

熊本地震調査報告書

調査団名「熊本地震の復興インフラの高耐久化・高品質化に関する調査」（土木学会コンクリート委員会）

調査団員：

団長：岩城一郎（日本大学）
幹事長：細田暁（横浜国立大学）
佐川康貴（九州大学）
田中泰司（東京大学生産技術研究所）
小松怜史（横浜国立大学）
橋本紳一郎（福岡大学）

調査行程：

2016年5月6日（金）午後

- ・阿蘇大橋，南阿蘇橋等の構造物調査
- ・国道57号 滝室坂周辺の調査

2016年5月7日（土）

早朝：国道57号 滝室坂周辺の再調査
10時：熊本河川国道事務所 森田康夫所長のヒアリング
午後：美里町，益城町，熊本市街等における被害調査

1. はじめに

4月14日（木）の夜と4月16日（土）の未明に熊本地方を襲った2つの地震は，我が国の観測史上初めて2度にわたり震度7を記録し，49名の尊い命が奪われる結果となった。特に本震では阿蘇市内をはじめ大規模な斜面崩壊を引き起こし，益城町の中心部が壊滅状態に陥るなど，熊本県から大分県に至る家屋や社会インフラに甚大な被害を与えた。

土木学会ではこの地震による被害調査のため先遣隊を派遣し，その速報会を4月27日（水）に行った。こうした調査は，現地に人の手が入らない生の状況をいち早く調査し，記録として残すと共に被害のメカニズムを解明する上で極めて重要と思われる。一方，少し時間が経ったとしても，被害の状況を丁寧に調査すると共に，現地の最前線で復旧の指揮をとる行政責任者との意見交換を通し，復旧・復興に向けた道筋を検討することも学および学会の重要な任務と思われる。

土木学会では，5年前の東日本大震災の発災後，その復興に向けた様々な活動を展開してきた。例えばコンクリート委員会では「コンクリート構造物の品質確保小委員会」（通称350委員会，委員長：田村隆弘徳山高専教授）を設置し，復興コンクリート構造物の品質確保

に向けた具体の取組みを推進してきた。この取組みは今年度から土木学会内の他の委員会と連携し、重点研究課題「コンクリート構造物の品質・耐久性確保と人材育成のためのマネジメントシステムの構築と実践」としてスタートすることとなった。また、内閣府ではSIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（プログラム・ディレクター 藤野陽三 横浜国立大学教授）を立ち上げ、「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」（プロジェクトリーダー：前川宏一）では、コンクリート床版をはじめとするコンクリート構造物の高耐久化に関する技術開発を進め、その研究成果を東北の復興道路および復興支援道路に実装している。

このように、東日本大震災から5年経ち、発生した熊本地震からの復旧・復興を目指す上で、東日本大震災の知見と経験を活かし、そこで創出された技術や考え方を熊本の地に導入することは極めて重要と思われる。そのためには熊本の地象・気象状況を十分に把握した上で、現地の被害状況やニーズに合致した対策を検討することが重要であると考え、「復興インフラの高耐久化・高品質化に関する調査（東北震災の経験を活かして）」を目的とした調査団が構成された。その構成は土木学会重点研究課題とSIPの主要メンバーからなっている。上述の通り、今回の調査はその後の復興を見据えたものであるため、調査内容は復旧や復興にあたって構造物の高品質化・高耐久化に資する情報収集を行うことに着眼し、これを本編としてまとめ、構造物の被害状況は付録に掲載した。

2. 調査報告

2.1 熊本河川国道事務所 森田康夫所長のヒアリング

(2016年5月7日 10:00～10:35)

被災地の復旧の陣頭指揮を執る森田所長にヒアリングを行い、復旧事業における自治体との連携や、復旧の後の中期的な地域の復興のために必要な道路ネットワークの改善のあり方について情報収集を行った。森田所長へのヒアリングから得られた情報に加えて、中九州横断道路等に関する既往の公表資料、新聞報道等による情報収集を行い、2016年5月13日時点での状況を以下にまとめる。

災害の復旧事業は県だけでは遂行できない状況にある。崩落した阿蘇大橋の復旧も本来は県の仕事であるが、土砂崩れの発生した山の上部がまだ動いている状況にあり、5月2日に直轄の砂防担当職員が調査に入った状況である。国道57号にアクセスするための県管理のミルクロードの道路啓開も熊本河川国道事務所が実施した。

このような状況において、政府は、5月6日、熊本地震を大規模災害復興法に基づく「非常災害」に指定し、道路や土砂災害現場の復旧など自治体の事業を国が代行できるようにする方針を固めた。大規模災害復興法は2011年の東日本大震災をきっかけに2013年に制定されたもので、適用されるのは初めてである。非常災害に指定されれば、道路、港湾、

