

土木学会 熊本地震・広域交通ネットワーク調査団

調査報告(中間とりまとめ)～広域交通ネットワークの被災状況と今後の方向性～

家田仁(政策研究大学院大学、団長)・岩倉成志(芝浦工業大学)・平田輝満(茨城大学)・柳沼秀樹(東京理科大学)

目 次

1. 調査活動の概要
2. 今回の震災をどのようなものと捉えるか?～特に広域交通 NTW の視点から～
3. 広域交通ネットワークの施設被害/復旧の状況をどう見るか?～既往震災との比較を含めて～
4. 広域交通ネットワークに関する重要な検討課題と今後の方向性

1. 調査活動の概要

- (1) 現地調査時期: 4月21日～24日、及び4月29日～30日(会長特別調査団と合同)
- (2) ヒアリング調査対象機関(訪問順): 国土交通省九州地方整備局、西日本高速道路株式会社・九州支社、国土交通省九州運輸局、鉄道・運輸施設整備機構・九州新幹線建設局、九州旅客鉄道株式会社、熊本空港ビルディング株式会社、国土交通省大阪航空局・熊本空港事務所
- (3) 現場調査対象箇所: 九州自動車道・大分自動車道・国道57号・325号の被災箇所、益城町・熊本市などの道路・街路などの被災箇所、九州新幹線・熊本駅付近高架橋及び列車脱線現場、熊本港、熊本空港(ターミナルビル)など

2. 今回の震災をどのようなものと捉えるか?～特に広域交通 NTW の視点から～

- ① 益城町などを中心とする建造物被害とそれに伴う人的被害、南阿蘇などを中心とする大規模な斜面崩落や土砂災害に伴う人的被害・施設被害
→ 広域的な陸上交通ネットワークが寸断
- ② 物理的な被害の規模に比較して多数の避難者が発生
(最大時避難者数/被災住宅概数:19万人/約4万棟、阪神:32万人/52万棟、中越:10万人/12万棟)
→ 救援・救護のニーズ拡大 → 広域交通機能へのニーズ
- ③ 前震/本震の2段階の震度7クラスの大地震 + 1週間以上続いた震度4以上の多数の余震
→ 被害の逐次拡大/復旧作業の困難/復旧時間が拡大
- ④ 震源の断層線に近接していたが幸いに軽微な被害ですんだ熊本空港や熊本港・八代港
→ 航空・海上交通による陸上交通のバックアップ機能が発揮

3. 広域交通ネットワークの施設被害/復旧の状況をどう見るか？～既往震災との比較を含めて～

a) 幹線道路ネットワークに関して

- ① 道路に関する施設被害は、かなり広いエリアで発生しているが、大きな被害の多くは断層付近(日奈久断層、布田川断層)に集中。阪神大震災後に作られた新しい耐震基準による補強などによって、高速道路や一般国道については、震度6～7の強震エリアについても橋梁崩壊などの深刻な被害を免れた。
- ② 高速道路では、九州自動車道と大分自動車道で通行止めを伴う主な被害が約 10 ヶ所で発生。震度4以上の余震による作業中断及び被害の拡大があったことなどもあり、発災後しばらくの間、通行止めの解除に時間を要した。しかし、その後、通行規制は残るものの、高速道路の通行止めは、ゴールデンウィークまでに解除された。
- ③ 九州自動車道の植木 IC～益城熊本空港 IC の通行止め区間では、本震2日後から物資輸送車に限って通行を開始(さらに 23 日未明から高速バスも通行可能に)。高速道路の通行止め(植木 IC～八代 IC 間)に伴う渋滞を緩和するため、植木 IC の手前の南関 IC 及び菊水 IC で、暫定的な迂回路策定とドライバーへの情報提供を強化し、渋滞の緩和に努力(ピーク時渋滞延長約 16km⇒約 4km 未満に減少)。
- ④ 国道など一般道の被害は、全般的に見ると、比較的軽微(土工部の被災や土砂・落石が中心)で、長期的な通行止めを伴う被害は既往震災と比較して少ない。全般的に見ると、県道・町道などを含めて代替経路が概ね確保できている。ただし、例外的ケースとして、国道 57 号の立野地区は、阿蘇山外輪山のまさに喉首部に相当する場所で、大規模な斜面崩壊(長さ 700m、幅 200m)が発生し、国道 325 号の阿蘇大橋や並行する在来線の豊肥本線も流失。これに伴い南阿蘇村などでは、集落や施設の孤立が発生した。
- ⑤ 一般道の道路啓開作業については、前震直後より国土交通省(全国)から自治体へのリエゾンや TEC-FORCE 部隊(約 400 名)が派遣された。上記箇所のような一部の区間を除くと、既往災害と比較してもかなり早い時期に啓開作業が開始・完了された。また、東日本大震災後に作成された啓開計画とノウハウ、これまで実施してきた自治体と協力した道路啓開活動のトレーニングが活かされたこととなった(本年3月には南海トラフ地震津波を想定して「九州東進計画」が発表されている)。

