａと都市計画公園区域56・３ｈａ。

基本的考え方は①復興のシンボル・天守閣の早期復旧②物理的価値を損なわない丁寧な復旧③耐震化など安全対策に向け最新技術を動員するなど。

これに基づいて６つの基本方針を決めている。①崩壊した石垣、櫓など建造物の保全②復興のシンボルとして天守閣の早期復旧―。耐震補強やバリヤーフリー化の推進など③石垣・建造物等の文化財的価値の保全と計画的復旧―伝統技法による丁寧かつ、耐震補強も含めた石垣の復旧、宇土櫓など重要文化財建造物の復旧など。

現場から

熊本市長　大西一史氏

「熊本城は大変な被害を受けました。宇土櫓は国指定重要文化財。４００年前から立っているこの櫓は前震の時は持ちこたえましたが、本震では（石垣などが）崩壊してしまいました。飯田丸五階櫓は一本の隅石でかろうじてなんとか耐えています。３年後に天守閣を復元させようと計画し、全体では20年以内の復旧を目指しています。明治22年の熊本地震でも飯田丸の石垣が崩れたことが全部、記録に載っています。

熊本城復旧のため11月（平成28年）から「復興城主」を始めました。一口１万円で、熊本出身の漫画家、尾田栄一郎さんのオリジナルグッズを提供しています。毎年１万３０００人の市民ランナーが参加する熊本城復興マラソンも多くの方々の参加を得て２月19日開催されました。今後も、継続します。市民力、地域力、行政力を結集して、復興を進めます。熊本城は復興のシンボルです」。

第1節　熊本城・鉄壁の石垣に「揺らぎ」

重文３カ所、復元建物19カ所が被災
隅石「一本柱」で持ちこたえた飯田丸五階櫓

天守閣が白煙に包まれた。熊本地震で、築城の名手と詠われた加藤清正が築いた熊本城は、激しい揺れで、鉄壁を誇った石垣が崩れ、櫓が壊れた。国指定重要文化財の長壁が倒れ、堅固を誇った北一八間櫓など13建造物、城壁が損壊した。しかし、飯田丸五階櫓が隅石「一本柱」で支えられ奇跡のように持ちこたえたほか、唯一、加藤時代の櫓、宇土櫓が基礎の石垣の損壊をこうむりながら、櫓の原型をとどめ、武者返しなども踏みこたえた。天守閣、本丸御殿など復元建造物も「内部はひどく壊れた」（熊本城総合事務所）が、基礎柱が打ち込んであり、天守閣の瓦は揺れで土煙を上げながら滑り落ちたものの、20棟の建物自体は持ちこたえている。損害は総額６３４億円に上るという。熊本城公園を管理する熊本市は「熊本復興のシンボル」として20年をかけて、再建する計画だ。

こわれた小天守（右）と天守（左）

堅固な石垣が――。

熊本城は熊本の象徴的存在。市民は「せいしょこ」（＝清正公）のお城として誇り、年間約１７０万人が県内外から訪れる観光スポットとなっている。震災後も訪れる人は絶えず、濠の外側を加藤神社まで歩いて、遠目ながら瓦が落ち、裸になった天守閣を仰ぎ、「武者返し」の城壁など堅固さの象徴だった石垣の多くが濠に崩れ落ち、倒れた大木の姿に溜息をつく。

石垣は、かつては「石の城」にも見えた熊本城の守りの堅さを象徴するもので、西、南大手門の石垣など積み直し、補修の必要がある石垣は武者返しも含め52カ所、全体の約３割、約２万３６００㎡にも上る。国重要文化財建造物である北、東の一八間櫓や五間櫓、不開門、長塀など13カ所、天守閣など復元建造物19カ所が被災した。

崩れ落ちた石垣の石は、過去の写真を参考にしながら、番号を付け、１つ１つ位置決めして、原形通り積み上げて行く。気が遠くなる作業が待ち受けているが「文化財の復旧はあわてないでやることが重要だ」と九州大学島谷幸宏教授はアドバイスする。時間をかけても「本物」を復興させることが地域の履歴を継承していくことになり「例えば石積みにおいても安易にコンクリートを用いず伝統的な工法」で行うべきだと強調している。

明治22年地震と被害重複

そのためには、石垣の構造と崩壊メカニズムを解析しなければならない。今回の地震で「石垣の内臓が露わになった」（鶴島俊彦・熊本城調査研究センター文化財保護主幹）ことで石垣の内部構造はかなり分かった。自然の地形を利用して、地山に盛土し、その外側に石垣を積み上げたケースや石垣で３～４方を囲み、中詰めしたものなど、場所と用途に合わせて造成している。

大木とともにくずれ落ちた熊本城の石垣

くずれ落ちた石垣上部

ニチュードは6・3、熊本城の石垣や崖崩れは、飯田丸五階櫓や小天守など約70カ所に上った。

石工養成が課題

陸軍が行った修復手法ははっきりとはしないが、伝統を誇る石工専門集団・穴太衆のように城郭の石垣積みの専門集団が動員されたものではなかったとみられる。穴太衆の技術を継承する滋賀県大津市の粟田建設は「明治熊本地震で被災した石垣修復に加わる穴太の石工はほとんどいなかったのではないか」（粟田順二会長）。築城など幕末、明治初期まで、穴太衆が請け負う仕事はなく「穴太は皆無となっていた」（同）と見ている。

石垣を元通り復元すると言っても、明治の石垣補修に戻すのか、清正の築城当時の石垣を再現させるのか、今後検討しなければならない。また、石積みを担う石工数は限られており、熊本城修復に20年間をかけるとした場合、その間、石工養成確保をどう行うかも課題となる。

粟田建設では8年前から、石組み修復の研究会を重ね、若手養成に取り組んでいる。穴太衆の石垣の積み方は理論ではなく、例えば、「見えない所に力を注げ」など口伝が多い。長い経験の積み重ねによって蓄えられた技術をどのように継承し、同時に「どうすれば丈夫な石積みが出来るか」（粟田会長）。穴太衆だけでなく、熊本には石橋などで有名な種山石工を始め、九州各地に石工集団が存在していたとされ、それらの「発掘」も重要だ。

始まった十八間櫓の復旧工事

ただ、明治22年に発生した熊本地震（金峰山地震）で熊本城は大きな被害を受けて、陸軍（第6師団）が補修している。127年後の今回の地震では石垣の被害個所の約80％が同じ場所の石垣が崩れている。陸軍の「震災ニ関スル諸報告」によると、今回と同じ直下型地震で、推定マグの縦一列で柱のように櫓を支えて、崩壊を食い止めている姿だった。飯田丸五階櫓は木造で、昭和60年復元されたものだが、平屋部分の石垣の上部が大きく壊れている。石垣は江戸時代の築城当時と、明治22年地震の後、修復、築き直された石垣。余震は続いており、さらに櫓、石垣が崩れる恐れがあり、緊急な対応が必要だった。

元の位置への修復のための番号が付けられている石垣

倒壊防止のための工事

石垣修復に当たっては、熊本地震と同レベルの地震動に耐えられる「耐震性」と同時に「文化財を損ねない復旧」の両立が求められる

熊本城の中で、ひときわ目を引くのは、飯田丸五階櫓。石垣の南面上部が崩れ、東南の角が隅石

人気のくまモンも
熊本城復旧募金を呼びかけている

倒壊防止の特殊工

櫓の倒壊、崩落を防ぐ応急工事を急がねばならない。まず①架台（全体重量約420t）を櫓北側に設置②架台からアーム（片持ち梁、21m）を櫓平屋の上から延ばし③その先端から巻揚げ装置を櫓の床下まで下げ④そこから受け桁を櫓の下に差し込んで固定、三本の柱で支えた。こうして櫓全体を安定させ、倒壊防止を行った。「しかし、受け桁で櫓の荷

被災前の十八間櫓

くずれ落ちた十八間櫓

重（17～18ｔ）を全て受け持たせると、それまで支えてきた隅石の〝柱〟が荷重を失って崩れ、倒れる恐れがあるため、ある程度の荷重を残すことも必要だった」（関係者）。極めて、細心の注意が必要となる工事だった。この後、石垣の修復方法などが検討され、平成29年５月、復旧工事に着手した。石垣崩落の危険があるため南阿蘇村立野の傾面崩壊と同じように二次災害防止のため、無人化施工で工事は始まった。

熊本市は熊本復興プロジェクトを立ち上げた。一口１万円の寄付を募り、寄付者を「復興城主」とする制度だ。再建費用は当然のことながら膨大で、専門の石工も多くはいない。その確保はどうするのか、気の遠くなる石積み工事が待っている。

熊本城主になり、募金を呼びかける看板と
再建を願って作られた“熊本城”の模型

清正公への恩返し

中央構造線は大分～四国・吉野川沿いを横断、紀伊半島に渡っている。今回の熊本地震で大きく傷ついた熊本城を築城した加藤清正は構造線沿いに九州横断道路・豊後街道（約１２５㎞）を拓いた。四国で慶長伊予地震の３日後、慶長豊後地震（１５９６年９月）が発生、別府湾に津波が押し寄せ、７００人に上る犠牲者を出した。今も別大国道沿い（仏崎）に慰霊の「南無法蓮経」の文字が急崖に彫り込まれている。

続いて９月５日、慶長伏見地震が発生、秀吉築城の伏見城が全壊した。石田三成の中傷を受け朝鮮出兵から呼び戻されていた清正は、直ちに３００人の手兵を引き連れて駆けつけ、救出、復興にあたった。その功で秀吉から謹慎を解かれた。歌舞伎の演目「地震加藤」（増補・桃山譚）でも演じられた。今回の熊本地震では秀吉を祀る豊国神社（名古屋市）が熊本城内にある加藤神社に４００年前の恩返しにと復興の御朱印を発売、全額を再建費用として加藤神社に贈った。

加藤神社には、豊国神社から送られた「祈復興」の大きな横幕が掲げられている。慶長豊後、伏見地震の後、１６０５年２月、徳川家康が江戸幕府を開いた１年余後、南海トラフ地震が発生、大津波が西日本、太平洋沿岸を襲っている。清正は慶長地震の教訓をその後の熊本城の堅固な築城のほか道路、河川の土木工事に生かしたと伝えられる。平成28年熊本地震の教訓を生かし、南海トラフ大地震の備えに生かさなければならない、と清正遺訓は教えているようだ。

豊国神社から贈られた「祈復興」の
大きな幕（加藤神社）

第2節　飯田丸五階櫓、奇跡の偶石

倒壊防止に、特別な工法
櫓支える隅石「一本柱」に代わって
総重量４２０ｔの架台で倒壊防止

偶石で持ちこたえている飯田丸五階櫓

飯田丸五階櫓が支えていた石垣が崩れ落ちながら、隅石「一本柱」で支えられ、奇跡的に持ちこたえる姿は、震災に負けず「がんばる熊本」そのものだった。加藤清正像が建つ、熊本城の入り口、御幸橋付近から濠ごしに見える、一本足で踏ん張る飯田丸五階櫓は、高さ約14ｍの小天守閣風の櫓で、清正の重臣・飯田覚兵衛の名からきている。その櫓の平屋櫓下の石垣面が崩れ、南東隅の「隅石一本」で持ちこたえている飯田丸五階櫓の石垣は、かつては「石の城」にも見えた熊本城の守りの堅さを象徴するものだった。全国的な注目を浴び「熊本城がんばれ」の声援を受けた。それだけに、熊本市としても、「何としても、倒壊させるわけにはいかない」。国重要文化財建造物である北、東の一八間櫓や五間櫓、不開門、長塀など一三カ所、天守閣など復元建造物19カ所が被災する中で、飯田丸五階櫓の倒壊防止工事を最優先で行うことになった。

倒壊防止のための工事

飯田丸五階櫓は木造で、昭和60年復元されたものだが、明治22年地震で積み直された石垣や江戸時代に築かれた石垣がさらに崩れ、五階櫓全体が崩落する恐れがあり、緊急な倒壊防止の対応が必要だった。工事を担当したのは大林組。西南戦争の時、焼失した天守閣や本丸御殿の復元、修復にも携わった。

詳細な現状調査が行われた。石垣は2段構造で高さ18ｍ（上部で12ｍ、下部6ｍ）、ビルで言えば5～6階の高さの石垣の上に櫓が立てられている。櫓平屋部分の下3分の2の石垣が崩れ、建造物の重量は、隅石の「柱」が支えて崩落を食い止めている。「石垣は石工の言葉で、キオイ（気負い）と呼ばれるように、両肩を上げた形で、隅石が少し高く積まれ、頑張って上の櫓を支えている（大林組熊本城工事事務所長・土山元治氏）。加えて、櫓内部の木材は雨などにさらされると、腐食してゆく。

櫓の倒壊、崩落を防がねばならない。調べた結果、隅石には17～18ｔの力がかかっている。崩落を食止めるためには、45ｔまでの重量に耐える「支え」が必要と判断された。通常考えられるのは、下部にベント（仮構台）支柱を立てるのだが、城内、櫓周辺には遺構が多く、地盤も掘削出来ない。櫓、石垣に影響も与えてはならない。厳しい工事が予想された。

天秤ハカリの原理を使って

考え出されたのは「仮受け架台」である。土山所長の説明によると、原理は昔の分洞ハカリで、天秤（天秤）のハカリの先から降ろした皿に乗せた重さ（ヤグラの重量）と、分銅の重み（架台）でバランスを取るようにする。

まず①架台（全体重量約４２０ｔ＝架台２２０ｔ、鉄板の重り２００ｔ）を櫓北側に設置②架台からアーム（片持ち梁、21ｍ）を櫓平屋の上から延ばし③その先端から巻揚げ装置を櫓の床下まで下げ④そこから受け鋼桁を櫓の下に差し込んで固定、櫓落下に備えた支えとした。

架台は現場で組み上げ、架台から櫓の屋根を越えて上からアームを延ばし、その先端から鉄骨を下へ、Ｌ字型に降ろす。櫓を全体として「逆コの字」で吊りあげる構造である。

しかし、「鉄の腕」（受け梁）で抱くようにはしているが、実際は櫓と鉄の腕は密着はしていない。櫓を倒壊させず持ちこたえているのは天井や内部の頑丈な木組みで、押し上げる力を加えるとバランスが崩れ、逆に倒壊の危険が生じる。鉄の腕と櫓床下の間を密着させず、間にグラウト（薬液）袋を挟み、ソフトに支えることで、本格復旧までの応急措置としている。

架台で櫓の崩壊を防ぐ

細心の注意が必要

櫓を支えている隅石についても、同じ配慮が必要だった。「受け桁で櫓の荷重（17～18ｔ）を全て受け持たせると、それまで支えてきた隅石の「柱」が荷重を失って崩れ、倒れる恐れがあるため、ある程度の荷重を残すことも必要だった」（土山所長）。こうして櫓全体を安定させ、倒壊、落下防止の応急工事を行った。

細心の注意が必要となる工事だった。架台設置場所が狭く、高さ14ｍ、幅６ｍ、重さ２２０ｔの架台を組み立て、約40ｍスライドで移動させて設置、架台の大重量の架台を支えるには地盤が弱いため70㎝の基礎コンクリートを打ち、受け梁になる鉄骨の床下差し込みなど石垣や櫓を傷つけないよう工事は慎重に進められた。

余震、梅雨期の大雨や台風襲来の心配も頭から離れなかった。このため、６月10日着工、７月28日（平成28年）の完成させる急ぎ仕事ともなった。土山所長は熊本出身。「郷土の人々がいかに熊本城を誇りに思っている」かは、痛いほどわかっている。特に、飯田櫓は清正公の像から目の前に見えるため、応急工事とは言いながら、熊本城復旧のシンボル的な意味を持っているだけに、倒壊寸前で支える工事には大きな意味が込められていた。

飯田丸五階櫓の応急工事を担当した土山所長

天守閣の石垣修復へ

飯田丸五階櫓のほか、重要文化財の宇土櫓や戌亥櫓など基礎の石垣が壊れ、櫓が崩壊の危機に立っている。この中には飯田丸五階櫓同様、隅石でようやく自立しているものも多く、応急措置が必要となっている。文化庁など文化財関係者からは重要文化財の修復、復旧を優先する声も強い。

熊本市は市民の要望の強い熊本城のシンボル、天守閣（１９６０年完成鉄骨鉄筋コンクリート造）の修復を急ぐ考えだ。天守閣は復元建造物で、地中に基礎杭が打ち込まれ、建物としては地震に耐えている。しかし、小天守の基礎は盛土して建てられ、古い石垣だけに被害が出ている。「石垣は直線的（ほぼ垂直）に立っており、そのまま復旧するか、勾配を持たせ安定性を高めるか」（黒木邦彦所長）、また熊本城には被害を受けた石垣、擁壁は多く、天守閣と同様、現状再現か耐震工法を施すか、今後、検討委員会などで実験、解析が重ねられ、慎重な検討が加えられる。

平成31年３月までに復旧完成、出来るだけ早く一般公開できるように準備を急ぐ。

石工の養成

石垣の崩壊、膨らみ、ゆるみなど被災は総面積８万㎡のうち、30％（２万３６００㎡）に及び、その修復は長期間にわたることが予想される。熊本県は江戸時代以来、石橋が数多く架けられ、種田石工などの伝統があるものの、熊本城のような大規模、かつ長期間にわたる石垣修復工事を進めるためには「石工養成」が必要になる。「石垣修復工事に、本社・関連の石工に、地元のメンバーを加え、育成を行いたい」（黒木所長）としている。

大林組　黒木所長

復興城主

熊本市は熊本復興プロジェクト「復興城主制度」を立ち上げた。復興資金として、一口1万円の寄付を一般から募り、寄付者を「復興城主」とする制度。漫画家・尾田栄一郎氏の原画を使用したグッズセット（先着1万人）がもらえる。金融機関や郵便局から振り込む。復興城主はデジタル芳名帳にも掲載される。問い合わせ＝熊本城総合事務所（096）352―5900

熊本城の被害

○前震（4月14日）

石垣＝崩壊六か所、膨らみ、緩み多数

重要文化財＝一〇棟（長塀80m崩壊、9棟は瓦、外壁落下など

復元構造物＝7棟、天守閣瓦落下、壁ヒビ、塀崩壊など

○本震（4月16日）

石垣＝膨らみ、緩み＝64カ所、517面（23600㎡・29・9％）うち崩壊50カ所、229面（10・3％）。

地盤＝陥没・地割れ70カ所（約12345㎡）

重要文化財＝20棟（倒壊2棟、一部倒壊3棟、他屋根、壁破損）

復元建造物＝20棟（倒壊5棟、他下部石垣崩壊、屋根、壁破損）

管理施設など＝屋根、壁破損

熊本城被害総額＝約634億円。内訳＝石垣約425億円、重要文化財＝約72億円、再建・復元建造物＋その他の公園施設約137億円。

熊本城の地震被害状況

平成28年

4月14日21時26分「前震」 M6.5

種類	被害数量	内容
石垣	崩壊 6箇所	膨らみ・緩み多数
重要文化財建造物	10棟	長塀80m崩壊、9棟は瓦・外壁落下など
復元建造物	7棟	天守閣瓦落下、壁ひび、塀崩壊など