漁港，砂防ダムなど自治体が行う復旧事業を国が代行できるようになる。5月10日に国の代行が閣議決定された。

県道である俵山バイパスは，地域の道路ネットワークの中でも非常に重要な道路であった。数橋の落橋と俵山トンネルでも被害が出ており，国の代行による早期の復旧が期待される。

高規格幹線道路は全国的に高速交通サービスを提供する幹線道路ネットワークを形成する道路です。

また、地域高規格道路は高規格幹線道路を補完し、地域相互の交流・連携の促進や地域の道路の混雑緩和を図るための道路です。

※H26年度末時点の整備率

- ・九州横断自動車道 延岡線 11%
- ・南九州西回り自動車道 56%

熊本県内では以下の4路線を事業中です。また、2路線について事業化に向けて概略ルート・構造の検討(計画段階評価を進めるための調査)を進めています。

■事業中の路線

- ・九州横断自動車道 延岡線 嘉島JCT～矢部
- ・中九州横断道路 国道57号 滝室坂道路
- ・熊本天草幹線道路 国道57号 熊本宇土道路
国道57号 宇土道路
- ・有明海沿岸道路 国道208号 大牟田～大川

■都市計画・環境アセスメントを進めるための調査

- ・有明海沿岸道路(Ⅱ期) 大牟田市～長洲町

■計画段階評価を進めるための調査

- ・中九州横断道路 熊本市～大津町
竹田～阿蘇
- ・九州横断自動車道 延岡線 蘇陽～高千穂

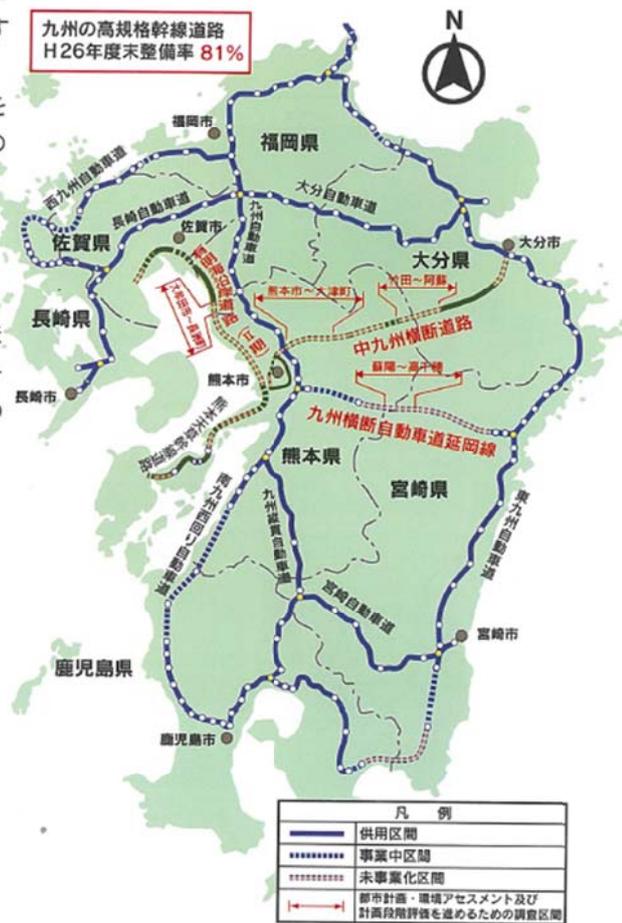


図1 熊本県内の高規格幹線道路・地域高規格道路（「くまもとの川と道 2015」より引用）

図1には，熊本県内の事業中の路線を示した。2012年7月の九州北部豪雨で被災した滝室坂のエリアの滝室坂道路は事業化されており，中九州横断道路の一部を構成する。中九州横断道路の熊本市～大津町は計画評価段階が終了した状況にある。地域の復興に向けて整備の促進が期待される。

次章で述べるように，九州の横断自動車道路は積雪寒冷地を含む。国道57号は2015年度には降雪が多く，凍結抑制剤を大量散布した。滝室坂道路等，新設するコンクリート構造物の高耐久化が望まれる。中九州横断自動車道以外にも，凍結抑制剤の必要な道路は少なくなく，凍結抑制剤によるコンクリート構造物の劣化への対応が必要となっている。