b) 九州新幹線など鉄道ネットワークに関して

- ① 九州新幹線(2011 年3月開業)は、阪神大震災後に作られた新しい耐震基準によって作られたもので、震度6～7の大きな震動を記録したエリアについても、構造物の被害は高架橋コンクリートの軽微な表層の剥離や新八代駅のホーム桁柱の損傷など軽微な被害が散見されるに留まった。東日本大震災において東北新幹線で多数発生し、運転再開の時間的ボトルネックとなった電化柱(コンクリート製)の倒壊被害は、比較的軽量の鋼管柱を電化柱に使用した九州新幹線では全く発生していない。その他に、防音壁のコンクリートパネルの高架橋の外側への落下(新玉名～新八代間で 86 箇所)と、沿線の民間施設の古いレンガ造り煙突が倒壊し新幹線線路の端部を一部支障する被害が生じた。

- ② 在来線については、豊肥本線立野付近での巨大な斜面崩壊によって線路が流失しているが、新規に建設された熊本駅付近で建設中の高架橋を含めて、重大な構造物被害は生じていない。
- ③ 九州新幹線では、中越地震や東日本大震災時と同様に1列車(6両編成 150m)が14日の前震時に脱線(脱線痕は約 300m の延長にわたって残っている)。熊本駅南方の本線上の半径 1000m の曲線を 80km/h (通常速度が 120km/h の区間)で回送運転中の列車。九州新幹線では、2004 年の中越地震以降に JR 各社によって検討・導入されてきた、直下型強震時の新幹線列車の脱線対策を踏まえ、危険性が高いものと考えられる活断層近傍を優先して、(東海道新幹線と同様の)脱線防止ガードを設置(全線の約 10%の区間に設置)している。ただし、当該脱線箇所は、脱線防止ガードを設置していない区間。なお、一部の列車には逸脱防止ストッパーが設置されている。
- ④ 新幹線の脱線列車には(中越地震のケースとは異なり)反対線を支障するような線路逸脱を生じていない。余震に対する安全性の確保のため、本格的な復旧作業には多少の時間を要したが、脱線現場の線路被害は中越地震のケースと比べて軽微なもので、脱線車両の撤去後、レール締結装置の更換や枠型軌道スラブのコンクリート損傷部の補修によって迅速な運転再開が可能(27 日に全線の運転が再開)。
- ⑤ この他に、筑後船小屋駅～熊本駅間では営業車両が3編成走行していたがいずれも安全に停止(内、2 列車は脱線防止ガードの設置区間)。脱線防止ガードを含めた直下型強震時の脱線対策の効果については、今後詳細な技術的検証が必要であるが、今回の震災での経験はこれまでとられてきた対策の基本的考え方を裏切るものとはなっていない。
- ⑥ 地震直後には、九州新幹線を含めて6路線が不通となったが、大きな被害を生じた豊肥本線(肥後大津～豊後竹田)や南阿蘇鉄道を除くと、在来線は地震発生後 10 日間程度の間に運転を逐次再開し既に完了している。九州新幹線の運転再開は、博多・熊本間が 9 日間、全線開通は 13 日間で達成された。これは、既往震災(東日本大震災:49 日間、中越地震:66 日間、阪神大震災:81 日)と比較すると顕著に短期間となっている。