4月16日1時25分「本震」 M7.3

種類	被害数量	内容
石垣	膨らみ・緩み64箇所、517面 うち崩壊50箇所、229面	約23,600㎡（29.9%） 約8,200㎡（10.3%）
地盤	陥没・地割れ70箇所	約12,345㎡
重要文化財建造物	13棟	倒壊2棟、一部倒壊3棟 他は屋根・壁破損など
復元建造物	20棟	倒壊5棟　他は下部石垣崩壊、屋根・壁破損など
利便・管理施設	26棟	屋根・壁破損など

※熊本城全体の石垣：973面、約79,000㎡

熊本城の被害総額

項目	金額
石垣	約425億円
重要文化財建造物	約72億円
再建・復元建造物＋その他公園施設	約137億円
総額	約634億円

熊本城修復に「穴太衆」

戦国時代以来、城石垣積みの石工集団として名高い「穴太衆」が、地震で多くの石垣が崩れた熊本城の修復に参加する。穴太衆は、織田信長の安土城の築城をはじめ、全国の城づくりに加わり、その腕前は天下に鳴り響いた。熊本城を築城した加藤清正も穴太衆を呼び寄せ、難攻不落の石垣を組み上げている。

しかし、徳川幕府の一国一城令によって、江戸時代は築城の機会がなく、次第に石工数が減っている。現在は、滋賀県大津市の粟田建設が穴太衆の後継石工集団。「江戸時代になって、天下泰平、江戸幕府も資金難で、城の改修等も少なく、享保年間には穴太衆は必要とされなくなった」と粟田建設・粟田純司会長。明治22年の地震でも熊本城石垣は大きな被害を受けたが、「穴太衆はほとんど来ていなかったのではないか」と言う。石工の数も技術も不足していたのかも知れない。

粟田会長によると、8年前から、お城など文化財の石組みの研究を再開した。しかし、理論は知っている人はいても、実際の穴太の積み方を熟知する石工が少なく、勉強会を重ね、若手育成に努めてきた。「享保の時代の石組み技術が復活させ、技を継承させる努力を重ねたい」

粟田会長

粟田会長は、熊本大学で開かれた熊本城復興シンポにも参加「石組みは表面の美しさだけでなく、見えない所（石垣の裏側の詰め石や盛土等）に力を注げ、と、教えられてきた。どうしたら丈夫な石積みが出来るか、奥行きのある石額を造って原形復旧して行きたい」と抱負を語った。

熊本城修復には、石工養成が必要だが、穴太衆だけでなく、熊本の種山石工集団ほか九州各地の石工の技術の蘇り、若手養成が課題となっている。

第3節　壊れた石橋・復旧に難問

熊本、大分の、23の石橋が破損
恋人の里・二俣福良渡も
「地域の歴史と暮らしの語り部」

熊本地震が襲った熊本、大分両県は、石橋の多い地域だ。しかし2度にわたる震度7の激震と、長く続いた余震は肥後の石橋の代表格である通潤橋（熊本県・山都町）の一部を壊したほか、熊本県で21、大分県で2、計23もの石橋が傷ついた（石橋を守る会調査）。アーチ輪石が損傷したり、ズレとすき間が生じ、橋の側面の壁石が崩れるなどその多くが積み直しの必要性があるという。しかし、専門的な石工は多くはなく、復旧には歳月がかかりそうだ。

二俣福良渡は壁石が壊れ、全面修復が必要になった。

19橋が地震で被災

熊本大学は同県内の被災報告があった31石橋について現地調査を行っている。31橋のうち19橋が被災しており、破損部分は高欄の落下が11、路面崩壊6、同損傷が7、壁石崩壊が8、壁石の孕みだしが6、輪石のひび割れ11、輪石にすき間が生じたのが11橋だった。これらの損傷が地震によるものか、老朽化によるかの判別も行った。

壁石の損壊は14橋で、地震前に壁石の孕みなどが見られた3石橋は地震によって1橋（八勢橋）は崩壊し、他の2橋は別の場所で損壊を起こしていた。一方で、壁石や輪石がモルタルで補強されていた石橋は損傷が少なかった。

輪石が損壊したのは14橋で、そのうち隙間が生じたのが8橋、ひび割れなどが5橋。壁石が壊れた橋は輪石もすき間やひび割れを起こしていた。

江戸時代の馬門橋も欄干が壊れ通行止めに

痛々しい下鶴橋

ひどかったのは、宇城市の石橋群で、下鶴橋は左岸側の壁石が両側共に崩れ、高欄は崩れアーチ輪石も多数のすき間ができ、痛々しい姿になった。安見下鶴橋は右岸側壁石が崩壊、アーチ輪石が開き一部落下、高欄が壊れて落下してしまった。この橋は地震後（6月20日）の大雨で流失している。

誉ヶ丘橋も同様な被害で、共に通行禁止となっている。

美里町の石橋・二俣福良渡（橋長27m）は左岸側の壁石が崩壊、右岸側も大きなすき間が生じた。中詰め土はむき出し状態となり、輪石はアーチ中央部の側面と右岸下流側の基石が欠け、アーチの下面の損傷も大きかった。高欄、路面も被災していた。

この橋と二俣渡（26m）は兄妹石橋で二つ川が合流する地点に文字通り二俣に、江戸末期（文政12、13年）架けられている。二俣福良渡が壁石が大きく壊れ通行不可能となっている。二俣福良渡は10月から2月の正午ごろ石橋に差し込む陽光が水面に反射してハートを作ることから「恋人の里」として若い人々に人気があった。

美里町の一番古い馬門橋、霊台橋等、計四つの石橋が被災している。馬門橋は庄屋・小山喜十郎が備前の石工を招いて造った古い橋で「車一切通すべからず」の石柱を立て、190年近く維持管理、大切にしてきた。また、御船町の八勢橋は左岸側の壁石が半分、崩落していた。

熊本県・八代市・「石匠館」の石橋野外展示

通潤橋、霊台橋も

熊本県には約330の石橋があり、その約半分が江戸時代に築造された記念物的な構造物だ。有形重要文化財に登録された石橋も少なくなく、通潤橋もその一つ。この橋は熊本城の石垣を手本に積まれたとされ、被害は最小限にとどまったが、通水管の漏水が見られ橋の上の縁石が「はらみ」落下の恐れもあった。名橋と知られる国重要文化財の霊台橋（同県美里町）も壁石垣に「はらみ」が見られた。

二つの橋は、鹿児島市の甲突川を渡る西田橋など五石橋を掛けた岩永三五郎が属した「種山石工」集団が手掛けたものだ。その一人、橋本勘五郎は、明治初期、東京に招かれ、皇居の二重橋、万世橋など名橋を架けている。

石橋は熊本、大分両県を中心に、谷川やホタルをはじめ生き物を含む豊かな自然環境と景観の中に架けられており、その地域の暮らしと歴史を物語っている。復旧に当たっても、地域の誇り、地域産業の一つ、観光資源となることを意識しなければならない。しかし、石工不足、自治体の財政難などから難問が多いようだ。

通潤橋（熊本県）の放水口

穴太衆（あのうしゅう）

近世初頭、織田信長が築城した安土城（天正4年・1578築城）の天守閣の石垣（野ずら積み）など、当時、最も知られた石工集団で、佐賀県の名護屋城築城を始め、全国各地の城づくりに携わっている。最初は自然石を積む「野ずら積み」だったが、慶長年間には、それに割石を加えるなど次第に技術を高度化させ「打ち込みはぎ」「切り込みはぎ」など技術を発展させていった。

石の選択に厳しく「石の心」に耳を傾けよ、の教えを守り、特徴ある大石を、バランス良く配置、石垣の意匠を考えた配置を行っている。

もともとは比叡山延暦寺の麓、坂本（滋賀県・大津）の石垣作りの石工集団で、石工を「穴太」と呼び、石垣作りの役人を「穴太役」と呼ぶなど、固有名詞が普通名詞になるほどその名を響かせた。

第4節① 生かされた慶長地震の体験

【清正が拓いた豊後街道】
被災した国道57号のう回路となった清正公道
豪雨対策に石畳、地震に強い石垣―溶結凝灰岩活用

豊後街道の起点は熊本城外、西にあり、石柱の『元標』が立てられている。街道はいったん城内に入り、右手に熊本城の偉容を見ながら東に抜け、杉並木の大津街道へ。外輪山を切り通す立野渓谷を避けて清正公道で外輪山への坂道を登り、二重峠へ、そこから急坂の石畳の街道を下り、的石~内牧温泉郷に向かう。

一方、熊本市を出た国道57号は白川に並行して遡り、立野渓谷の急崖を縫うように走り阿蘇カルデラ内に入る。観光シーズンには、激しい渋滞が見られたが4車線化が進み、かなり緩和された。

立野渓谷、右奥に峡谷を渡る「かつての阿蘇大橋」のアーチ

しかし、平成28年4月の熊本地震では、大規模な斜面崩壊に襲われ国道57号は埋没、飲み込まれた大学生一人が死亡、同国道から南阿蘇、高森方面に分岐する阿蘇大橋が落橋、阿蘇長陽大橋も被災、通行を断ち切られた。同24年の九州北部豪雨では同じ立野周辺の阿蘇外輪山で大規模土石流が発生、その爪痕は今でも山腹に深く残っている。豊後街道は大津から清正公道で外輪山を二重峠まで登り、現在はミルクロード（県道11号）と呼ばれるが、この豊後街道ルートは重大な被災を免れ、国道57号のう回路として機能した。

う回路となった清正公道―清正は難所を避けて、豊後街道を造った。

あえて迂回(?)した清正公道

立野火口瀬は阿蘇カルデラの南北を流れる白川と黒川が合流、深い渓谷となっている。清正が白川沿いのコースから離れて、大津から敢えて山道を辿って二重峠まで上り、的石・内牧温泉へ急坂を下ったのは、渓谷沿いの道路造成が難しかったことや、こうした災害多発地帯を避けたのかもしれない。しかも、急勾配の二重峠を少し進んだところから下る約2㎞の坂道はびっしりと石畳みで固め、雨に強い道路にしている。

カルデラを抜け、東側外輪山の急坂を登る滝室坂（国道57号）は平成24年7月の九州北部豪雨でさらにひどく被災した。土石流が通行中の大型トラックを押し流し、幸い運転手は間一髪で脱出できたが、道路は泥土に埋まり、崖中腹からは滝のように幾筋も水が噴き出した。仮橋を渡して約1か月後に通行再開は出来たものの、崖崩れ、土石流に対応して滝室坂洞門建設に着手、復旧工事は2次災害の危険を伴い、半年間、通行止めに追い込まれた。

その間、九州横断の動脈＝国道57号は機能せず、道路輸送は長距離の迂回を強いられる異常な状況に追い込まれた。この苦い経験から滝室坂をトンネルで抜ける計画が進められている。

熊本城前の清正公像

慶長地震を教訓に、城壁強化

国道57号滝室坂の隣を、400年以上前、加藤清正が造った参勤交代の道・豊後街道が登っている。今でも江戸時代の面影を残す坂梨の宿を出て高低差約200mの細い急坂で外輪山を越えて行く。清正は街道維持の為、ここも石畳で補強している。坂道は火山性の軟弱土壌の為、水に弱く、また、大雨ともなれば、街道は雨水を集め、急な流れの渓流となって道をえぐり取ってしまう。街道を堅固に維持する為、石を敷き詰めた石畳とし〝舗装〟したのである。豊後街道には、二重峠、今市などの山岳道路に幾つも石畳が見られる。

土木家として、清正は当代一、ナンバーワン的な存在であった。熊本城をはじめ江戸城、名古屋城、朝鮮出兵の基地となった名護屋城（佐賀県唐津市）の築城を全国の石工集団を総動員して指揮。同時代の石組み技術の粋を集めた〝石垣の博物館〟となっている。また、朝鮮出兵の際は中国・朝鮮の先進的な石組み技法を学んだとされる。

特に熊本城の武者返し城壁などの石積み技法に高度な技術を駆使している。

清正が朝鮮出兵から一時帰国した時、慶長伏見地震（1956年9月）が発生、秀吉の伏見城の天守閣・石垣が崩れ、その復旧に清正が先頭に立った。ここで築城の基礎となる石垣組みの重要性を認識したとみられ、その経験を熊本城築城に生かした。武者返しの基礎部分の石垣を広く分厚く積んでいる。土木技術は「経験」によって高められるとされるが、清正もそうした苦い経験を生かしていると言えそうだ。

また、大分地方（別府湾岸）でも、慶長豊後地震が発生、死者710人を出している。慶長地震は九州を二分し、四国の吉野川沿いから近畿・中部に至る中央構造線沿いの断層帯で連動して発生しており、平成28年熊本地震の連動型地震と類似している。その後、発生した慶長大地震（1605年2月）でも、大津波などで死者1万～2万人に上ったとされている。

清正公道が国道57号のう回路になった。

こみ合う九十九折のう回路（阿蘇市）

高められた熊本、大分の石造技術

阿蘇噴出の溶結凝灰岩の「軟

らかさ」は、構造物の材料として細工がしやすく、その特性を清正は大いに活用している。9万年前の阿蘇爆発による火砕流がなぎ倒した、佐伯市の大木（九州国立博物館所蔵）や日田市の樹林が今に残っている。この大火砕流は熊本市から大分、宮崎など東九州海岸にまで中九州全域に及んでおり、それによって出来た溶結凝灰岩は「無尽蔵」と言ってよいだろう。

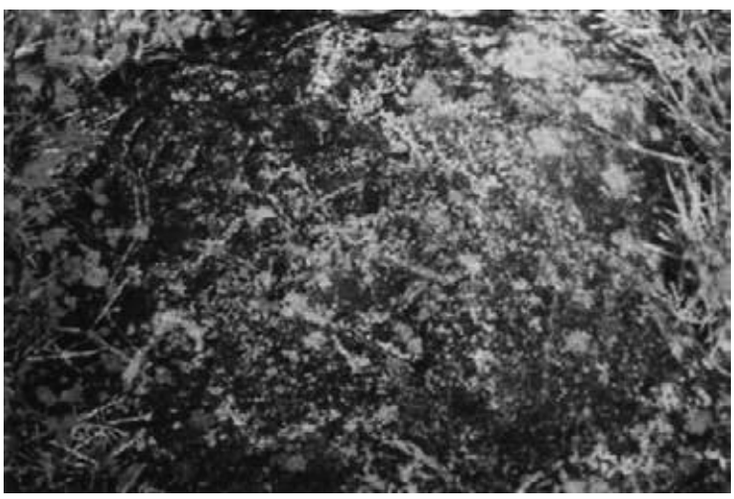
地元産の材料を使うことはコスト、輸送、労務的にも有利で、この利点を生かして、熊本、大分両県では石橋をはじめ堤防、城壁、水路が明治、大正期まで盛んに造られている。

それによって育った高度な技術は、熊本の石工棟梁・岩永三五郎が造った鹿児島の西田橋、高麗橋、武之橋など五石橋に見ることが出来る。

一方、大分側にも石橋と並んで、起伏の多い竹田地方を中心に、農業用『水路』が盛んに造られた。

国道57号と建設中の中九州道が交差する竹田市の笹無田川地点には、高いアーチを持つ石橋の水道橋（若宮笹牟田石拱橋・有形文化財）が架かっている。谷筋をアーチ水路が渡って、灌漑用水を送っているのだ。灌漑水路として有名な熊本県矢部の通潤橋や道路橋・霊台橋など石橋が熊本、大分両県内陸部に数多くみられるのも、現地に豊富に存在する凝灰岩の特性を構造物の材料として生かしたものと言えよう。

豊後街道の二重峠。急坂を石畳で舗装している


二重坂の途中の石畳に刻まれた「岩坂村つくり」の大石。
作業に当たった村人の苦労と思いが彫り込まれている。

豊後街道

熊本城から大分・鶴崎港まで、九州を横断する豊後街道を、加藤清正は大阪の豊臣家に大事発生の時、駆けつけるため築造した、と伝えられる。街道沿い久住から鶴崎まで豊後の2万3千石を領地とした。

熊本城を出立、杉並木の大津街道から阿蘇外輪山の二重峠に上り、内牧、坂梨・滝室坂、久住、野津原の各宿場を経て5日目に鶴崎到着。4泊5日、外輪山の急坂を2度も登る、相当、難儀で速足の街道行きであったと思われる。

加藤家に代わった細川家は参勤交代に使い、2年に1回、大名行列がこの道を通った。鶴崎から海路で大阪、東海道を通って江戸へ。35日の日程であった。熊本城天守閣には御座船が展示されていた。

種山石工

肥後の国・種山、現在の八代市東陽町に暮らしていた石工集団で、江戸時代から明治初期まで、石橋架橋の技術集団として活躍した。有名なのは薩摩藩に招かれて城下を流れる甲突川に5つの石橋を架けた岩永三五郎で、現在は甲突川から移転した西田橋などが鹿児島市内の石橋公園に保存され、三五郎像もある。

種山石工は長崎の眼鏡橋づくりから円周率などアーチ橋についての設計と技術を学んだあと、肥後・熊本に移住、重要文化財となっている霊台橋や通潤橋など九州各地で石橋を数多く造っている。

明治新政府から招かれて東京で活躍したのが、橋本勘五郎（1822～1897）万世橋、江戸橋などを架けた。勘五郎の生家の前に「石匠館」があり、石橋の技術、構造、歴史を学ぶことが出来る。

第4節② 清正熊本城―地震から再起の勇気

熊本地震から1か月半、6月に入って、熊本城天守閣がライトアップされた。「復興のシンボル」として、熊本市民の強い要望がかなえられ、夜空に天守閣が浮かび上がり、人々を勇気づけた。熊本市は天守閣の復旧を最優先して工事に着手した。

加藤清正は「清正公（せいしょこ）」として、今も敬意を抱かれている。秀吉の朝鮮出兵の時の虎退治、関ヶ原合戦など数多くの戦功ある戦国武将だが、敬意は「大土木事業家」としてで、築城、豊後街道など道路づくり、河川改修、大規模干拓など数々の土木事業を成功させ、社会インフラの整備に努め、肥後・熊本を豊かな国に仕上げていった。