2.2 滝室坂道路の置かれる環境条件について

中九州横断道路の一部を構成する滝室坂道路が建設されるエリアの環境条件および既存の構造物について、2016年5月7日（土）早朝に調査を行った。



写真1 国道57号滝室坂の入口

現道の国道57号滝室坂は約4kmの区間の標高差が220mあり、最高地点で標高が800m近くになり、道路線形も悪い。滝室坂が位置する阿蘇外輪山のカルデラ周縁は、溶結凝灰岩の上に火山灰が浅く堆積している箇所が多く、傾斜角も約30度と急峻であるため、大雨が降ると表層が崩落しやすい特徴がある。

2012年（平成24年）7月の九州北部豪雨では、7月12日に土砂流入により滝室坂が通行不能になり、仮橋により通行止め解除となったのは8月20日のことであった。その後、ロックシェッドと吹付工等の斜面对策がなされ、1年7か月ぶりに滝室坂の通行が再開されることとなった。



写真 2 滝室坂の入口付近のロックシェッドと斜面对策

図-2 に示すように、滝室坂道路は延長が 6.3km で平成 25 年度に事業化されている。約 4.6km のトンネル区間を含む。後述するように、このエリアは凍結抑制剤を散布する凍害環境にあり、また、既設のコンクリート構造物には凍害や ASR による劣化が発生している。新設する滝室坂道路においては、将来の維持管理負担の軽減を目的としたメンテナンスフリー化が望ましく、新設時の高耐久化の取組みが望まれる。

凍結抑制剤を大量散布する東北地方整備局の復興道路・復興支援道路等におけるコンクリート構造物の品質確保・耐久性確保の取組みを応用することが可能であると考えられる。



図-2 滝室坂道路の計画概要 (熊本河川国道事務所「くまもとの川と道 2015」より引用)



写真3 路面凍結防止剤の貯蔵庫



写真4 ASRにより劣化したと思われる擁壁

写真3は、滝室坂に設置されていた凍結抑制剤の貯蔵庫であり、「路面凍結防止剤」と記載されていた。

写真4は、滝室坂の途中にある擁壁であり、ASRによる劣化と推察される。塗膜による補修が再劣化している。擁壁コンクリートに使用された骨材の反応性に加え、凍結抑制剤由来のナトリウム、さらには背面土壌からのアルカリ供給の可能性も考えられ、この地域におけるASR抑制の必要性を示唆している。



写真 5 防護柵の凍害による劣化状況

写真 5 は、滝室坂の防護柵の凍害によると思われる劣化状況である。凍結抑制剤により凍害が促進されることが報告されており、滝室坂の防護柵においても凍結抑制剤により劣化が促進された可能性も考えられる。



写真 6 中腹部のロックシェッドの入口の劣化

写真 6 は、滝室坂中腹にあるロックシェッドの入口の劣化状況である。コンクリートには水平方向にひび割れが発生しており、ゲルが滲出している状態で、目視による観察では、若干の凍害と ASR の複合劣化と推察された。また、鋼部材および高力ボルトの腐食も確認