c) 空港及び航空ネットワークに関して

- ① 熊本空港は、震源地に近い益城町に位置していたにもかかわらず、滑走路・駐機場・航空保安施設などの空港の基本施設等については、被害は軽微なクラックの発生などに留まった。これは、同空港が地盤条件の良い高台の上に設置されていることに加えて、基本施設の耐震性能が 2013 年に行われた耐震照査で確認済みであり、管制塔も 2007 年に耐震改修済みであったこと、霧対策のための CATⅢb 等の航空保安施設には機器の正常動作をモニタリングする装置があり、損傷がないことがすぐに確認できたことなどが功を奏したものと考えられる。
- ② 熊本空港の旅客ターミナルビルでは、最も古いメインフロアは 2012 年に全面改修し、ブレースによる耐震補強に加え、過去に他の空港で落下事例のあった吊り天井についても耐震対策をしていたため被害は軽微であった。ただし、1期から4期まで段階的に増築してきたビルの境界箇所では一部の構造部材に被害が発生し、ターミナルの使用に制約を生じさせている。ターミナル機能のうち運航に係る部分については、

5月中旬には地震前の状態に概ね回復。

③ こうした結果、発災後安全点検を経て直後より緊急支援機の運航が可能となった。また、旅客ターミナルも(使用には制約をとまなつつではあるが)本震から3日目には一般旅客便の発着を再開することができた。熊本地震を踏まえて熊本空港は暫定的に24時間運用がなされている。

④ 熊本空港には、陸上自衛隊分屯地と熊本県防災用駐機場が隣接して設置されており、道路等のネットワークが寸断される中、ヘリなどによる被災地への支援活動の交通拠点としての機能が大いに発揮された。後者は、2014年度末に整備されたもので、南海トラフ地震に対する全国5箇所の広域防災拠点のひとつとして2015年に指定されている。

⑤ 福岡～鹿児島等の臨時航空便が運航されたことも、航空輸送による陸上交通ネットワークの代替機能を果たしている。また、熊本空港は、第一空港線と第二空港線の二つのアクセス道路によって周辺市街地や高速道路と結ばれており、広域交通上、高い利便性と多重性が確保されていることもプラスの因子といえることができる。

d) 港湾及び海上ネットワーク

① 熊本港、八代港、別府港では、軽微な損傷が発生したのみで、被害は限定的。被災地に最も近い熊本港は、遠浅の海に熊本港大橋で繋がった埋立地に建設されているが、岸壁、ガントリークレーンなどの重要な荷役施設、アクセス道路の橋梁(耐震化済み)といった重要な施設には極めて軽微な被害しか生じていない。ヤードや臨港道路面のクラックや段差(数10センチ程度)、フェリーの乗降可動橋の機械部分などに軽微な不具合が発生したが、いずれも短期間に応急復旧している。なお、顕著で深刻な液状化や噴砂は生じていない。

② 熊本港の岸壁は耐震化が未了であったが、幸いにも今回は深刻な被害を免れた。この点については、技術的な検証が必要である。いずれにしても、アクセス道路の橋梁などを含めて港湾の重要施設が震災後にも機能できることの重要性が再確認された。

③ この結果、4/20までに応急復旧を終え、22日にはフェリー入港、23日にはコンテナ船の入港を再開。福岡市からの支援物資の海上輸送にも熊本港が使われた。なお、有明海を横断し熊本と島原半島と直結するフェリーは、2社が運航(高速フェリー7往復、一般フェリー8往復)する生活・産業上も観光上も非常に重要な路線となっている。