被災前の熊本城―日本三大名城

威容を誇る熊本城

熊本城（国特別史跡）は熊本の象徴。加藤清正が関ヶ原の合戦の後（1601年）から7年がかりで築城、大阪、名古屋城と並んで日本三大名城に数えられる。標高50mほどの茶臼山全体を高台城郭とし、西内堀は坪井川、南は井芹川、外濠に白川など、川を巧みに改修、防御の濠に使って、「土木」への精通ぶりを示している。

城郭は周囲5・4㎞、98万㎡に及ぶ偉容を誇る。城内は天守閣、本丸御殿、49の櫓、29の城門などを配し、特に高く反った武者返しの城壁は「鉄壁」の名にふさわしい。神風連の乱、さらに西南戦争での約50日の猛攻にも耐え抜き、跳ね返した。

三層六階の大天守閣は昭和35年復元。高さ30m、二層の千鳥破風に唐破風、横に高さ19mの小天守。清正が27歳で入国した当時は、隈本城だが、新たに熊本城を築城している。

武者返しの石垣（被災前）

地震経験者だった清正

その熊本城・天守閣の瓦が4月14日の前震、同16日の本震で、煙を上げながら滑り落ち、無残な姿をさらすことになった。天守閣に歩を進めると、黒く強大な石の壁が立ちはだかる。「武者返し」の城壁だ。近江の石工集団「穴太衆」（あのうしゅう）の石組み技術の結晶。下段は緩やかな約30度で組み上がり、次第に傾斜を増し最上段は75度以上、ほとんど直角にせり上がる。

清正は、地震の破壊力を十分、知っていた。石田三成の中傷を受け、朝鮮の最前線から秀吉に呼び戻された慶長元年、秀吉の居城・伏見城が倒壊する大地震が発生した。天守閣が倒れ、奥女中をはじめ多数の死者を出した。その時、清正は現場にいち早く駆けつけ、復旧の指揮を執っている。慶長豊後地震も連鎖的に発生、大分、別府などに大きな被害を出している。

この経験から熊本城本丸の石垣下段壇は、武者返しとは対照的に、傾斜を緩め、仰角に、部厚く築いている。

加藤清正は、秀吉の朝鮮出兵（文禄・慶長の役）で、蔚山近郊に「生西浦倭城」を築いている（1593）。日本式の城で、本丸には天守を持ち、二の丸・三の丸を備えている。建物はないが城壁の保存状態は良い。特

に隅石は大きな石を選んで積み上げ、堅牢な作り。

熊本城でも、隅石は飯田丸五階櫓のほか幾つかの櫓の崩壊を支えた。隅石の強さは、傾斜に対して直角に積み上げられていることにある。基礎部分の緩やかな傾斜の石垣の上に垂直に近い「武者返し」が築かれるが、熊本城の「二様の石垣」に見られるように、細川時代になるとその勾配はさらに急となり、ほぼ垂直にまでになっている。「算木積み」と呼ばれる工法で、角の部分は大きな長方形の切石が左右交互に積み上げられており、清正時代（穴太積み）から進化を見せている。

築城当時の姿を保つ三層五階の宇土櫓（重文）は、西南戦争などでも焼け残った唯一の「櫓」だ。今回の地震で宇土櫓の石垣が崩壊したほか52カ所の石垣が損傷を受け、国の重要文化財13カ所、復元建造物19カ所が大きな損害を受けた。

壊れた天守閣、瓦が落ち、小天守（左）の屋根が被災した。

道路づくり、河川改修から干拓まで

加藤清正は熊本城築城や城周辺の河川改修のほか、干拓堤防の築堤による富国政策、防災のための治水事業をで、領民の大きな信頼を得ている。特に緑川と白川の治水事業は様々な河川技術を駆使しており、緑川のかすみ堤、石刎、沈み堤など特別な工夫を凝らした治水工事を行っている。また城下を流れる白川では流路の変更、坪井川ではお濠としての活用のほか生活用水、防火用水、親水性などに利用できるよう都市型の利水工事も行っている。

清正は、徳川家康と秀頼の京都二条城の会見に立ち会い、熊本に帰る途中、重病となり死去。徳川家康が仕掛けた冬、夏の陣で大阪城落城。秀吉軍の7本槍筆頭と称された武勇の清正は、あの世で無念の思いをかみしめたことだろう。秀吉恩顧の臣、加藤家は二代で改易させられ、絶えた。

肥後五四万石は

似ている慶長大地震と熊本地震

平成28年4月の熊本地震で連動的に発生した断層地震は、慶長年間（1596～1615）に近畿から九州まで西日本で連続的に発生した慶長大地震との類似性が議論されている。

いずれも中央構造線沿いに走る断層帯が引き起こした地震で、慶長元年（1569）に慶長伊予地震（9月1日）次いで慶長豊後地震（9月4日）慶長伏見地震（同）と大地震が続いた。豊臣秀吉が天下を手中におさめ、朝鮮出兵に乗り出した時期に当たり、秀吉が居城としていた伏見城の天守閣などが崩壊、京都なども被災、死者千人以上と伝えられる。加藤清正が活躍した復旧活動はこの時のことだ。慶長豊後地震では、佐賀関や清正が豊後内の領地として「御茶屋」を置き、大阪への出港地とした鶴崎も被害を受けたことだろう。

慶長豊後地震（死者約七百十人）は別府湾～日出生断層帯を震源とするもので、地震で高崎山が山崩れを起こし、次いで大津波が別府・大分を襲い、瓜生島と久米島が沈没、姿を消したとされる。しかし、これには異説が多く、水没したのは島ではなく砂州とする説もある。根拠としてイエズス会宣教師で「日本史」を著したルイス・フロイスの記録に、地震当時、「沖の浜」に外国船を含む多数の船が寄港中で、被害を受け、沖の浜も水没、とある。このことが沈没（沈下）したのは島ではなく、砂州とする根拠となっている。

熊本地震も中央構造線沿いの日奈久断層、布田川断層を震源とする地震に連動、大分側の別府万年山断層を震源とする地震が起こった。慶長大地震は伊予地震から始まり、三日後、豊後、伏見地震と連続していることから、その類似性が指摘されている。

熊本地震も大分県に連動した

熊本城「昭君の間」

代わって、細川家が継ぎ、熊本城は幾度も城改修を重ねた。「武の加藤、文の細川」両家は多くの歴史と文化の遺産を、城と城下町に残している。

秀頼を迎える「昭君の間」

築城四〇〇年を記念して本丸御殿が再建され、大広間、茶室、大台所などが築城当時に蘇った。まず「闇御門」と呼ばれる暗い地下通路。本丸、天守の防御のための仕掛けだったのだろう。復元された本丸御殿に入る。廊下から鶴、梅、桜、桐、若松之間と続き、その奥に華麗な障壁画を巡らす「昭君の間」がある。「昭君の間」の障壁画は匈奴に嫁いだ中国・王昭君の絵物語で、清正が狩野派絵師に描かせたと伝えられるが、復元は往時を蘇らせる技法と努力が重ねられた。一説に、「昭君の間」は「将軍の間」として、一大事の時は秀吉の長男・秀頼を迎えるために造られたとも伝えられる。

◇　◇

慶長伏見地震の強烈な体験は土木家、加藤清正を大きく成長させたと思われる。外的から守るだけでなく、自然災害にも強い「堅城」を築く土木、建築技術を磨き、優秀な技術者を重臣に高禄で迎えた。

清正が４００年後の現在も「清正公（せいしょこ）」と畏敬されるのは、河川改修、干拓道路づくりなど社会インフラの整備に力を注ぎ、苦労する現場作業者に「いたわりの心」を持って遇したことがある。清正が残した〝遺訓〟は貴重だ。

阿蘇神社

阿蘇の一の宮・阿蘇神社と言えば、仰ぎ見た豪壮な楼門を思い浮かべる。宮崎八幡、鹿島神宮と並んで日本３大楼門とされる。仏閣様式の二層楼門で、国重要文化財であり、阿蘇地方の守り神。

今回、神社付近は震度６弱の強い横揺れに見舞われ、仰ぎ見た楼門は倒壊、目の前に傾いた屋根がビニールシートに覆われている。参拝者は、その前で手を合わせ柏手を打って、拝礼。「早く再建を」と祈っているように見えた。楼門は江戸末期、１８３５年から７年がかりで建てられた。細川藩主が多額の寄進を行っている。

楼門のほか拝殿も倒壊、神殿も大きく傷ついた。神社の話だと再建には10年、20億円は必要で、再建募金運動を進めている。神社周辺の家屋には重大な被災は見当たらず、商店街の人は「阿蘇の神様が、被害を一手に引き受けて、街を守って下さった」。

阿蘇神社では五穀豊穣の祭祀が様々に行われる。御田植神幸式は、神職や食事の入った唐櫃を頭に白装束の女性（宇奈利）、早乙女、４基の神輿などの行列が御仮屋までの往復４㎞を歩く神幸祭で国無形民俗文化財。また勇壮な火振り祭も有名だ。

崩れた阿蘇神社楼山門

被災した阿蘇神社の全景

第5節　インタビュー　山尾敏孝氏

熊本大学大学院先端科学研究部教授

石垣崩壊メカニズムの解明を
「元に戻す」修復に難しい判断
九州の「石の文化」を守る石工養成へ

山尾教授

プロフィール

昭和27年1月生まれ、大分県出身。昭和49年熊本大学工学部土木学科卒業、同大大学院工学研究科土木工学専攻修了。同大助教授を経て平成7年教授。平成18年大学院自然科学研究科教授、専門は主として鋼構造物の座屈強度解析、鋼アーチ橋の耐震設計と実用化、近代土木遺産の調査と評価、保存活用の研究、石橋の設計と施工・管理に関する研究など。熊本県文化財保護審議委員会副会長、熊本市文化財保護委員会副委員長。

――今回の地震で、熊本城は大きな被害を受けました。

山尾教授　熊本城内の石垣と櫓など、無傷のところが少ないくらいですし、特別史跡内の周辺の石垣も相当被災しています。熊本城の石垣の崩落は50カ所、被災面積は約2万3000㎡（全体の3割程度）に達していますので、復旧に20年くらいかかるといわれています。熊本大学も「熊本城等被災文化財復旧・活用支援プロジェクト」を6月に立ち上げ、今回地震による被害状況の調査と復旧・復興の支援をしています。さらに、熊本城以外の県内の文化財も多大な被害を受けており、被災した個人の家屋の保存活動や史料の収集と保管およびその記録を残し、情報発信をしていく活動を積極的に行っています。

――明治22年にも熊本城は地震被害を受けていますね。今回の地震被害の特徴はどのようなものでしょうか。

山尾教授　当時の城は西南の役の後で、大天守閣・小天守閣もない状態で被災しました。被害について詳細はわかりませんが、今回の地震被害個所と似たところも多く、八割近くが重なると言われています。今回の地震動は東西、南北及び鉛直方向ともに大きく、これにより場内の

隅石でもちこたえた飯田丸五階櫓。架台で支え崩落を食い止めている

壁石が崩れ落ちた二俣橋（熊本県・美里町）

石垣がこわれ“内蔵”があらわになった

地盤は、水平に約50㎝、垂直方向に約20㎝動いたようです。城史跡内全域の石垣、櫓や建造物に被害が及んでいますが、その崩壊要因は明らかではありません。主に石垣の上部に地割れなど発生し、それが櫓などの建造物に影響を与えています。石積みそのものに問題があったのか、裏側のグリ石との関係、補修方法の問題、石材の形状などと関係するので複雑です。また、築城には相当量の石を使っていますので、その石の質の問題もあるかも知れません。いずれにしても、石垣崩壊のパターンと崩壊メカニズムについては、現在のところ推測の域を出ないもので、本格的に前震後および本震後の現地調査や写真調査、解析等により検討が必要です。

――熊本城の石垣と言えば、武者返しの石垣が有名ですが、被害状況は？

山尾教授　あの石垣の下部は勾配が緩やかで大石が使ってありますので安定していましたが、やはり垂直に近い、急な勾配の上部は、石垣にゆるみ、ハラミなどの膨らみも発生しており、不安定な状態になっている箇所もあり、「こわい」状態です。

――飯田丸五階櫓は、隅石一本で櫓全体を持ちこたえていました。他の櫓も隅石が支えて、生き残っています。

山尾教授　隅石は、大きな切り石を使って積まれており（算木積）、揺れても石と石の接触面が広く、持ちこたえることが出来たと思われます。また、築城当時が残る宇土櫓も同じ平屋部分の石垣が被災しています。隅石だけでなく崩壊した石垣、持ちこたえた石垣、過去の修復の方法などの違いがありましょうから、何が崩壊の要因となったのか、また、なぜ壊れなかったのか、その原因については、箇所ごとに詳細なデータを集めて判断しなければなりません。修復のためにも、地道な調査が必要です。

――熊本市は天守閣の修復を始めたいとしています。主天守閣は、瓦は落ちましたが、建造物としては比較的、持ちこたえています。隣の小天守閣は屋根が壊れ、全体的に「崩れ」が目立ちます。この差はどこからきているのでしょう。

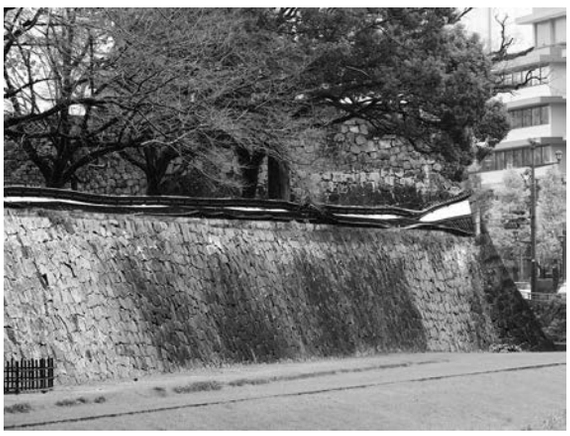
山尾教授　大天守閣は鉄筋コンクリート構造であり、コンクリート製の基礎杭で支えられています。そして、石垣と天守閣とすき間があることから石垣は守られており、瓦の落下など損傷は少なかったようです。しかし、小天守閣は盛土の基礎の上に造られ、小天守閣が石垣縁の上に乗せられている形で造られていますので、大きな沈下はありませんが石垣に大きな被害が生じています。被害の差はその構造としての違いからきていると思われます。

――崩落した石垣の修復は、その文化的価値を失わないように行わなければなりませんから、大変な手間が必要となりますね。崩れた石に一つ一つに番号が打たれていました。元の位置に戻すためでしょうが、その

一つ一つの石に番号がうたれている

大変さが推察されます。

山尾教授　まず崩落した石材一つ一つの形状のデータを取り、以前に作成した図面や写真と被災後の写真と照らし合わせながら積み戻してゆきます。石材を元あった場所へ戻し、かつ裏栗をきちんと締め固めて復元する必要があります。また、石垣はこれまでも経年劣化による膨らみのための修理や地震や台風災害で積み直されてきました。なお、その時修理した石垣の石材には番号をつけた物もありますが、今回付けた石材が多数です。今回も「元に戻す」といっても、江戸時代末期か、明治地震後か、今回の地震前の状態にするのか決める必要があります。それぞれの時代においての石積み技術にも文化的価値がありますのでどの時代にするのか難しい判断です。同時に、石垣の復元後の安全性も守る必要があるので次の地震に対しても安全な堅固でなければなりません。補強するか、するならばどのような工法を採用するのかを含めてこれから復元の議論を積み重ねていく必要があります。



壊れた重要文化財の「長壁」

地震で損傷が拡大した石橋

――熊本城に石垣の被災と同時に、熊本の文化遺産である石橋も被害を受けました。

山尾教授　熊本県には３００を超える石橋があり、中でも放水で有名な通潤橋（山都町）は、高石垣を支える形式として熊本城の石垣の石積みを参考にしたと伝えられるだけに、一部損傷にとどまっています。熊本県だけでなく大分県の石橋も被害を受けましたが、熊本の石橋の被害が大きかったようです。31の石橋について被害状況を調査しましたが、地震とその後の大雨で流失したのは安見下鶴橋（宇城市）だけです。熊本城の被災に比べると、比較的損傷は少なかったと思います。石橋構造が地震に強いことは過去の模型実験では確認していましたが、今回の大きな地震でも落橋・崩壊に対して耐えることができ、石橋の強さを証明できたと思います。

――落橋はしなかったものの、壁石が大きく壊れたりしています。

山尾教授　確かに落橋はしませんでしたが、壁石が崩壊したのは二俣福良渡（美里町）など9橋で、小さな損傷も含めると12橋を数えました。今回の崩壊要因を探ると、地震前から壁石に一部損傷や壁石の孕みだし、中詰め材の流出、過去の補修などが崩壊の誘因になったと考えられます。まだ崩壊要因は明確ではありませんが、今後詳細に調べる予定です。壁石と中詰め材は石橋を支えるのに重要な役割を果たしています。スパン（支間）1m、橋幅27㎝程度の小さな壁石を有するアーチ模型実験では、壁石の無いアーチ輪石のみでは、アーチクラウン部に集中荷重を40㎏ぐらい載荷しただけで崩壊しました。しかし、壁石と中詰め材を付けると10トンまで持ちこたえました。つまり、実際の石橋の壁石がモルタルなどで接着され、補強が行われている石橋は被災程度が小さくて済んでいるようです。

――壁石の役割は重要なのですね。

山尾教授　壁石はアーチ構造である輪石に密接に関係しており、石橋のアーチ効果を発揮させ、堅牢な石橋を造るのに重要な働きをしています。壁石が損傷を受けた石橋は、輪石にすき間やヒビ割れを起こす誘因となっています。痛みが出るのは両側の壁石の間に詰められた土（中詰め）に水が浸入して膨らんだ場合が多く、過去に石橋が壊れた例もあります。ですから、橋周辺の水処理が重要です。これは、現在の鋼橋やコンクリート橋等の橋梁を維持管理する場合も水対策が非常に重要です。いずれにしても、今後、壁石を有する石橋の模型実験をして、熊本地震と同程度の地震波を使って振動させて挙動を調べ、崩壊のメカニズムを解明する予定です。

――熊本城にしても、石橋にしても専門の石工さんが少ない。復旧には長期間かかりますし、元の姿に戻すには人数も必要でしょう。石工の養成が鍵になるのではありませんか。

山尾教授　石積み専門の石工さんは、日常的に多くの仕事の発注があるわけではありませんから、育成が難しく、限られてきました。

それゆえ、伝統的な石積み技術についての伝承も困難でした。そこで「九州伝統石積み技術者協会（仮称）」の立ち上げを呼びかけています。若手石積み技術者の育成、伝統石積み技術者間の情報交換を進めたいと考えています。