された。

3. まとめ

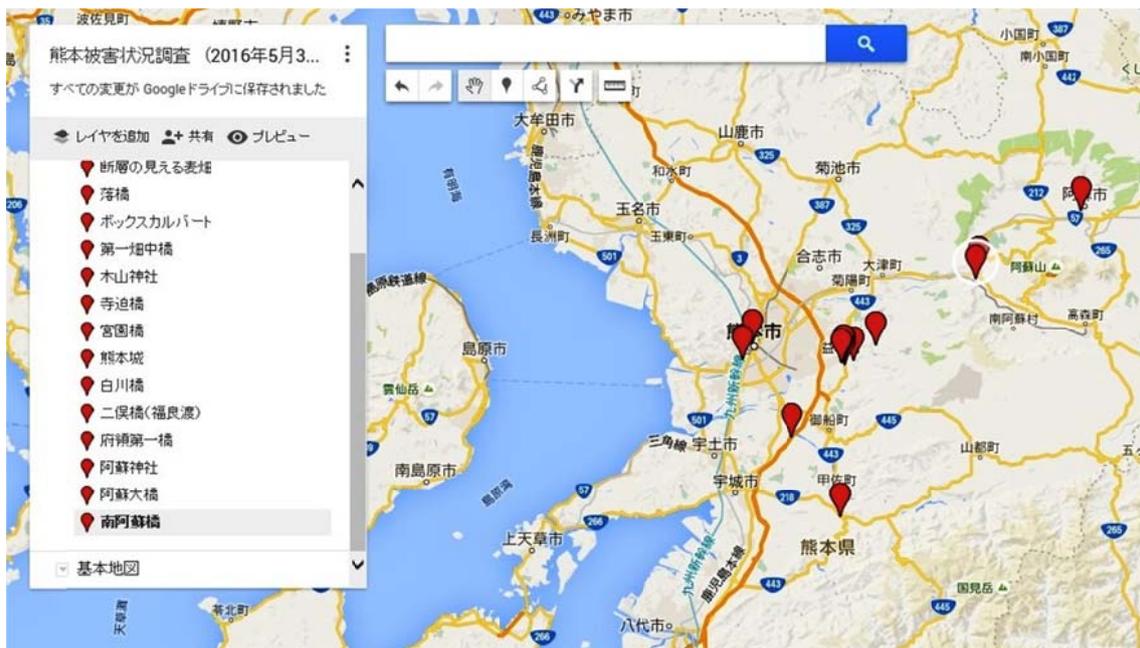
現地での道路構造物の調査および森田康夫熊本河川国道事務所長との意見交換を通し、熊本地震による被災地の復旧を果たすためには阿蘇大橋周辺の国道57号および俵山バイパスといった幹線道路の早期復旧が最優先課題であり、さらに今後の復興を目指す上で、中九州横断道路（滝室坂の改築含む）や九州横断自動車道延岡線という横断軸の早期整備が不可欠であることが明らかになった。この状況は東日本大震災以降、復興道路（三陸沿岸道路）に加え、東北の横断軸となる復興支援道路（宮古盛岡横断道路、東北横断自動車道釜石～花巻、東北中央自動車道相馬～福島）の早期着工・整備を行った状況と類似しており、東北地方整備局内での取り組みが参考になると思われる。東北地方整備局では、土木学会と連携し、さらにはSIPのプロジェクトの一環として、道路構造物の高品質化・高耐久化を目指してきた経緯があり、こうした考え方やそこに導入する技術・ノウハウは必ずや熊本の復興にも生かせるものと考えている。社会インフラの老朽化が叫ばれる中、新設構造物については設計・施工段階から構造物の置かれる環境を十分に把握した上で、維持管理に負担をかけない高耐久な構造物を構築することが不可欠であり、これは震災からの復旧・復興に資する構造物も例外ではない。これまでの土木学会350委員会やSIPでの研究成果によれば、現地で調達可能な材料の特性を熟知したうえで、その特性を生かす、あるいは補う技術をフル活用することで、ライフサイクルコストを抑えつつ、高品質・高耐久な社会インフラを構築することは十分可能であり、今後、九州地方整備局をはじめ関係機関と調整を図りながら、その実現に向けた取り組みを推進していければと考えている。

最後に本調査団の派遣をご了承いただき、ご支援いただいた藤野陽三SIPプログラム・ディレクター、前川宏一コンクリート委員会委員長兼SIPプロジェクトリーダー、不眠不休で現地の復旧にあたられる中、快く意見交換に応じてくれた森田康夫国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所長、さらには土木学会およびSIPの関係各位に謝意を表します。

付録：熊本地震による橋梁・建築物の被害調査報告

調査箇所

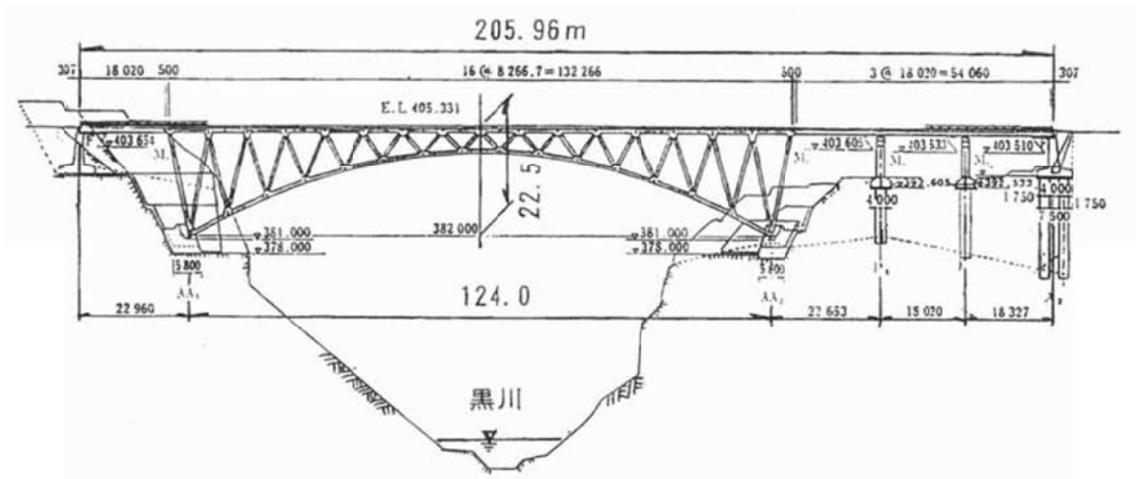
平成 28 年(2016 年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会の資料等を参考に、調査する土木構造物および建築物等を選定した。実際に 2016 年 5 月 6 日～7 日にかけて調査した土木構造物および建築物の所在地を Google Map 上にプロットした。