また、石割から積み方までの石工の技術を伝える石工養成講座を数年前から開いています。更に、一昨年（平成27年）には石造文化財技術機構を結成して、石造文化を守る取り組みを開始しました。現実問題として、石積みの技術だけでは生活は出来ません。石工のレパートリーを広

げ、発注の形も考えてもらいたい。九州は石の文化圏であり、各地に城郭や石橋など歴史的な石積み構造物が数多くありますので、それだけ地震など自然災害にさらされることも多いと思います。

熊本地震の災禍を、前向きのチャンスに変えたいですね。そのためには社会の伝統的な石積み技術への理解の深まりと広がりが必要ですので、石造文化財技術機構では広報も非常に重要だと考えています。

熊本大学・熊本城復興シンポジウム

第1回シンポジウムが、平成29年1月31日、熊本大学百周年記念館で開かれた。このシンポジウムは、熊本城復旧の在り方についての論議と一般の関心を高めることを目的にしている。出席者は、熊本城を管理する熊本市熊本城調査管理センターから2名、石工の代表2名および大学側から2名の合計6名で発題と意見交換があった。特別史跡の石垣は文化財であり、元の位置に同じ構造で復旧されることが求められるが、過去の地震や火災で何度か修復されており、どの時代の石垣に戻すのか、復元の時期も含めて大きな問題となる。

熊本城石垣の形成過程や崩壊のメカニズムの解明、補修方法、使用する石材の種類や工法などの検討が必要となる。主催する「熊本城等被災文化財復旧・活用支援プロジェクト」では、今後さらにシンポジウムを開催し、より良い復旧の道を探りたいとしている。

明治22年熊本地震

明治22年（1889年）7月28日午後11時45分ごろ、直下型地震（M6・3）が熊本市を襲った。平成28年熊本地震と同様、28日に続き8月3日にも連続して発生した。2度の地震で現熊本市を中心に死者20人、家屋全壊238棟、半壊236棟（当時の熊本県内務部調べ・熊本県大震始末）に上り、余震は翌23年1月まで続いた、と伝えられる。震源は金峰山付近とみられ「金峰山地震」とも呼ばれる。

活断層上の建築規制を

熊本地震から1年、日本学術会議などが主催する「報告会」が4月15日（平成29年）熊本県庁で開かれた。この1年、現地調査に当たった30学会が集まり、調査研究の結果を報告。震源地、益城町の家屋倒壊などの建物被害調査に当たった名古屋大学の鈴木康弘教授は、断層の上の建築規制を行うよう提言した。

益城町は布田川断層の線上にあり、家屋倒壊など大きな被害を受けた。しかし、断層の存在はかなりの町民が知っており、気象庁も地震発生の可能性を「予告」していた。断層上は地震発生で揺れに見舞われるため、建造物は倒壊などの大きな被害を受けるだけでなく、阪神淡路大震災でも死者を出すなど経験済みだが、活断層が持つリスクについて危機意識は必ずしも十分には生まれず、その教訓は熊本地震では活かされなかった。

背景には布田川断層についての発生確率が「30年間に0・9％」「やや高い」とする警戒呼びかけが、警戒心を呼び起こす十分な表現でなかったことも指摘されている。自治体の長も多くが警戒心はなかったと告白している。また、地震後の調査で、益城町には布田川断層のほか2つの断層、計3本の断層が走っていることが分かった。

福岡大学の高山峯夫教授は益城町で、東西方向への横ずれ自動車が横倒しになった写真を示しながら、異常なほど大きな地震動に襲われたことを報告した。

こうした活断層上には、救援拠点になる役場や病院など公共施設の建設は避ける必要があり、一般家屋の建設に当たっても事前調査と「何らかの法的規制」が必要と鈴木教授は強調した。

破壊された家屋と自家用車（南阿蘇村・高野台）

南阿蘇鉄道、復旧に５年、70億円

阿蘇・白川大渓谷を渡るトロッコ列車で人気の南阿蘇鉄道（第３セクター）は、熊本地震で橋梁やトンネル、線路に大きな被害を受けた。観光列車であるとともに通学など暮らしの鉄道でもあり、早期復旧が望まれているが、被害額が約70億円にも上る。

熊本地震１周年の４月、石井国土交通相が現地入りし、被害状況と復旧支援について明らかにした。同省によると、被害総額は65～70億円に上り、特に第１白川橋梁（１６６ｍ）は架け替えが必要で、約４０億円、復旧に５年かかる見込み。被災したトンネル２本は復旧に20～25億円、３年かかる。その他線路などの被害は５億円と見込まれ、総額約70億円。

南阿蘇鉄道は高森から立野（南阿蘇村）まで17・7㎞。土日、祭日は観光トロッコ列車（２往復）を走らせ、鉄橋の上から大渓谷や原生林を望み、人気を博していた。高森～中松館7・1㎞は復旧したが、経常赤字が続き、厳しく、復旧を自己負担で行うのは難しい状況だ。

国土交通省は、国の補助率を２倍の50％に引き上げ、事業者負担をゼロにする方向で検討している。この方式は東日本大震災で被災した三陸鉄道の復旧費90億円の半額を国の補助、残り45億円を沿線自治体が負担した。

南阿蘇鉄道の場合約35億円が地元負担となるが、被災した沿線自治体は、財政難に、巨額な復旧事業費が重なっており、特別交付税などの措置が望まれている。豪雨被害で高千穂鉄道（宮崎県）は地元負担が出来ず、廃線に追い込まれている。

〈南阿蘇鉄道〉
日本で一番長い駅名
「南阿蘇水の生まれる里　白水高原駅」

深刻な被災自治体の職員不足
カウンター方式で、応援職員を派遣

熊本地震によって被災した地方自治体には、通常、想定できないほどの業務が殺到する。しかも、被災者救援はスピードが求められる。地震直後から、救援、復旧など膨大な業務が発生するが、職員数は限られている。自治体の財政難から職員数は削減され、平成大合併によって機構、人員の合理化が進み、きめ細かな対応が難しくなっている。このため、被災査定のための技術者が不足して、罹災証明の発行が大幅に遅れるなど行政機能が著しく低下、多くの課題が生じた。

窮状の中で大きな手助けになったのが広域的な自治体からの支援職員の派遣だった。「今後、本格復旧、復興に向けて、人材と資金がさらに必要になってくるが、他の自治体も人手不足の為、要望の半数しか確保できていない」（益城町）のが実情だ。

被災自治体の職員不足を補うため、熊本地震の発生直後から九州地方知事会がリーダーシップをとって、熊本県と被災した５市10町村に九州・山口各県から応援要員述べ10万３１０人（平成29年３月現在）を派遣した。これは九州山口９県が災害時応援協定を締結、それにもとづいて知事会事務局が支援担当県を割り振った。

カウンターパート方式と呼ばれるもので、被災した１つの市町村に応援する県を割り当て、支援対象を特定するもので、震源地の益城町を担当したのは福岡県と関西広域連合、道路が途絶、孤立した南阿蘇村には大分県と全国知事会、市役所の建物が被災した宇土市に長崎県と沖縄県から職員が派遣された。関西広域連合の応援は九州地方知事会との応援協定によるもので、また政令都市・熊本市には指定都市市長会が現地支援本部を設置、東京都を始め各政令都市が支援している。

こうした派遣について、経費分担や、役割分担、誰が被災地での意思決定するかなど課題が残った。発行が滞った罹災証明のスムースな事務処理の為、全国知事会、同市長会、町村会が建物被害認定調査要員や受付業務に当たる職員を派遣している。地震後の初動応援活動が終わり、本格復旧、復興に入って、専門技術職員の確保が重要となるが、各自治体とも技術職員の不足に悩んでおり、その確保と継続支援が課題となっている。

第８章　大地変動の時代―強靭な国土を

第１節　東進作戦の課題―南海トラフ巨大地震への備え
第２節　大地変動の時代
第３節　インタビュー　西嶋泰義　大分県・佐伯市長
　　コラム「米国の苦い経験」ほか
復興・復旧への歩み（年表）
○総括インタビュー　強靭な国土づくり
大石久和・日本土木学会会長（平成 29 年）

伝承の言葉

「津波てんでんこ」（東北・三陸海岸に伝わる教訓）
大地震、大津波が発生したら、住民各自、てんでんバラバラでまず、高台に逃げることを教えた言い伝え。「命てんでんこ」とも。

安政大地震津波の碑（大阪市大正区安政２年・１８５５）
「全て大地震の節は津波怒らんことをかねて心得」「火の用心肝要也」「願わくば心あらん人、年々文字読み易きよう墨を入れ給ふべし」

開通した東九州道〈平成28年４月〉

現場から

大分県佐伯市長
西嶋泰義氏

「南海トラフ巨大地震が発生すると、大分県側の海岸には大津波が押し寄せてくると想定されます。特に佐伯市の佐伯湾には、過去にもつらい経験があります。古文書によりますと、宝永４年（１７０７）の大津波で約２万人が亡くなり、続く嘉永７年（１８５４）にも、大津波が来て多くの犠牲者を出しています。その時の教訓を忘れないようにと、市内の養福寺には『大地震、大津波の碑』が残されています。私も、子供のころからよく聞かされていました。

東九州道が開通したのを機に、堅田ＩＣ近くに高台避難所用の多目的広場を造成しました。高速道路は東日本大震災でも避難施設として有効でした。また、佐伯市は２７９㎞もの長い海岸線を持っています。出来るだけ避難ルートを拓くため、市内区間に４つＩＣを造りました。救急患者を大分市など高度医療機関に搬送しやすくするためです。市民を守るため、今考えられる対策を出来るだけ用意しておかなければならない。それが私たちの義務だと思っています」

第1節　東進作戦の課題・南海トラフ巨大地震への備え

九州東進作戦計画の策定
熊本地震では、逆に西進作戦に
教訓をどう生かすか、が課題

国交省・九州地方整備局は南海トラフ地震とそれに伴って発生すると想定される、大津波によって被災する東九州（宮崎、大分県など）の甚大な被害に対して、熊本など西九州側から被災地への緊急輸送ルート確保を目的とした「九州東進作戦」を策定していた（平成28年3月）。国道57号、同218号のほか、北部は大分道、南部は九州道・宮崎道、さらに新しく開通した東九州道を南北からのルートとして、一斉に、災害で発生した障害物を除去するなど「道路啓開」、被災地へのアクセス道路を確保するものだった。熊本地震では、逆に東九州側からの西九州側の熊本・阿蘇地方を中心に救援する西進作戦の展開となった。策定にあたった土井弘次・同整備局道路部長は「熊本地震では、東進が西進と逆になったが、計画づくりを通じて、道路啓開の意識が高まり、迅速な啓開が行われた」としている。同時に東進作戦の要となる大分道と国道57号が途絶したことは、大きな課題を残すことになった。

九州東進作戦（イメージ）

道路啓開の展開

東進作戦は南海トラフ地震と大津波に備えて、被害を受けるであろう東九州、特に宮崎、大分、鹿児島各県に向けて、全国から、また熊本、福岡など西九州側から救援ルートを確保するものだ。

南海トラフ地震が発生、九州地方で震度6以上が観測され、または大津波警報が発表された場合、東九州の被災地に向け高速道路、国道、地方道を使って救援のため、一斉に進行して地震津波によって壊れた道路を補修し、土砂崩れやがれき、放置車両、倒壊した電柱、樹木などを取り除き、短時間で1車線でも通行可能にする「道路啓開」を行う。24時間以内に、広域移動ルートや防災拠点に到達、人命救助の「72時間の壁」を意識して、その時間内に通行可能な状態を造りだす計画だ。

米国ではこれまでのハリケーン被災経験を通じて、避難、救済の為、いつ何をするか、その手順をあらかじめ決めておく「タイムライン」が設定され、ハリケーン・カトリーナ

のり面が崩壊した大分道

国土強靭化計画

東日本大震災を教訓に、大規模自然災害から国土と国民の生活を守るため「強くしなやかな国土」づくりに取り組む計画。人命を守り、経済社会への被害を出来るだけ抑える国土づくりを進めようとする計画で、その推進の為、国土強靭化基本法が制定された。計画（アンブレラ計画）は国による施策の実施を行う基本計画と、都道府県、市町村による地域計画があり、国土形成計画と並んで進められる。

基本方針として①人身の保護②財産公共施設の被害の最小化③迅速な復旧④ハードソフト施策の組み合わせで推進などを上げている。

上陸前（２００５年８月）から手順通り進められ、高い評価を受けている。

九州での東進作戦は、タイムラインに合わせて救命、救援などの活動を実施する上で、最も必要となる被災地へ向けた道路を確保するため策定された計画だ。具体的には迅速な被災情報の収集の後①24時間以内で広域移動ルート、防災拠点へのアクセスルートを②72時間以内の被災地内ルートの啓開など―道路に絞ったタイムラインを決めている。これは東日本大震災で高速道路から被災地への道路を櫛の歯作戦として「啓開」して成果を上げたことを踏まえた「九州版」でもある。

う回路を拓く

熊本地震では東進計画の拠点となるべき熊本市を中心とした南北の都市群（玉名～八代）が震央か、それの近くに集中し、九州の西軸の基幹道路・九州道は大きな被害を受け、国道３号は大渋滞に陥った。

また、九州の東西を結ぶ大分道も、湯布院ＩＣ～日出ＪＣＴでのり面崩壊、並柳橋が被災した。特に、国道57号は熊本県南阿蘇村立野の大規模な斜面崩壊で損壊、計３カ所で途絶、同４４３号、県道28号も通行不可能となった。つまり東進計画の要となる横断する道路が全て被災、リエゾンなど初動部隊は唯一残った国道２１８号を使って南側を大きく迂回、孤立した南阿蘇村に到着した。

熊本市から阿蘇地方への「東進作戦」の要となる国道57号、県道28号は被災し、途絶、道路「啓開」そのものが不可能になった。これは計画想定外の事態であり、急きょ、代替う回路確保の為、ミルクロード、グリーンロードの啓開を行った。どちらの道路も被災しており、土砂崩れの除去など国（テックフォース）、熊本県、自衛隊などが総力を上げて、復旧・啓開を行って、迂回路を確保したが、距離が長すぎ、片側１車線で渋滞が発生、緊急輸送上、また降雪期などの対応などの問題点が残った。熊本地震では余震が長期間続いたが、落石防護柵を道路間際に建て、応急措置で安全確保しているものの、峠越えのカーブの多いルートなど課題が残っている。

西進作戦の前進基地は竹田市

国道57号の途絶によって熊本市側から緊急救援に向かう東進計画は不可能に追い込まれた。このため、大分側から熊本阿蘇地方へ向かう国道57号を使った「西進作戦」が展開された。県境に近い竹田市が拠点となり、支援物資の運搬、救援ボランティアの阿蘇地方への送り込みが大きな支援となった。

特に、阿蘇大橋（国道３２５号）が落橋、国道57号、俵山トンネルルート（県道28号）が途絶、東進作戦がとれないため、大分、宮崎側からの西進作戦による支援が必要になっていた。南阿蘇村から約40㎞地点の竹田市の社会福祉協議会が動いた。同市も地震によって市民約２００人が避難する状況だった。避難者が帰宅できた４月25日から活動は開始された。

東日本大震災の時、遠野市が支援のベースキャンプになった先例に学んだものだった。全国から寄せられる支援物資の仕分け、輸送。41都道府県から駆けつけた１９１１人ものボランティアの受け入れと無料

着々、進む三陸沿岸道路―2020年までに90％整備

６年前の東日本大震災は死者１万８４００人に及ぶ大きな犠牲者を出した。地震と大津波によって、壊滅的な被害を受けたこの地域の復旧、復興への道を切り拓く大動脈として期待されているのは高速道路・三陸沿岸道路だ。仙台から気仙沼～釜石～宮古を結びさらに八戸までの５８４㎞、東九州道とほぼ同じ総延長。

この高速道路は「復興道路」と呼ばれ、平成28年10月、仙台市と南三陸町が結ばれたのを始め、工事は異例の速さで進んでいる。震災から６年目の平成29年３月現在で整備率は40％（２５４㎞）を超え、工事中と併せると95％近い。この三陸沿岸道路と東北道を結ぶ３本の横断道路（復興支援道路）は東京オリンピックが開催される２０２０年までに整備率は90％に達する見通しだ。

復興支援道路は災害発生時、国土交通省が取り組んだ三陸沿岸への道路啓開「櫛の歯作戦」の高速道路版で、盛岡～宮古、花巻～釜石、福島～相馬を結び、東北道、三陸沿岸道と共にネットワークを形成、災害時のリダンダンシー（代替路）を確保する。復興支援道路は熊本地震で整備の遅れが指摘された中九州道（熊本～大分）、九州中央道（熊本～延岡）に当たるが、整備のテンポには大きな差がついている。

当面は、中九州道のルートで「北側復旧道路」が整備されることになっている。

急ピッチで整備が進む高速道路ネットワークをどう活かすかが復興のカギとなる。カキなど新鮮な魚介類、海産物を大消費地へ届けることが可能になるし、観光客誘致にもつながる。問題は、整備された高速道路を地域振興にどう活かすか。素通りされないように出来るだけＩＣを増設、地域の魅力アップに努めなければならないだろう。

宿泊所の提供。同市民のサポートは２０００人近くに及んだ。

可能にした滝室坂の強靭化

こうしたベースキャンプの経験から、同市社会福祉協議会では「ライフラインである道路の重要さが身に染みた」（水野匡也総務課長）と言う。具体的には、う回路を含めた代替路の整備、平成30年までに竹田市まで供用される中九州道の熊本への延伸を強く求めている。

特に、大分～熊本県境を越えて、国道57号が阿蘇東外輪山を阿蘇カルデラ地域に降りて行く滝室坂は、平成24年７月の九州北部豪雨による土石流で11か所もの損壊が発生した。このため、39日間の交通止めに追い込まれたほか、本復旧には１年半を要したが、２００ｍに及ぶ「洞門」（ロックシエッド）が建設（平成26年３月）され、落石に対して、より強靭な道路となり、西進作戦の展開を可能にした。大分市臨海部には石油精製所があり、そこからのガソリンなど燃料運搬は、復旧工事に当たる重機への燃料供給する重要な役割を担った。「57号滝室坂の強化」への評価は高い。

それでも今後、豪雨や大地震による土石流、斜面崩壊に耐えられるかどうか。現在、計画が進められている中九州道・滝室坂トンネルの早期完成を求める声が強い。又、宮崎県は熊本県境の五ヶ瀬町をベースキャンプにして国道２１８号を使って支援を行ったが「九州中央道（延岡～熊本）の建設を急いでほしい」（河野俊嗣宮崎県知事）と要請している。中九州道と九州中央道は東進作戦のかなめのルートとなるからだ。

北側復旧ルートの建設へ

南海トラフ地震の救援拠点として熊本市を位置付け、大分・阿蘇方面への救援ルートとして国道57号と共に、中九州道整備までに、緊急にもう一本の道路の必要性が痛感された。検討の結果、「国道57号　北側復旧ルート」が決定された。斜面崩壊によって破壊された国道57号の立野・大橋地区は斜面崩壊地点の両側にも大きな道路崩壊が発生しており、斜面の「緩み」「亀裂」も見られ、安全性確保と復旧期間が長引くことが予想されることから新たに北側ルートの整備が進められることになった。

このルートは道の駅大津付近からミルクロードの北側を通過、外輪山を約４㎞のトンネルで抜け、阿蘇市赤水で国道57号と合流、接続する。全長13㎞。これによって二重峠まで上り，九十九折りの坂道で外輪山を上り下りする現在のう回路（ミルクロード）の難点を解消できる。南阿蘇村立野の西外輪山をトンネルで抜け、東側の外輪山（滝室坂）もトンネルが建設されることになっており、東西の外輪山をトンネルで通行することになり、国道57号ルートは自然災害に強い道路になる。

残された多くの教訓

熊本地震によって救援拠点に想定された熊本市、益城町、西原村なども被災して、東進計画による阿蘇地方へのルート確保（国道57号、県道28号）が不可能に追い込まれた。また熊本市から大分へは国道57号、宮崎・延岡市へは国道２１８号の啓開に加え、北側復旧ルートや九州中央道の整備促進などサブルートの整備の要望も高まった。また、ミルクロードやグリーンロードなどがう回路として役立ったように、市町村道も東進作戦の視野に入れる必要がありそうだ。

熊本ＩＣから市内に入る東バイパス（国道57号）は計画の「被災地内のルート啓開」に当たるが、ビル倒壊で片側２車線が塞がれ、急きょ、中央分離帯を削って１車線を確保した。家屋倒壊などで道路が不通となった場合、所有者などが避難していたため連絡できず、啓開が遅れたケースもあり、啓開を優先できる法的措置を求める要望（熊本県など）も強くなった。

火山堆積土の弱さ

道路被災は、震源となった布田川断層や日奈久断層に近く、震度７の激しい揺れが前震、本震と続いた連続型地震によるものだが、阿蘇火山堆積地層の揺れに対する弱さが被害をさらに大きくした。連続した地震動と火山性地盤が脆弱さを持つ特殊土壌であったことの二重要因が道路、橋梁、トンネルなど道路インフラの損壊を拡大、深刻なものにしている。

大きな衝撃となった阿蘇大橋（国道３２５号）の落橋は、斜面崩壊した膨大な土石の荷重によるものとする見方のほか、激しい地震動、橋台を置く崖の崩落など複合的な要因が重なっているとみられるが、これら各要因が橋に対して、どの程度の影響を与え、落橋に至ったかは、専門家による調査を待つことになる。一方、県道28号（俵山トンネルルート）の橋梁群は、落橋は免れたものの、地震動と地盤の崩れが同時並行的に、橋全体に損傷を与えている。

いずれの橋も、阪神淡路大震災の教訓から、耐震補強がなされ、積層ゴム支承、落橋防止装置、橋脚の強化（ＲＣ巻き立て）などの補強がほどこされていた。しかし、積層ゴム支承が切断され、折れ傾き、制震ダンパーや落橋防止のコンクリート壁が破砕、橋桁をはじめ橋脚や基礎工にも被害が及んでいる。一方で、六橋全てが落橋を免れていることは、それらの制振装置が働き、機能したことを物語ってもいる。

同時に、地震動から橋梁を守るだけでなく、火山性の地盤の崩れやすさにどう対処するかが大きな課題と

して残った、と多くの専門家は指摘している。熊本地震は、脆弱な地盤に建設する構造物、特に橋の構造、制震、耐震装置について、阪神淡路大震災に加えたさらなる教訓を残している。

東九州道の防災機能

南海トラフ巨大地震が発生した場合、東九州軸の基幹道路・国道10号、同220号は海岸沿いを走り、被災する可能性が高い。しかし平成28年4月、東九州道が北九州～宮崎市間が開通したことは、「生命の道」（宮崎県地震減災計画）として防災・救援・復興に大きな役割を果たすことが期待されている。

東九州道は大分県北部から山腹を走り、標高が比較的高いため津波の被害は受けにくいと思われる。最高14mの津波高が予想される佐伯市では、海岸沿いの市街地、集落から東九州道にアクセスできるICを4か所設置、避難用高台（多目的広場）を堅田IC近くに併設。海岸線の長い宮崎県では東九州道に3市町村・4か所に避難場所を設置している。中でも、川南PAは支援拠点としての支援物資の備蓄倉庫、自家発電など機能を備えて、広域支援チームが救援活動の拠点となる条件を整備している。

宮崎市では最高津波高16m（平均10m以上）とされており、大分南部から宮崎県全域の海岸部には津波が直接押し寄せる可能性が高く、主要河川の五ヶ瀬川、大淀川などは津波が遡上することが考えられる。

佐伯市から蒲江など大分～宮崎県境間の日豊海岸は入り江が多い。宮崎県・延岡、日南両市は津波浸水の影響を受け、東九州道・日向ICは浸水想定区域（L2）に含まれ、同市防災計画でも「最悪の場合、（東九州道が）途絶する恐れ」も指摘している。

広域支援の拠点

南海トラフ地震が発生した場合、九州外からの広域的な支援が必要になる。熊本地震では、海上自衛隊の輸送艦「しもきた」などが大分港、別府港、佐伯港へ支援物資を輸送、陸路から被災地に届けられた。熊本港では海上保安庁、整備局の船舶が係留されている岸壁で飲料水（海上保安庁・あまぎ）をはじめ支援物資が陸揚げされるなど、支援拠点となり、八代港には民間フェリー「はくおう」が入浴、食事、宿泊サービスを行っている。国交省関係では7整備局の海洋環境整備船、浚渫兼油回収船などが各港で入浴、給水などの支援活動を行った。

各地から支援部隊、物資集積が終結する支援拠点が必要になる。どのような支援拠点を何処に置くかも、今後の検討課題だ。

日向灘と南海トラフ

九州大、東京大、京都大学などが日向灘の海底調査に挑んでいる。「スロー・スリップ」と呼ばれる数日かけた岩盤の崩れ一「ゆっくり地すべり」現象の解明のためだ。日向灘は九州東岸と南海トラフの間にあり、しばしば震源地となって、宮崎や大分県内沿岸に被害を及ぼしてきた。最大震度5前後の地震が昭和時代に12回、平成に入って2回発生している。

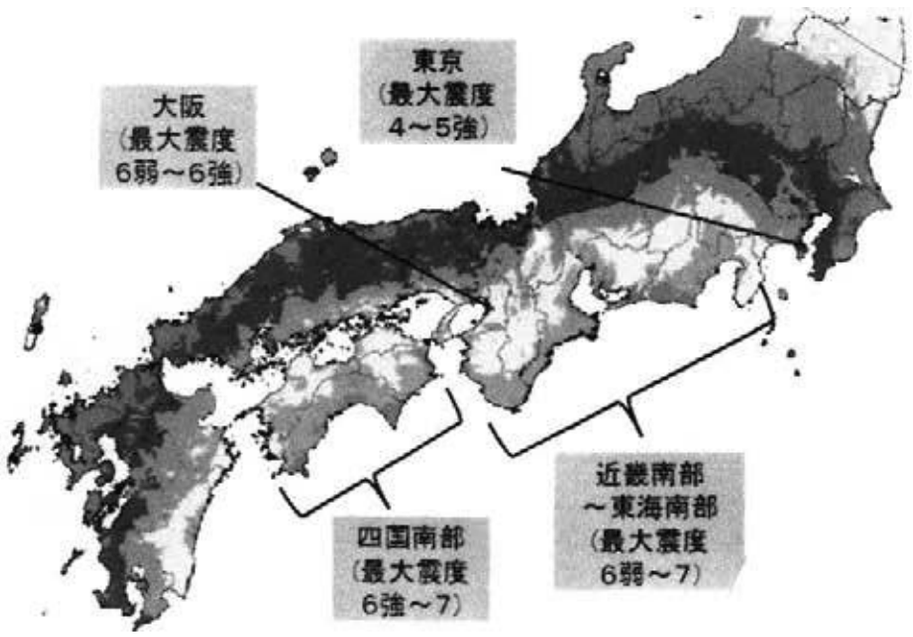
日向灘地震と呼ばれるこれらの地震が、南海トラフ巨大地震・津波を誘発、あるいは連動する「引き金」なるのではないか、あるいは南海トラフの動向を推察するうえで、有力な手がかりとなるのではないか。日向灘の海底にセンサーを設置、詳細なデータを収集、分析して、より南海トラフ巨大地震の発生予知を正確に行いたいという狙いがあるようだ。東日本大震災発生時も、本震の前、このスロースリップが観測されており、地震の発生の兆候をつかむことにつながるとの期待がある。

平成29年3月からに、東京大学が宮崎市沖30～150kmの海底に地震計を設置、数カ月で数10cm動くとされるスロースリップの動向調査を進めている。これまでの九州大学が日向灘のプレート境界で「低周波微動」を観測している。

南海トラフの海溝部にはプレートの沈み込みによる「ひずみ」が蓄積しており、「ひずみ」がいつ地震となってが解放されか、その動きの前兆が日向灘に現れる可能性が高いと研究者を見ているようだ。

南海トラフ地震　南海トラフ地震活動の長期評価（文部科学省地震調査研究推進機構）によると、地震規模M８～９級が、30年以内に発生する確率は70％程度とされる。発生すれば西日本地域に甚大な被害が及ぶ。東九州沿岸（大分、宮崎、鹿児島）は震度６弱以上の地震が約60市町村、及び、高さ10ｍ以上の巨大津波も加わって最大で死者５・９万人となる、と試算されている。全体では家屋の全壊、焼失棟数は約２３８万３千棟、死者32万３千人被害総額２１４兆円に及ぶとされる。

南海トラフ巨大地震への備え　震度・津波の想定（全国）



断層の横ずれと明石海峡大橋

熊本地震のように、断層が横ずれを起こした場合、断層の動きが断層を跨ぐ形で架橋された橋梁にどのような影響を及ぼすのか。断層と橋梁に位置の違いによって被災の形は様々になる。

神戸市と淡路島を結ぶ世界一の吊り橋・明石海峡大橋（全長３９１０ｍ）は架橋工事の途中で、阪神淡路大震災に遭遇した。同地震を引き起こした断層は、大橋のほぼ中央を直角に走っていた。この断層が横ずれしたことに伴って、大橋もほぼ中央から相互に反対方向にずれ動いた。二つの主塔間＝中央径間１９９０ｍで設計されたものが神戸市側の主塔基礎が最大０・７８ｍ、淡路島側が同０・５２ｍ、上下と反対方向に横ずれして、中央径間が計１・３ｍ開くことになった。それだけ橋が長くなったのである。

設計段階では両岸の橋台（アンカーレイジ）と二つ主塔・基礎は１直線に設計されたが、断層移動によって両岸の橋台と主塔を乗せたままほぼ中央線から海底の地盤が引き離される形となり橋全体はわずかながら斜めに架橋する状態となった。地震時にはケーブルが張られた段階だったが、大重量となる橋桁の取り付けはまだ行われておらず、橋のズレに合わせて橋桁を微調整して製作、橋の全体の長さは１・１ｍ延長（全長１９９１ｍ）しただけでおさまっている。

大橋に橋桁が取り付けられ、完成形になった段階で地震に遭遇していたら、地震動による横ずれで主塔・基礎などへの衝撃はもっと大きかっただろうが、地震後のシュミレーション、検証では主塔が倒れたり、落橋に至る致命的な損壊にまでには至らなかった、とみられている。

地震国日本では、橋梁位置が断層をすべて回避して架橋は出来ない。

熊本地震で落橋した阿蘇大橋に代わる「新阿蘇大橋」は南阿蘇村立野側に造られる側橋が断層（布田川断層）を跨ぐことになる。断層が再び横ずれを起こした場合、この側橋が被災することが想定される。橋ではなく盛り土構造の道路にすると復旧が比較的簡単だが、地盤が脆弱性を持つ以上、側橋の場合でも橋の修復、回復が簡単に出来る構造とし、早期復旧が可能になる道を選択することになる。

第2節　大地変動の時代、到来

南海トラフ巨大地震、東九州を襲う
連動して発生する可能性も
死者、家屋損壊、社会インフラなど被害甚大

宮崎県、大分県など東九州海側の道路を走ると「海抜００ｍ」の標識が目につく。南海トラフによる大津波が発生した時、高台避難の道標なのだろう。「大地変動の時代」ともいう。九州から四国、中部沖の海底にある南海トラフに震源域があり、これまでも南海地震、東南海地震、東海地震を繰り返し発生させてきた。この3地震、さらには日向灘地震までも連動して、同時発生する巨大地震が２０３０年の前後5年間に起こる可能性もある、とされている。「千年に一度あるいはもっと発生頻度の低いもの」（内閣府）であり、相当の誤差を含む予測ではあるが、九州東海岸から東海道沖までの西日本地域が大地震と津波に襲われる可能性は否定できない。

九州3県の被害甚大

南海地震（プレート境界地震）は、フィリピンプレートが沈み込むことによって発生する海溝性地震で、東海、東南海、南海地震に分かれる。南海地震は古文書によると、歴史上８回発生している。残る記録によると、天武13年（６８４）に始まって、慶長９（１６０５）、宝永４（１７０７）安政元（１８５４）、さらに昭和21年（１９４６）などだ。

Ｍ９クラスの巨大地震が南海トラフで発生した場合、政府による最悪の被害予測では、巨大地震と最大32ｍの大津波によって、死者32万人、家屋全壊２３８万戸、被害総額２２０兆円以上になる、とされている。これらはあくまで推計値として発表されたものだが、西日本地域は大被害を受けることになる。

特に大きな被害を受けるのは大分、宮崎、鹿児島の東側海岸沿いの地域とみられる。これまでも１００年から１５０年周期で大規模な地震が発生しており、発生確率は今後30年以内に70％程度とされている。国土交通省九州地方整備局が作成した「東進作戦」は、九州の西側・福岡、熊本などから、東九州への救援道路をいかに確保するかに焦点を当てたものだ。

九州で死者5・9万人

南海トラフ大地震については、政府（内閣府）が震度分布、津波高・浸水域、被害想定を発表（平成23～24年）、今後10年間で死者を80％減、建物損壊50％減を目指した計画を進めようとしている。

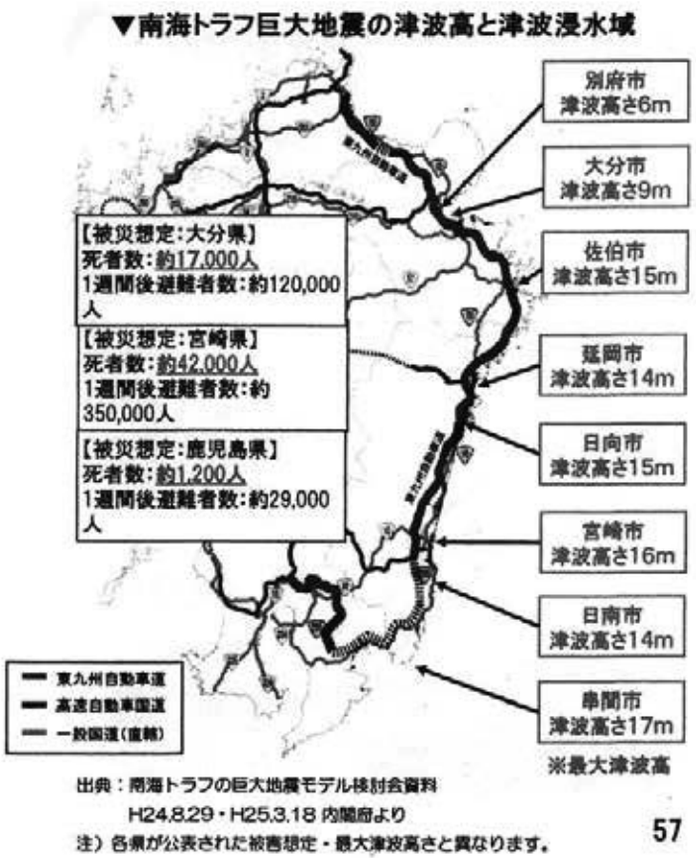
各県は内閣府が発表した南海トラフ巨大地震の想定データをもとに、被害状況と対策を検討、各県地震等災害被害予測調査を行い公表してき

九州中央道・熊本側工事

極端現象

自然災害が大きくなる傾向が指摘されている。地球温暖化、異常気象によるものだとされる。異常気象は30年間に平均して3％の発生確率を指して言われる。最近は、その概念をはるかに超えて、発生するため世界気象機関や、政府間パネル（ＩＰＣＣ）では極端現象という表現を使っている。

「これまでに経験のない」気象現象とか、20年に1度程度で発生していた巨大台風、大雨などは10年、あるいはそれ以下に発生頻度が上がっているのが現実だ。



ている。九州では震度6以上が約60市町村、津波高10m以上が鹿児島、宮崎、大分3県で発生、死者最大5・9万人（津波による死者5・5万人）と想定している。

大分県での東南海トラフの海溝型地震の発生確率は30年以内で70～80％、南海地震は60％程度とし、50年以内では発生確率率90％以上。死者1万7000人、約12万人が避難（1週間）震度6弱～6強、津波高さの最大値は佐伯市で15m、大分市で9m、別府市6mに及ぶと見ている。

想定外ではない南海トラフ巨大地震

宮崎県から鹿児島県東岸の振動は6弱から7．宮崎県の海岸を襲ってくる津波の最高は大分県より高く、串間市で17m、宮崎市で16m、延岡市14mとなっている。これによる建物の全壊・焼失9万戸弱、死傷者4万2000人（最大6万5000人）、道路被害1400カ所（約1万4000km）、避難者33万人から最大40万人に及ぶ。被害総額約7兆円が想定されている。

鹿児島県では、志布志湾で最大高7mの津波が押し寄せることが想定されるほか、屋久島で最高13m、西之表市（種子島）で11mを予測、死者1200人、家屋倒壊5900戸、避難者2万9000人に上るとしている。