【初日 5 月 6 日】

14：30 頃 阿蘇大橋視察（形式：アーチ橋（上路式トラス逆ランガー桁橋） 橋長：205.9 m スパン：132.2m 幅 8m 竣工年：1970 年）





資料：戸塚誠司著「熊本県下における近代橋梁の発展史に関する研究」

被害状況：大規模な斜面崩壊（もしくは地震）が原因で落橋したと思われる。落橋防止装置も破断している。国道57号線が通行止めとなり、代替路としてミルクロードが熊本～阿蘇～大分をつなぐ役割を果たしていた。

16：00頃 阿蘇神社視察



重要文化財である「楼門」が全壊。社も軒並み倒壊している。

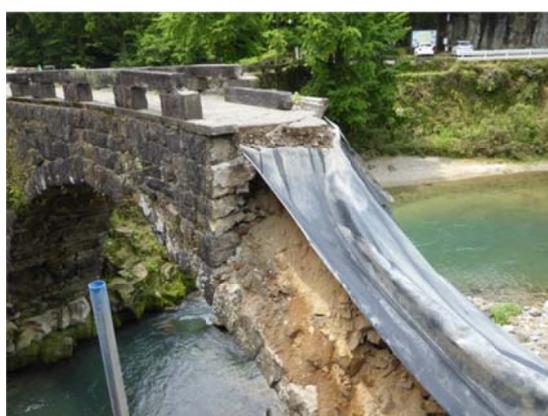
【2日目 5月7日】

11：00頃 府領第一橋（形式：PC3径間連続中空床版橋 橋長：61m 建設年：1974年
九州自動車道・緑川PA付近）



九州自動車道をまたぐロックンギピア形式の橋梁。現場の状況（横拘束，沓座面の破壊の仕方）から，写真左方向に落橋したことが分かる。桁は撤去され九州自動車道は4月29日（被災後15日目）に全面開通している。

12：00頃 二俣橋（福良渡）の視察（形式：石造りアーチ橋 橋長：27m 架橋年：1830年）



アーチ上部の壁石が地震により崩壊していた。兄弟橋である二俣橋には目視での被害は観察されなかった。地震動の方向が影響しているものと考えられる。シートは雨水の浸入を防ぐ防水シートで数年前に管理者によって取り付けられたものである。

14：30頃 橋梁名 不明（形式：桁橋 橋長：約15m 架橋年：不明）



無筋の橋脚の破壊により落橋したものと推察される。桁の鋼材は丸鋼であった。橋の取り壊し作業中であった。

15：00頃 第一畑中橋視察（構造形式：桁橋 橋長：5.8m 架設年：1976年）



円形橋脚の上下端に損傷が集中していた。帯筋の量が少ないようである。桁の損傷は見られなかった。車両通行止めとなっていた。

15：30頃 宮園橋視察（構造形式：桁橋 橋長：15m程度 竣工：1977年）



桁を置くゴムパット（沓の代わり）が見えており、地震動の影響で橋軸直角方向に移動していることがわかる。パラペット下部が破壊。主鉄筋が少ない。通行止めにはなっていない。

15：30頃 寺迫橋（構造形式：桁橋 橋長：50m程度 竣工：不明）



桁が橋軸方向に水平移動し、橋台の桁受け部に斜めひび割れが発生していた。橋台のたて壁中央には鉛直に1本の大きなひび割れが発生していた。

16：00頃 寺迫交差点のボックスカルバート



擁壁とボックスカルバートの端部が衝突し、押抜きせん断のような形でボックスカルバート端部に損傷が発生していた。それ以外に地震動によると思われる損傷はカルバートには見られなかった。

16：30頃 木山神社



阿蘇神社同様に、社は倒壊。石碑や灯籠なども倒れている。

17：00頃 熊本城視察



多数の斜面崩壊に伴う石垣の崩壊，漆喰で塗られた土壁の倒壊も確認。天守閣等の瓦も落下している。

19：00頃 白川橋視察（形式：ローゼ橋 橋長：69.6m 竣工年：1959年）



桁のずれ，道路の陥没等を確認。主な破壊は，ピン支承の破壊（熊本駅側）。熊本駅東口の駅前から延びる道路上（県道 22 号）にあるため，通行止めの影響は非常に大きい。