一つの横断高速道路

東九州が南海トラフ巨大地震と大津波に大きな被災を受けた場合、現在の国道57号だけで、西九州側からの支援ルートとするのでは十分ではないことは明らかだ。国道57号の最大の難所は熊本地震で被災した立野地域など阿蘇西外輪山と平成24年九州北部豪雨で寸断された滝室坂の東外輪山。いずれもトンネル建設や北側復旧ルートなどで「強化」が進められる計画だが、57号全ルートが火山噴出堆積地盤の弱点を持ち、地震や火山噴火のリスクもあり、熊本地震の教訓として、リダンダンシー、多重の道路ネットワークの必要性が強く認識され、より強靭な構造を持つ高速道路が求められている。

しかし、整備のテンポは決して速くはない。国道57号に並行して熊本～大分を結ぶ中九州道（約120km・地域高規格道路）は大分側は犬飼～竹田IC間が平成30年には開通する予定。朝地ICまで開通しているが、竹田まで残り6kmが工事中。熊本側は国道57号の4車線化を優先したため、工事中断、整備はゼロ状況だ。

一方、熊本～宮崎県延岡市を九州中央道（約95km・国幹道）は九州道からの嘉島JCT～小池高山IC（1・8km）が開通し、現在北中島ICまで（10・8km）が平成30年までに開通を目指して工事中だ。

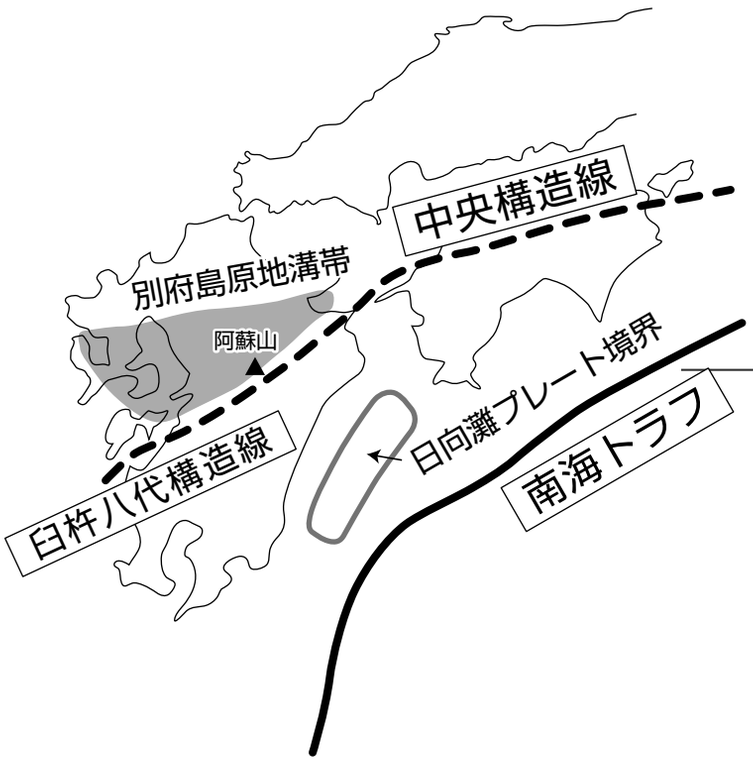
それ以東、矢部ICまで（10・8km）は用地買収中で、宮崎県境まではなお基本計画の段階、事業は行われていない。宮崎県側は延岡～蔵田IC間（約13km）開通しているだけだ。

九州中央道の工事は進んではいるが……。

熊本地震では九州道のほか大分道も被災しており、東進作戦がスピード感を持って展開されるには中九州道、九州中央道の早期整備が必要だろう。

「稲むらの火」

南海トラフ巨大地震を、九州は過去に大被害を経験してきた。佐伯市・佐伯湾の沿岸地域では、幾度も津波が押し寄せ、同市の間越龍神池の３３００年前までの地層に８枚の津波堆積層・物が発見されている。１７０７年の宝永地震では津波が佐伯湾に来襲した記録が残っている。宝永地震はＭ８・６以上と推定される巨大地震で波高10ｍを越える大津波が太平洋沿岸に押し寄せた。また富士山が噴火したことでも有名だ。間越龍神池の地層の中には宝永地震のほか、６８４年白鳳地震以降の津波を示す地層３枚が含まれている。



連動する「想定外」の地震

宝永地震から１５０年が経った幕末、安政南海地震（１８５４年）が発生、房総半島から九州東岸まで大津波が発生した。東海地震の翌日、南海地震が連動して起きたもので、山崩れなど土砂災害が多発、死者３０００人を超えたとされる。稲束を高台で燃やし、人々を誘導して津波から避難させた「稲むらの火」で有名な物語り（和歌山県広川町）はこの安政南海地震の時のことで、熊本に縁の深い、出雲八雲（ラフカディオ・ハーン）が短編小説「Ａ　Ｌｉｖｉｎｇ　Ｇｏｄ」に書いている。

近年では太平洋戦争末期の１９４４年昭和東南海、１９４６年昭和南海地震から約70年以上がたっており、南海トラフによる大地震の可能性が高まっている事を認識しておかなければならないようだ。南海トラフでは蓄積されたひずみを開放する大地震が１００～２００年の間隔で発生しており、安政南海地震から、現在まで、既に１５０年が過ぎている。

連動する「想定外」の地震

宝永地震は南海トラフだけでなく日向灘にまで震源域が伸びて、発生したもので、想定される次回巨大地震も、この時と同様、東海、東南海、南海の３地震が連動した上に、南海トラフに近い日向灘の震源域が連動する巨大地震となり、東九州沿岸は地震と津波が重なる二重の惨禍が繰り返される恐れが想定されているのだ。

南海トラフ巨大地震への備え
震度・津波の想定（九州）

宝永地震は富士山の爆発を誘発したが、阿蘇山が熊本地震・本震の7時間後、小爆発して、多くの火山学者が肝を冷やした。阿蘇山は平成24年9月、噴火、警戒レベルを3に引き上げられており、地下マグマが地震動で噴火を誘発するのではないかと恐れたのだ。幸い、現在までのところ「誘発噴火」の兆しは現れていない。

熊本地震では、熊本地方を走る断層（布田川、日奈久断層）を震源としたが、約150㎞離れた湯布院でも断層地震（別府・万年山断層）が連動した。九州を斜断する臼杵・八代構造線に並行している断層群の一つだ。この構造線は四国を横断、紀伊半島（和歌山・奈良県）に延びる中央構造線につながる。

加藤清正が秀吉の居城・伏見城の救援、復旧工事にあたった慶長伏見地震は、慶長豊後地震―慶長伊予地震と続いたこの構造線上で連鎖的に発生している。慶長豊後地震は、別府湾岸を沈下させる程の地震で、津波を伴い、死者700人を超えた。国道10号・別大国道沿い仏崎の急崖に「南無法蓮華経」の慰霊の文字が彫り込まれている。

支援体制と災害文化の伝承

南海トラフ巨大地震への九州ブロック地域対策会議では①地震が発生して津波が押し寄せる20分間程度で避難できるよう支援（人命救済）を行い②福岡、佐賀、長崎県から大分県と宮崎県北部（日向市以北）の被災地へ、熊本エリアから宮崎市から志布志市に至る被災地へ向けて一斉に進み、陸、海、空の総合啓開によって人材、資機材の支援を行う。特に人命救済の為「72時間以内」に被災地内のルート、道路啓開を目標にしている。

しかし、「津波てんでんこ」の教訓が伝承されているように、津波が予想された場合、まずは個々人が高台避難に走る「自助」の意識を日常的に持っていることが最も重要だ。

地震津波の被害の深刻さを後世に伝えようとする努力は様々に行われてきたが、それでも「災害は忘れたころにやってくる」（寺田寅彦）。忘れないため、宮崎市熊野字島山では50年ごとに供養碑を建て増し、現在7基になっている。これはプレート境界型の地震・外所地震（寛文2年・1662年）の記憶を地元民が刻み続ける「将来の無災安泰を祈念する」（300年忌供養塔）石碑で、飫肥、高鍋、佐土原、延岡城下で山崩れ、海岸地域に津波が押し寄せ、大きな被害を残した「災害文化の伝承」ともいえる。

大地変動の時代の到来、と言われる、想定外の自然災害が襲来するともいう。専門家による「想定外をなくす」努力は積み重ねられているが、一人一人が大地変動に備え「自らの命を守る」意識を持ち、行動しなければならない。

「米国の苦い経験」①
「サンデイ」がＮＹにやって来た

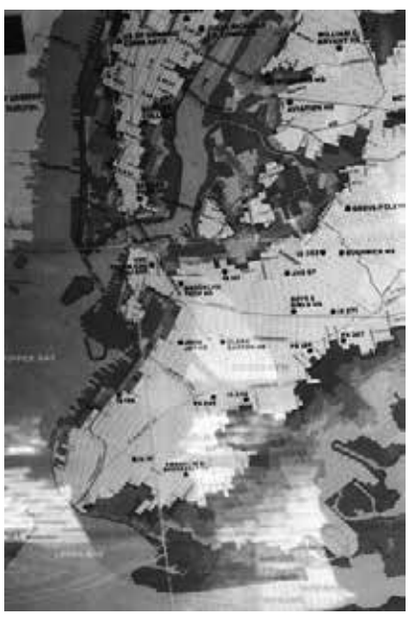
米国の繁栄を象徴する都市・ニューヨーク。この大都市がいかに脆弱かを市民は思い知らされたのは、ハリケーン「サンデイ」（2012年10月）の襲来によってだった。襲来と言っても大型ハリケーンが襲ってきたわけではない。

北上してきた「サンデイ」はすでに熱帯低気圧となり、勢力はすっかり衰えていた。ところが同市だけで48人の死者を出し、8兆円の大被害（東日本大震災は16兆円）を出した。東日本大震災は地震と大津波だったが、ニューヨークでは高潮、それも水位が4・2m上昇したためだった。

高潮は、津波のように襲ってくるのではなく、じわじわと水位を上げてくる。それでも高齢者が地下室などで死亡、イーストリバーとハドソン川のトンネル10本が水没、マンハッタンは機能マヒに陥った。世界の証券市場をリードするＮＹ証券取引所は取引中止に追い込まれ、地下鉄も水没して都市機能は完全にマヒした。

それだけではない。浸水によって変電所が爆発、暖房なしの暮らしが5日間続いた。札幌とほぼ同じ緯度の、10月末のＮＹはもう冬だ。低体温に陥った高齢者の死者50人（関連死）にも上った。クイーンズで火災が発生したが、道路水没で消防車が出動できず111軒を焼失してしまった。

ニューヨークにはハリケーンに襲われる経験がなく、海と川に取り囲まれながらマンハッタンは、高潮に対応できる堤防らしい堤防はほとんどない無防備都市で、地下鉄入り口には止水板もなかった。防災のための社会インフラへの意識も低いことがアダとなった。



ニューヨークの浸水を想定したハザードマップ

第3節　佐伯市長　インタビュー　西嶋泰義（にしじまやすよし）

「大地震、大津波の碑」の教訓忘れずに
南海トラフ巨大地震に備えて、避難施設
東九州道・ＩＣなど積極活用

――新庁舎は新しく、立派なビルですね

西嶋市長　平成26年３月完成しました。厳しい財政状況ですが防災拠点として市役所が市民にお役に立つため、大分県内の自治体庁舎としては初の免震構造にして、津波が来ても災害対策本部として機能を維持できるよう電算室、電気室などを地下でなく上階に配置しています。旧庁舎の耐震補強だけでは、大地震の時には不十分と判断しました。

――東南海・南海トラフによる大地震、津波を想定されたのですね。東日本大震災が平成23年３月ですから、その１年前には基本設計を策定されている。佐伯市には特別の背景があるのですか。

西嶋市長　宝永４年（１７０７）、推定Ｍ８・４の大地震・津波でこの地方は壊滅的な被害を受けました。九州の南東海岸から東海まで６万戸の家屋倒壊と死者２万人と古文書に記録されていますし、このあたりの浦々は「一面、湖のように見えた」と。また、約１５０年後の嘉永７年（１８５４）にも大津波が襲ってきています。市内の龍神の池の地層には、過去に押し寄せた津波の堆積土があり、養福寺には「大地震・大津波の碑」もあります。子供のころから、そうした被災教訓を教えられていましたから、市長立候補（平成17年）の公約にも新庁舎建設を掲げました。

西嶋泰義氏
（佐伯市長）

プロフィール
昭和21年９月６日生まれ、佐伯市出身。昭和40年４月佐伯豊南高卒業、佐伯青果商事代表取締役、佐伯市議会議員５期、同議長、平成17年４月佐伯市長。

――東日本大震災では盛土の高速道路が高台避難、防潮堤として役立ちました。東九州道がようやく平成27年３月、佐伯ＩＣから蒲江ＩＣまで開通しました。高速道路を「防災施設」としてどのように役立てる構想ですか。

西嶋市長　財政事情は厳しいのですから、新市庁舎建設に対する慎重論もあったのは確かですが、東日本大震災は防災に対する市民意識を１８０度転換させました。防災マップ、防災カメラの設置などを行い、行政無線（防災スピーカー）、市民約５０００人が登録している「ホットメール」など情報収集、伝達手段の確立にも努力しています。重要なのは市民自らの避難行動です。市内各地で住民の話し合いにより避難計画の策定が行われていますが、特に米小津宮野地区の先進的な取り組みは「防災まちづくり大賞」を受賞しました。

　命の綱である高速道路の開通は佐伯市民にとって宿願でした。国交大臣も開通式に来られ、また大勢の市民も祝いました。地域振興、防災のためにぜひ役立てたいと思っています。佐伯市の海岸線は２７９㎞もあり、先日、視察に来られた新潟県の人が、佐渡ヶ島を除く同県の海岸線と同程度の長大さだ、と。南海トラフを震源とする地震と津波による佐伯市の被害想定（最大値）では死者８６００人、重軽傷者は１０００人を越えます。約３万人の避難生活者が出ると考えなければなりません。

――相当な規模の避難施設が必要ですね。具体的には？

西嶋市長　堅田ＩＣに隣接して、防災公園を計画しています。すでに、トンネルなどの掘削で出た残土で造成した６ｈａの高台を造っており、「防災公園」に整備します。この公園エリアはＩＣを使った支援物資の中継基地、支援部隊の基地、防災備蓄倉庫、仮設住宅用地として役立てます。平常時にはサッカーなど多目的広場として使い、給食センター、卸売市場も併設する計画です。日常的に、人が活動している施設ですから、災害時には迅速な応急対応が可能です。ＩＣを挟んで建設している運動公園の体育館などの施設も活用

します。特に室内プールは災害時には大型浴場に活用したいと思っています。

「ＩＣをどう生かすか」

――この堅田ＩＣは市負担で造られたと聞いています。今回供用された区間約20㎞に４つのＩＣが建設されています。通常、一つＩＣが造られる区間の長さですよね。

西嶋市長　高速道路を防災と地域活性化に役立てるためです。幸い、国が新直轄事業方式で高速道路を建設してくれました。ＩＣなど、高速道路に避難するアクセスは多いほどありがたい。また高速道路を使って運ばれる支援物資を被災現地に運ぶルートとしても使えるＩＣは多いほど活用できます。物資だけでなく、救急患者の搬送も迅速に対応できるようになりました。佐伯市は九州１広い面積を持つ市です。市内周辺部から中心部の救急病院への搬送時間の短縮はもとより、重篤患者などの搬送先となる大分市まで45～50分で救急搬送出来るようになりました。

――無料区間であることも、有利ですね。

西嶋市長　今回開通した佐伯～蒲江ＩＣまでと１年前開通した北浦～須美江ＩＣ区間と合わせ、佐伯～延岡までの67・2㎞が無料区間となり、この間に９カ所のＩＣが設置されています。無料とＩＣに多さをどう生かすか。県境を越えて延岡市さんと連携強化してこの、強味を生かしたいと思っています。

――蒲江ＩＣ近くに道の駅と同じ役割を果たす「インターパーク」が海沿いにオープン。新鮮な魚介類、野菜の直販のほか情報発信が行われていますね。

西嶋市長　高速道路の開通を見越し、地元住民が株式会社を設立し建設したものです。高速道路を中心とする道路ネットワークを活用して、地域に最大の効果をもたらしたいとの思いから、市も施設整備等、最大限バックアップしました。蒲江の伊勢えび海道には北部九州の都市圏からも多くの方々に訪れてもらっています。新鮮な魚介類の「味力」や浦々の美しい景観を生かした風景街道の取り組みを、道の駅などとの連携で進めたいですね。

　佐伯市への入り込み客数は、道の駅など物産関連施設で年間82万人台ですが２７年度は１００万を超えると見込んでいます。また、佐伯～蒲江ＩＣ間が開通した27年度４、６月は前年同月間と比較して６万４０００人程度増えています。確実に高速道路効果は生まれていると思います。

――高速道路を生かすためにも、地域力と魅力度アップが必要です。

西嶋市長　全国１の養殖ヒラメ、第２位の養殖ブリなどを高速道路でより早く首都圏に運べるようになり、新鮮さが売り物になります。旧藩時代、佐伯藩（２万石）の殿様は「浦でもつ」と言われましたが、主力地場産業である漁業の活性化につながる、繋げなければならないと思っています。昭和40年ごろには11万５０００人だった人口が７万５０００人程度まで減っています。高齢者人口も33％近い。少子化も進んでいる。どうしても住民、地場産業、行政力、人材育成によって地域力をアップさせなければなりません。市の中心街活性化のための基本計画を策定、歴史資料館の開設など、賑わいを取り戻す事業を模索していますが、苦労は続いています。

佐伯市の概況　大分県南東部、宮崎県との県境に位置し、平成17年３月、１市８カ町の合併によって、九州１の面積（９０３・５平方㎞）を持つ市となった。平成26年７月現在、人口７万６３９３人、３３６２２世帯。漁業生産量は大分県の68％を占める。

釜石の奇跡

　東日本大震災の大津波に見舞われた釜石市の14小中学校、児童生徒数（約３０００人）ではその８年前から、高所避難訓練を重ねて、津波襲来の時、いち早く避難、99・８％の子供たちの生命が守られ、奇跡的な成果をあげた。

　津波襲来の一報が入るや、海岸線から３００ｍ、高さ３ｍにあった小中学校では、ただちに避難を開始、日頃の訓練通り、各自の判断で、「てんでんばらばら」に、高台には強いて逃げた。集合や整列など集団行動をとらず、また、教師の指示を待たず、まずは自分の命を自分で救うという意識づけが行われていた。

　学校に迎えに来た家族がいても、教師はまずは「逃げること」を優先した。それでも、自宅に子供を連れて帰った親と子が唯一の犠牲者となった。この釜石の奇跡は、福岡市など九州の学校でも貴重な教訓として、広がっている。また、災害から遠くへ逃げる水平避難から高いところへの垂直避難の意識づけも強調されている。

熊本地震　復興・復旧への歩み（年表）

○平成28年（2016）4月14日午後9時26分前震発生。

○4月14日

・国交省・九州整備局、熊本県が被害状況の情報収集

国、熊本県、大分県と関係市町村は災害対策本部を設置。

・ＮＥＸＣＯ非常災害対策本部発令、対策会議21時27分通行止め開始（南関＝えびのＩＣ間など3カ所）緊急点検開始。

・同日午後10時36分　熊本県庁にリエゾン到着、熊本市、益城町にも派遣。22日には1日当たり約60人が2県1市町村に派遣された。

・同日午後11時　石井国交大臣も出席して、テレビ会議開催、情報共有

・熊本県庁内に政府現地対策本部設置

・熊本県、緊急消防援助隊へ応援要請、自衛隊へ出動要請

・ＪＲ九州、全線の点検開始、

・九州電力復旧作業開始

○4月15日

・同15日午前6時すぎ　夜明けと共に九州地方整備局の防災ヘリが被災地調査、物資支援開始

・緑川水系緊急堤体復旧工事着手（5月9日まで完了）

・熊本県、応急復旧工事開始、県職員を被害市町村に派遣開始

・九州防災エキスパート会が出動、道路、河川の被害状況を調査

・ＮＥＸＣＯ、現地打ち合わせ、復旧工事開始

○4月16日午前1時25分　本震発生

・午前1時26分ＮＥＸＣＯ，九州の高速道路8か所で通行止め

・ＪＲ九州、在来線の応急工事の開始

・九電、高圧発電機車による応急送電開始

・西部ガス、臨時供給の開始、日本ガス協会に協力要請

・九州道の道橋撤去工事、開始

・熊本県、16日までに87カ所の交通止め解除、応急住宅建設へ

○4月17日

・九州地方整備局、県道28号（熊本高森線・俵山ルート）調査開始

○4月18日

・テックフォース始動、道路災害復旧支援、ミルクロード（県道北外輪山線）を啓開、

・ＪＲ九州、高架線（支承回りなど）の詳細点検開始

・西部ガス、救援隊による復旧作業開始

○4月20日～30日

・20日ＮＥＸＣＯ，緊急自動車の通行を開始。新幹線「新水俣～鹿児島中央間」運転再開

・22日グリーンロード（町道高野原線）啓開

・23日西部ガス、低圧ガスの復旧

・25日ＪＲ九州、豊肥線被害状況調査開始

・19～27日テックフォースが土砂災害危険個所１１５５カ所を点検

・27日九州新幹線全線運転再開（熊本～八代間は徐行）九電、送電線での供給開始

・29日九州道（植木～嘉島ＪＣＴ間）通行止め解除（上り線、対面通行）

・30日九州の高速道路、４６７㎞で応急復旧が終了

○5月9日

・大分道通行止め解除

・九州地方整備局、河川の緊急復旧工事開始

○12月24日　県道28号の俵山トンネル復旧と、う回路完成

○12月26日、南阿蘇村立野の斜面崩壊現場、無人化施工終了

○平成29年4月24日　熊本地震復興事務所開設

○4月28日　九州道二車線全面開通

熊本での地震歴史年表

熊本地方での地震は、平成28年熊本地震と同じ浅い震源の直下型地震が多く、大きな揺れによる被害が特徴。

古文書によると、７４４年（6月6日）天草、八代、芦北地方でＭ7の地震が発生、死者１５２０人を出した。

１７９２年（5月21日）「島原大変肥後迷惑」と呼ばれた雲仙岳の2度にわたる火山性大地震で眉山（前山）が崩れ、島原湾に大量の土石が崩れ落ちたため津波が発生、対岸の肥後・熊本地方で大きな被害を出した。死者1万５０００人、倒壊家屋1万２０００戸に及んだとされる。

その他の熊本地方での主な地震は次の通り。（熊本県防災計画などを参照）

１６１９年月21日（元和5年）推定Ｍ5～6．麦島城倒壊他。

１６２５年7月21日（寛永2年）Ｍ5～6．熊本城火薬庫が爆発、石垣など被害大。死者約50人。

１７２３年12月19日（享保8年）推定Ｍ6・5．死者2人、負傷者25人、家屋倒壊９８０戸

１８８９年7月28日（明治22年）明治熊本地震、Ｍ6・3．死者20人、負傷者54人、家屋倒壊２３９戸、熊本城の櫓・天守閣石垣など被災。道路損壊１３３、落橋22、堤防損壊45、地裂８８０。

１８９４年8月8日（明治27年）熊本県北部で発生、Ｍ6・3。

１８９５年8月27日（明治28年）Ｍ6・3、阿蘇地方に被害。

１９０７年3月10日（明治40年）熊本市、Ｍ5・4。

１９６８年2月21日（昭和43年）えびの地震で人吉市などＭ6・1。死者3人、家屋全半壊１６５。

１９７５年1月23日（昭和50年）阿蘇地方でＭ6・1．負傷者10人、家屋倒壊16。

総括インタビュー

平成29年度日本土木学会会長 大石久和氏

大石久和氏　プロフィール

1945年生まれ、京都大学大学院工学科修士課程を修了後、建設省に入省、国土交通省道路局長、技監を歴任。現在、全日本建設技術協会会長、国土技術研究センター国土政策研究所長、京都大学経営管理研究部特命教授。著書「国土学事始め」ほか多数

我々は大災害への備えをおろそかにしてきた

――熊本地震が発生、日本列島で暮らすわれわれは、常に地震や台風、集中豪雨などの自然災害を前提として暮らさなければならないという現実に直面しました。

大石氏　あの地震は本当に驚きでした。震度7、しかも1日おいて2度も。地震工学の専門家も、ほとんど経験のない地震だったと。勿論、古い記録として残っている地震はあるでしょうが、今回は、これまで経験のない地震でした。阪神淡路大震災も同じでしたし、東日本大震災でも、津波があそこまで大きく、押し寄せてくるとは、誰も思わなかった。大災害が国民の暮らしを破壊するという現実、その厳しさへの対応をおろそかにしてきたのです。

――大石さんは、これまでも災害に強い、強靭な国土づくりの必要性を著書などで説いてこられました。

大石氏　われわれの住むこの国土を強靭にすることをターゲットにした国土づくりを進め、また大災害に備え、対処できるように準備しようとは言っても、県レベルでも具体的には対応を定めてはいなかった。大災害は起きないと思い、（南海トラフ巨大地震など）他の被災地をどう応援すべきか、の方に関心があった。

――そうは言っても、日頃から災害に備える意識は薄いのが現実です。

大石氏　地球温暖化が言われて久しいのですが、それでもわれわれは大災害の発生を日常の暮らしの中で考え、備えておくことが、おろそかになっている。私はそれを「災害の日常化」と呼び大災害に備える国土づくりと「暮らしづくり」が必要だと思います。

かつて、水害常襲地帯と呼ばれた地域では、船を軒先に吊し、洪水に備えていました。日常的に災害に備えた暮らしをしていたのです。備え、と言う意味では国土づくりについても言えます。関東では1947年のカスリーン台風規模の豪雨に対応することを目標に防災インフラ造りを進めてきましたが、いまだ、それが達成できていない段階なのに、雨量は1時間100㎜、あるいは150㎜を越える豪雨が発生している。そのような現象が、いつでも、どこででも起こる状況になっている。それを想定した暮らしぶり、日常の備えが必要なのです。

――となると「逃げる」だけですか。

大石氏　もちろん早期の避難は重要です。しかし、ヨーロッパの人々は災害と同じように「紛争に日頃から備える」心構えを持っています。いつ他国が攻めてくるか、いつ戦火に合うか分らないことを経験で知っている。そのため、あまり大きな塊（都市）を造らない、そこで暮らさないようにしています。「それは危ない」と考える。それが彼らの生活の構えであり、あらゆる発想の原点になっている。

1950年から2015年の大都市の人口推移を見てみると、1950年にロンドンも東京も（東京・首都圏・以下同じ）人口の全国シエアは15％でした。2015年ではロンドンは変わらないのに、東京は28％にシエアを上げ、人口減時代に入ったと言うのに、いまだに一極集中は止まっていない。一極集中だと国中が大騒ぎした1987年の東京への流入人口は年間18万人、現在も年間11万人も流入しているのに誰も騒がない。それでいて、近未来に起こるという東京直下型巨大地震が起こったらどうするか――と。

――熊本地震では、交通網が途絶しました。九州の東西を結ぶ唯一の国道57号が斜面大崩壊で損壊、阿蘇大橋が落橋、九州道・大分道も通行止めに追い込まれました。残る国道3

「〝非常時の目〟で社会インフラを見よ」

号は大渋滞、交通ネットワークがマヒ状態になりました。

大石氏　阪神大震災の時も同じ状況でした。高速道路、国道など幹線道路が遮断され、残る道路は大渋滞となりました。このような事態はまるで想定の中に入っていませんでした。道路づくりの基本を転換しなければなりません。

ドイツでは、例えば8車線の高速道路を一本造るとしますと、4車線の高速道路を2本造る。勿論、2本の方が事業費は高くなりますが、一本が大災害や空襲を受けたとき、もう1本が代替路となると考えるのです。あの国の高速道路網の代替路は無限と言ってよい。どんな災害があっても途切れない交通網が造られています。

――九州の東西を結ぶ中九州道も九州中央道も出来ていません。この2本のうち1本の横断高速道でも出来ていたら、熊本地震で九州社会が受けた打撃は相当軽減されていました。

大石氏　九州の道路網、特に高速道路網は「極めて疎」であると思います。ようやく東九州道が供用されましたが、東西を結ぶ横断道路は大分道だけ。それも今回の地震で被災しました。

高速道路の整備は、これまで需要追随型の手法でした。高度経済成長時代、都市間を結ぶ道路が渋滞し、その対応に迫られた結果です。それはそれで物流を効率化させ、都市の成長を促すなどの整備効果はありましたが、今後は発想の転換が必要です。これまでの道路整備はB／C，区間ごとに評価した事業コストに対して得られる便益性だけが尺度でした。それで、九州は特に、こんなにも遅れてしまっている。

今回の熊本地震で明らかになったように、従来のB／Cに加えて、大災害に備えたリダンダンシーとしての観点を入れるなど幅広い整備効果に着目する必要があります。中九州道も九州中央道も一部しか供用されていません。一部だけでは、その機能は果たせません。ミッシングリンクの状況では、整備効果としては極めて低い。一部供用状態は、資金を寝かせたままの最も整備効果が発揮されない状況です。スピード感のある整備が必要なのです。

――しかし、国家も地方自治体も財源難で、過疎地域が九州では増え、大型公共投資は難しい状況です。

大石氏　「インフラの整備は経済のエンジンだ」とかつて太田国交大臣が言われたことがあります。公共投資はその投資額だけの効果にとどまりません。政府の支出によって民間の投資を呼び込むようにしなければなりません。わが国は内需不足を主原因としたデフレ状況が長く続いています。その原因の一つが公共投資の大幅な削減です。従来の需要追随型から脱皮、新しい社会インフラの整備理念の創造が必要なのです。現在の土木が応えきれていないもの、公共経済学の視点を土木になかに入れてゆきたい。

ヨーロッパの人たちはすごいなと、最近強く思います。20年前、ECからEUに移行する時「EUとしてインフラをどう考えるか」、そのシナリオの研究を行い、道路であれ、空港であれ①全体の経済成長に資する②全体の環境改善に寄与する③全体の公平性を拡大するーを整備の原則とすることにしているのです。

――阪神淡路大震災、東日本大震災、中越地震、そして今回の熊本地震などの経験を経て、わが国でも「強靭

1)南海トラフ巨大地震に関する津波高・震度分布等(平成24年8月29日公表資料1-1)
2)気象庁「地震情報で用いる震央地」
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/region/

南海トラフ巨大地震の被災想定と最大津波高

な国土づくり」が強調されています。

大石氏　一連の大災害を経て、われわれの持つ社会インフラ、特に道路のネットワーク性がどこまで確保されていたかが問われています。熊本地震での中九州道、九州中央道もそうですが、東日本大震災時も三陸縦貫道は着工して30年も経っていたにもかかわらず、50％しか完成していませんでした。東九州道が立ち遅れたのも、安易にB／Cに身を任せてきたためです。特に、大災害など「非常時の目」で道路など社会インフラを見る目がない。大災害が頻発する国土であることを認識して社会資本整備を進めるべきなのです。

　現在の鹿児島～大阪間のネットワークは20通りですが、東九州道に加えて山陰道が出来れば1万以上のネットワークで結べます。いざ、災害というときそれだけのルートで物資を運べます。

――しかし、現状では九州横断の高速道路は、過疎地が多く、人口が少ない。利用率が悪い、と後回しにされていきました。

大石氏　平常時に交通量が少ないという理由で整備を遅らせれば、都市への物資供給が途切れ、貧弱なリダンダンシーのままで、強靭さは強化されません。道路整備にあったって損壊アセスメント、避難アセスメントを入れるべきなのです。これは道路に限ったことではありません。

――地方だけでなく、大都市に災害が発生した場合、ビルの倒壊などで道路が途絶する事態が発生しています。

大石氏　広島市の１００ｍ道路では道路空間の半分は交通に特化せず、緑がいっぱいの公園機能を持たせています。何より都市景観が素晴らしいし、大地震で火災やビルが倒壊する事態になっても、道路が防災機能を発揮できる。道路に限らず、社会資本に複合的な多機能を持たせなければなりません。整備の基本的観点を変えるべきなのです。

――しかし、実際には都市部での広い道路空間の確保は難しい。また、熊本市では地震によって道路に倒壊した家屋の所有者に連絡が取れず「道路啓開」が遅れる事態も生じました。

大石氏　まず、私権の制限についての国民的コンセンサスを得ることです。大災害などの非常時、あるいは非常時に備えて「公的」なものを優先し、私権制限は許されなければなりません。ヨーロッパの年は城壁で囲まれてきましたから、城壁に囲まれた空間で暮らすためには、私権の制限は当然でそうしなければ暮らしてゆけない。そうした伝統的な合意が育っています。

――今年九州・福岡（九州大学）で日本土木学会が開催され、会長として臨まれますが、どのようなテーマを考えておられますか。

大石氏　日本の土木界として「社会の安寧」を目指すための、災害対応も含めたインフラ整備（計画）理念の模索をスタートさせたい。安心して暮らせる国土―B／Cを越え、土木の視点を広げ、国民に一番重要な概念として「安寧の公共学」を追い求めていきたいと思っています。

「米国の苦い経験」②
カトリーナでニューオリンズが水没

　ジャズの聖地・米国ニューオリンズ（ルイジアナ州）を大型ハリケーンが襲ったのは２００５年。海辺は高さ７ｍの大堤防に守られていたが、強風にあおられ海面上昇、高潮が市内に殺到。特に水面から1・８ｍ低地の市街地を完全水没させた。ちょうど、スープの皿に水を入れた状況となった。

　メキシコ湾などでハリケーンはしばしば発生するため、州当局はタイムラインに従って、上陸32時間前に避難命令を発し、市民の80％が避難、道路は逃げる車で渋滞するほどだった。しかし、高齢者や貧困層など災害弱者は避難できず取り残されてしまった。

　ニューオリンズはミシシピー川の河口にあり、低地で沼地も多い。ポンチャートレイン湖の５ｍの堤防が１ｍ沈下しており、湖水が市街地にあふれ出る不運も重なった。海岸、湖の堤防53カ所で決壊したが、排水ポンプは機能せず。市街地水没によって１８３６人が死亡、１０８０億ドルもの損害を出した。

　ニューオリンズはフランスの古い植民地だ。初期は微高地に住宅が立ち並んでいたが、都市が肥大化するにつれ、低地に住居が広がっていった。被災後、危険な都市として、人口減少が続き、48万人だったものが34万人に激減した。

　重大事態にもかかわらず、ブッシュ大統領は夏休暇中で、現地視察が遅れ、国民の批判にさらされた。州兵３０００人がイラク戦争に動員され、救援部隊が不足「戦争より救助を」と反戦運動にも火をつけた。

　また、「避難所でレイプ発生」「避難民が強盗化」などのデマが飛び交い、逃げてきた市民に銃を向ける事態も発生するなど、多くの教訓をアメリカ社会に残した。

おわりに

熊本地震発生の後、阿蘇地方の被災地に向かった。ミルクロードとグリーンロードが道路啓開された直後である。シンボルの阿蘇大橋が落橋し、まだ、行方不明の大学生の捜索が続いていた。阿蘇大橋から国道３２５号を使って南阿蘇村への「馴染みの道」だっただけに落橋は信じられなかったが、現場への国道57号・立野橋付近が壊れ、恐るおそる山側を辿り、阿蘇大橋のたもとに立って初めてそれが現実であることを知った。膨大な土砂、大石が樹木や電柱をなぎ倒し、黒川の谷底に大橋を巻き込んで崩落していったのだろう。

荒ぶる神々が

後日、菅伊佐男・国土交通省九州地方整備局・災害対策室長に案内されて県道28号俵山ルートで南阿蘇村に向かった。そこにも又、信じられない、驚愕の光景が目の前にあった。俵山トンネルまでの美しい斜張橋の桑鶴大橋を含め６つの橋が、歪み、道路から大きく谷側にズレ、また、道路に乗り上げ、あるいは沈下している。橋下を覗くと耐震性の高い積層ゴム支承が壊れ、斜めに傾き、橋脚のひび割れ、落橋防止のコンクリート壁がつぶれていた。とてつもない巨大な力が橋を持ち上げ、揺さぶり、動かしている。突然、荒ぶる神がいきりたち、大地を破壊させたかのようだった。自然の猛威、巨大な力と、人間の無力、為し得ることの限界。むしろ、よくぞ落橋せず持ちこたえた、と思う。

被災地の人々の話では、地震前から鳥が姿を消し、空を飛ばなくなった、と言う。事実かどうか確認のしようがないが、人間にはとっくに失われた、生き物の自然の変動への感知力が働いたのだろうか。

迅速復旧―「社会の救急、救命活動」

「この人達のために」

地震発生の予知はまだまだだが、試されるのは災害後の人間の力、迅速な復興への組織力、機動力である。間髪を入れず、道路、橋梁、トンネルなどの社会インフラ復旧が動き出した。高速道路や国道57号、県道28号などの基幹道路の復旧は、救命は勿論、早期の救援、支援、復旧・復興にとって大前提だ。被災地へ、人も救援物資も復旧のための資機材も運べない。道路、橋の破壊は、動脈が切れた危篤に陥った人の体と同じ社会の救急救命活動だろう。24時間体制の緊急復旧工事が行われた。

そのこと誰より知っていたのは南阿蘇村の人たちだった。橋もトンネルも道路も破壊された県道28号は村が生きるための救命パイプだった。九州内は勿論、全国から駆け付けた土木技術者、作業者が一般人が近づけない危険な被災現場で崩落した大量の土砂、巨石を除き、運び出して「う回路」を切り開いた。不眠不休で復旧に集中する現場の作業者を村人が感謝の慰問訪問に訪れた。村人に「何か救援物資で足りないものはありませんか」と尋ねると、即、答えは「足りないのは、道です」だった。そして、ダンプが行き交う村の道に「24時間、復旧作業、感謝します」の手書き看板が立てられていた。現場は「この人たちのために」と奮い立ったという。

即断即決で

阿蘇大橋を含む国道３２５号、県道28号などは熊本県管理だが、国が代行して復旧している。復旧の緊急性、膨大な工事費、高度技術者の動員、早期復旧など、地方自治体の力量を越えているからだ。事実、国土交通省の動きは早かった。リエゾン、テックフォースなどが初めて全国動員され、被災情報収集、道路啓開にただちに取り掛かり、熊本の災害対策室、熊本河川国道事務所は現場判断を何より大切にした即断即決で工事方針を決めて行った。「素早い判断に、助けられ、目標日時（降雪前開通）に間に合わせることが出来た」と施工者は異口同音に振り返っている。こうした組織的な瞬発力による県道28号のう回路開通は村民への、この上ないクリスマスプレゼントになった。

高速道、スピード復旧

災害時、最も頼りにされる高速道路もスピード復旧をやり遂げた。九州道、大分道など九州の高速道の５０７kmが通行止めになったが、梅雨前の総点検で要員と指揮官が熊本高速道路事務所（八代市）に結集していた。震源地近くを通過する九州道の被害は大きかったが、わずか２週間で仮復旧にこぎつける迅速な応急措置で通行を可能にし、速度制限、重量制限を次々と縮小していった。

すでに九州物流の大動脈となっている九州道の早期復旧、また東九州道の供用によって九州循環高速ネットワークの完成は九州経済への痛手を最小限に止めた、と言えよう。北九州～宮崎間の供用―長い歳月、苦労と曲折があった東九州道、地震で開通式も中止になったが、早速、その有効性を発揮することになった。

阪神淡路大震災、東日本大震災、

豊後街道を６泊７日で歩き通す子供たち（九州横断徒歩の旅）

中越地震、九州では４年前の九州北部豪雨などの教訓が熊本地震の復旧に生かされたのは確かだ。自然の猛威に人間の無力さを自覚させられた熊本地震だが、迅速な復旧だけでなく、震度７が連続しながら、落橋防止装置など耐震強化の備えも防御力を発揮した。

加藤清正は慶長豊後地震、同伏見地震の経験者だ。秀吉が築いた伏見城は崩壊、本丸の秀吉は命からがら助かったが、二の丸に集められてた侍女らは倒壊で約７００人が命を失った、と伝えられる。朝鮮出兵から呼び戻され謹慎中の清正は３００の手勢を率いて救援、復旧に当たっている。

伏見城での被災と復旧の経験は熊本城築城や豊後街道、緑川・加勢川改修に生かされたに違いない。「想定していなかった」阿蘇大橋を襲った斜面崩壊は過去の「山崩れ」を物語ると思われる段丘が麓にあり畑になっていた。地形は現在のわれわれに何かを言い伝えようとしている。国道57号のう回路となったミルクロードは加藤清正の豊後街道（清正公道）につながるコースだ。なぜ４００年も前、今回、大崩落した南阿蘇村立野・阿蘇火口瀬一帯を避け、困難な外輪山越えの道づくりをしたのか。

自然の猛威に学ぶ

熊本の自然を守る会（河南誠志会長）は毎年夏、豊後街道１２５㎞を一週間かけて歩き通す「横断の旅」を行い、40回をかぞえる。熊本地震後の昨夏も迷わず実施された。「地震も自然現象の一つ。それを学ぶ徒歩の旅でもあるのです」と阿南さん。自然の猛威・地震の直後だけに、子供たちは「自然と人間」をより深く、学んだだろう。

道路やその構造物の設計・建築に当たって、「自然に逆らうな」としばしば言われる。ミルクロードもオレンジロードも、確かに自然の地形に沿った旧道は被災の程度が軽いのは確かだ。重機を駆使する大型土木事業、詳細な設計と高い技術力で相当程度、自然は克服されてきた。しかし、熊本地震は改めて自然、大地との向き合う姿勢、特に火山堆積土壌、地質地形に向き合うことが防災の原点でありそれを再確認することを教えたのではないだろうか。

熊本地震は、中央構造線（臼杵八代構造線）別府島原地溝帯、そこに並ぶ雲仙・阿蘇・久住の火山群など防災上、九州地形・地質の弱点を突くものだった。人間で言えばみぞおちに連打を浴びせられたようなものだった。

地震への対処力を高めよ

夏目漱石を慕って熊本・五高に来た寺田寅彦（物理学）は関東大震災の調査を行ったが「我々がなめたと同じような経験を昔の人はなめ尽くしている。それを忘れて、こんなことになった」と書き残している。

この一年、これ程の苦労を重ねての応急復旧だが、「旧に戻る」ことで、記憶されることはないかも知れない。しかし、人は病気になって初めて体のことを真剣に考えるように、自然の猛威に傷付いて気付くことは多い。

南海トラフ大地震と津波の襲来は、今後30年、70％の確率で発生、死者最大32万人に達すると想定されている。東日本大震災に倍する「西日本大震災」だ。自然の猛威は海と山からやってくる。熊本地震からどのような教訓をくみ取り、対処力を高めることが出来るのか。発生は予告も防止も出来ないが、被害を最小限に抑えることは出来るし、早期復旧の道も拓くことが可能だ。そう信じたい。

熊本地震から1年

平成29年4月

玉川孝道

お断り

本書に掲載した写真、図面、記録資料は、国交省・九州地方整備局、国道地理院、西日本高速（株）九州支社、九州地域づくり協会などから提供を受けたものです。

本書の全部または一部について、無断での複製、転載、改編はご遠慮ください。

「プロジェクト九州」1―6巻の内容

新土木遺産
○「プロジェクト九州」第1巻
◎座談会「新・土木遺産の発掘」
第一章　関門国道トンネル―苦闘の21年
①海底の道を拓く
②大動脈の若さ保つ
③インタビュー　住友彰・佐藤雄二・川崎廸一各氏
第二章　挑戦の心―長崎の長大橋
①海を渡る六つの大橋
②新西海橋の色合わせ
③赤い吊り橋―平戸大橋
④インタビュー　高橋和雄・池上守各氏
◎座談会「長崎の長大橋」
第三章　筑紫次郎―暴れん坊とその恩恵
①筑後川60年―洪水、渇水との苦闘の歴史
②福岡導水―福岡都市圏のライフライン
③インタビュー　青山俊樹・高橋裕・帆足健八・宮路米蔵各氏
◎座談会「洪水との闘い」

○「プロジェクト九州」第2巻
第一章　天草五橋に挑む
①夢の橋実現す
②渡海橋への挑戦
③海中の難工事（黒之瀬戸大橋）
④新天門橋の着工へ
⑤インタビュー　中島英治・那須野幸明・八尋勇次・吉本信一各氏
◎座談会「真珠の5橋を造る」
第二章　九州山地、最大、最後の関門を突破する
①肥後トンネル
②加久藤トンネル
③自然との闘い
④インタビュー　藤井崇弘・財津勝各氏
◎座談会「中央構造線を突破する」
第三章　雲仙・普賢岳
①防災の闘い20年
②無人化施工とロボQ
③安心安全の故郷
④インタビュー　古賀省三・須郷茂夫・松永勝也・大町信郎・杉本伸一各氏
◎座談会「雲仙噴火20年を語る」

○「プロジェクト九州」第3巻
第一章　若戸大橋
①長大吊り橋の原点
②夢の大橋―建設への物語
③「百年大橋」―長寿化への挑戦
④インタビュー　吉田巌・下川浩資・久保喜延・金子鉄男・南立朝彦各氏
第二章　関門橋―本四連絡橋への道拓く
①関門橋―本四連絡橋への道拓く
②本四連絡橋
③インタビュー　日野伸一・藤川寛之各氏
第三章　怒りの川内川
①川内川―怒りの川と治水
②鶴田ダム―コペルニクス的転換
③ダム治水と不信の間で
④インタビュー　島谷幸宏・小松利光各氏
第四章　九州ダム群の系譜
①多目的ダムの足どり
②発電ダムの先駆者
③インタビュー　小野満司・原欽五・杉尾哲各氏
◎座談会「ダムの現在と未来」

○「プロジェクト九州」第4巻
第一章　都市水害の原点―長崎大水害
第1節　①土石流、都市を襲う
②都市への一撃
③現場証言・針貝武則氏「精霊船が駆け抜けた」
④長崎市周辺の地質と崩壊
⑤インタビュー・一之瀬恭之氏
第2節　①眼鏡橋は残った
②インタビュー・中島川改修に当たった篠勤氏
③現場証言・片寄俊秀氏「知恵ある選択だった」
④現場証言・壇誠氏「対話重視、見学会30回も」
⑤ダム改築と保存の両立
⑥インタビュー・三根祐吉氏「パイオニア達の仕事を残す」
第3節　①車が流され、漂流する
②災害に強い高速道路
③長崎の教訓は生かされたか
④インタビュー・高橋和雄長崎大学名誉教授「総合防災対策と災害の伝承を」
○「繰り返し襲いくる豪雨」―樗木武九州大学名誉教授
第二章　再び都市を襲う―93鹿児島大水害
第1節　①悪夢再び、鹿児島で都市水害
②豪雨の波状攻撃
③インタビュー・松嶋憲昭氏「もっと、気象解析力を」
参考　火山と共生のジオパーク―樗木武九州大学名誉教授
第2節　①石橋は流された
②インタビュー・佐竹芳郎氏「石橋撤去―苦渋の選択だった」
○接近し、上陸する台風。樗木武九州大学名誉教授
第3節　①災害国道・国道220号を走る
②豪雨に負けない早咲大橋と牛根大橋
③「酷道」からの脱出
○参考　桜島の土石流と砂防
第4節　①シラス土壌と闘う―武岡トンネルの苦闘
②未知への挑戦―鹿屋分水路
○提言―シラス土壌「崩壊予知のシステム構築を」北村良介・鹿児島大学教授
第5節　①強靭さを求めて―頼れる高速道路へ
②道路を土砂崩壊から守る
③都市化と気象変動で土砂災害の危険拡大
○異常な自然現象と災害。樗木武九州大学名誉教授
第三章　災害の教訓は生かされたか（九州北部豪雨）
第1節　①西日本大水害から60年―筑後川史の証人・高橋裕氏
②筑後川治水のパイオニア・石黒五十二「戦後68年の気象変化」――樗木武九州大学名誉教授
第2節　①59年目の大水害―九州北部豪雨
②矢部川被災地を歩く。「過疎は一気に10年進んだ」
③二つの教訓―堤防決壊と「災害弱者」
④インタビュー・安福規之・九州大学大学院教授「堤防基礎地盤の精度高い調査を」
⑤想定外の「越水なき破堤」
⑥インタビュー・馬場紘一氏「生態系、景観に配慮した復旧工事を」
第3節　①「滝室坂の復旧」―寸断された国道57号
②「阿蘇の挑戦」―砂防堰堤のスピード建設
第4節　①明日への警告―今そこにある危機
参考　自然災害にまつわる言い伝え
②インタビュー・岡本博　国土地理院院長「災害を正しく認識し、正しく恐れよ」
○活火山・活断層と地震。樗木武九州大学名誉教授
おわりに　用と美、古いツイードを着こなす街に

○「プロジェクト九州」第5巻
はじめに　地の底の不屈の戦い
第一章　超軟弱・有明粘土層に挑む
第1節　①泥と潮との苦闘　住之江橋（国道444号）
②インタビュー百武文雄氏「ケーソンは轟音と共に倒れた」
③無人ケーソンへの長い道のり
④試練の六角川
エッセイ「有明海の時代」
コラム「東名遺跡」「白石多士郎」「リアルト橋」ほか
第2節　①成冨兵庫の仕事と謎―「事跡、知ることあたわず」
②インタビュー荒牧軍治氏「成冨兵庫に学ぶ」
③決壊しない堤防を（有明干拓史）
④インタビュー三浦哲彦氏「低平地技術　世界に広がる」
⑤400年プロジェクト大型ダム・嘉瀬川ダム
コラム「王名干拓」「干拓の国・オランダ」「慶長本土居」「葉隠武士」の手本
○世代を繋ぎ開いた干拓　樗木武　九州大学名誉教授
第3節　①沈まない道路を―有明海沿岸道路　佐賀平野の有明海沿岸道路
②インタビュー横峯正二氏「コスト縮減と新技術と」
③超軟弱土壌に向き合う
④提起されたローカルルール（技術基準・案）
⑤インタビュー落合英俊　有明海軟弱土壌対策技術検討委員長（九州大学教授）「自然と共生する技術」
コラム「有明海海底鉱山」「干拓技術」「柳川掘割物語」ほか
○有明海沿岸道路　樗木武　九州大学名誉教授
第4節　①沈む矢部川大橋
②インタビュー彦坂熙　九州建設技術管理協会理事長（九州大名誉教授）「教訓をいかに生かすか」
③有明海沿岸に架かる橋梁群
④筑後川をいかに渡るか
コラム「デルーケ導流堤・百年現役の土木遺産」「佐野営民と三重津海軍所」ほか
第二章　宮崎・日南層群―土砂災害と安全、景観
第1節　宮崎層群と土砂災害
①日南・国道220号の戦い
②美しさが「鬼」と化して
③軌跡の復旧工事
④インタビュー　矢ヶ部秀美氏「風化の時間軸を意識せよ」
コラム「群発地震の巣」「砂岩と奇岩と」ほか
○地震の予知について　樗木武
第2節　難敵・日南層群に向き合う
①芳の元トンネルの苦闘
②インタビュー　瀬崎満広宮崎大学准教授「複雑極まりない地層」
コラム「ヒ素汚染」「鰐塚山大崩壊」ほか
第3節　大地に絵を描く
①二人の先駆者
②インタビュー　桑田博文氏「野菊を残して草を刈る」
コラム「全国初の景観条例」「ロードパーク建設のための協定書」ほか
○活火山・断層と地震　樗木武
第三章　北松型地すべり―地表と地底の戦い
第1節　北松型地すべり地帯
①山が田畑が、命が消える
②ルポ　鷺尾岳の地すべり対策を見る
コラム「にあんちゃんの里」
○岩盤内不連続面　樗木武
第2節　苦難の西九州道路
①ハウステンボスへの道
②インタビュー　藤田守弘氏　「ゴルフ場のバンカーが抜けた」
③地すべり地帯へ挑戦（北ルート）
④インタビュー　藤田壽雄氏　「研究者とコミュニケーションを」
コラム「松浦党発祥の地」「高取伊好と杵島炭鉱」「宅中物理探査」ほか
○九州の地質について　樗木武
おわりに「幸田文と自然を見る目」

○「プロジェクト九州」第6巻
はじめに
第一章　障壁を破る―三太郎国道の改築
第1節　三太郎国道を拓く
第2節　現場証言
①「難所・三太郎峠に挑む」
②「苦闘の佐敷・赤松トンネル」
○三太郎国道・加久藤トンネル関連年表
第3節　三太郎国道改築工事座談会
○九州の道路の歩み
コラム「薩摩街道」「蘇峰と三太郎峠」ほか
第二章　加久藤越え（国道221号）―南九州へ扉開く　長大ループとトンネル
第1節　天下の難所・加久藤越え
第2節　加久藤峠物語
①　馬車の時代と柳田国男の旅
②　水瓶の山とトンネル工事
第3節　現場証言「東洋一のループづくり」
コラム「音戸大橋」など
第三章　宗太郎越えと別大国道（10号）
第1節
①　難所・宗太郎峠を越える
②　驚異的な工事の進展
第2節
①　三国峠など16トンネル、48橋梁で改築（国道326号）
②　唄げんか大橋―最初のPC斜張橋
インタビュー・石橋彦実氏
第3節

①別大国道―海と山との戦い
②国道10号、終点の鹿児島市へ最後の関門
③インタビュー・桑田博文氏
◎エッセイ・用と美、陶芸家と土木技術者に共通するもの
第四章　名橋の道（国道２１８号）九州を横断
第１節
①国道２１８号―「名橋の道」を走る
②インタビュー・藤本坦氏（元宮崎県土木部長）
第２節
①苦難の10年・県境越えの闘い
②インタビュー・川原信孝氏（元延岡河川国道事務所長）
③第二の岩戸開き―津花トンネル
④インタビュー・米村信幸氏（元高千穂国道出張所長）
第３節
座談会「名橋の道」を拓く
コラム「宮崎の橋と人の物語」ほか
第五章　戦う道路・国道57号　豊後街道から４００年
第１節　①災害と闘う宿命の横断国道
②ルポ・地震被災地現場を行く
③インタビュー・松田泰治熊本大学大学院教授（熊本地震被害調査団長）
第２節
①土木技術の先駆者・加藤清正
コラム　豊後街道「九州横断・参勤交代徒歩の旅」
◎米国版・横断道路の原点を行く
あとがき

◎玉川孝道略歴

１９４０年生まれ、鹿児島県出身。１９６３年九州大学法学部卒業、西日本新聞社（編集局）入社、ワシントン特派員、地域報道部長、東京編集長、編集局長、副社長、西日本新聞会館社長。日本風景街道戦略委員、九州風景街道推進会議副代表、道守九州副代表世話人。著書、共著に「誰が一億の命を守るのか」「我が紙つぶて」「常識を超える」「命を守る」他多数。

ご注意
本書の内容の一部または全部を無断で複製･転載･改編することはおやめください。

南阿蘇村立野で

2017年8月10日発行

●発行
一般社団法人 九州地域づくり協会
〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目5番19号
TEL 092-481-3781

●印刷
株式会社 西日本新聞印刷