④ また、熊本市の断水に伴い、4/16からは船舶からの飲料水を提供(国交省の調査観測兼清掃船等により)、海上保安庁の巡視船による被災者への入浴支援も実施された。

⑤ 南阿蘇地域へは道路啓開状況も考慮し、大分港・別府港から支援物資を供給。博多港からも熊本の被災地に支援物資を輸送。

4. 広域交通ネットワークに関する重要な検討課題と今後の方向性

① 大災害の経験を通じた技術的知見とノウハウの継続的蓄積とたゆまぬ改善努力

広域交通ネットワーク施設の計画・設計方法、損傷箇所の復旧、あるいは道路啓開や広域的な通行マネジメント、代替交通確保方策など、に関する技術的知見やノウハウについては、阪神大震災、中越地震、東日本大震災など多くの大災害の経験を通じて順次積み上げられてきた。今回の震災においては、こうして積み上げられてきた技術的知見やノウハウが、各分野において基本的には着実に活用されていることが確認された結果となっている。しかし、その一方で、次項に挙げるような新たに生じてきた課題も散見される。そうした事態に対しては今後も改善に向けて継続的かつ真摯に努力していくことが重要。また、災害時において迅速な啓開や救助活動、計画策定などが求められるが、これらに関する技術的知見やノウハウの蓄積と今後に向けた継承とエキスパートの養成が必要。

② 横断構造物・近接構造物及び付帯設備の安全性の照査と改善方策の深度化

新たに生じてきた課題の一つは、九州自動車道における横断跨道橋の倒壊や損傷、九州新幹線における線路に近接する施設の煙突の崩落といった、施設の本体構造物ではない、横断構造物や近接構造物の被災が震災時における広域交通ネットワーク施設の安全性や機能、そして復旧の大きな制約要素となることである。このため、当該分野の研究者・実務者が連携した合理的な基準整備の検討や、施設の安全性の照査、横断道路の集約化などを含めた撤去・改善措置に関する制度的充実方策の検討が必要である。また、新幹線の防音壁のコンクリートパネルの落下のような構造物本体に付帯的に設置された設備の安全性向上も課題である。

③ 陸上・航空・海上交通を統合的に扱うマルチモード・交通ネットワークの広域的耐災信頼性の照査と改善

今回の震災では、陸上交通ネットワークに比べると、港湾の岸壁やアクセス道路の橋梁、空港の滑走路や航空保安施設などといった、航空交通・海上交通の重要な施設が幸いにもほとんど損傷を受けていない。このため、臨港道路などに生じた段差補修や空港ターミナルビルの点検と使用制限措置などを迅速に行うことによって、空港・港湾共に早期に使用が可能となり初期の救援・救護輸送に貢献することができた。結果的に、こうした拠点施設の総合的な視点に立った耐震性強化の意義が改めて確認された。

以上の経験を踏まえて、今後は、陸上・航空・海上を網羅するマルチモードの広域的交通ネットワークの耐災害信頼性の照査とその確保・向上策を総合的に進めることが必要。その際には、発災後の時間経過に応じたダイナミックな機能補完の概念を取り入れることが必要。

また、熊本地域の港湾については岸壁が耐震化されていないため、今回の震災の影響についての技術的検証を踏まえて今後の耐震化について検討が必要である。熊本空港は広域防災拠点として防災用駐機場等の整備が進められていたが、その効果の検証と他空港への応用可能性の検討が必要である。

④ 改良復旧の考え方に立った国道 57 号立野地区の復旧

国道 57 号立野地区の大規模な斜面崩落箇所は、阿蘇山カルデラから白川（及び黒川）が流れ出す喉首に当たる地形的にも厳しい防災上のリスクが極めて高い地点となっている。熊本と大分を繋ぐ古典的な「豊後街道」がこの区間を迂回しているのに対して、近代以降に建設された国道や豊肥本線などの交通路はこの場所に集中して作られている。国道57号の被災箇所は、山側の斜面崩壊のみならず、黒川に沿った川側の斜面も複数箇所で崩壊しており、山側と黒川の間に残された現位置において仮に復旧するとしても、現在の道路幅の確保は困難であり、現位置で国道57号と国道325号の阿蘇大橋の機能回復を図るといった単純な復旧は避けるべきであると考ええる。幹線道路としての機能を恒久的かつ早急に回復するためには、単なる原形復旧ではない、より安全性の高い別ルートによる改良復旧の発想に立った本格的な復旧計画の検討が必要。

⑤ 広域的防災性と観光基盤の強化を目指した「九州横断観光・防災回廊」に焦点をあてた復興

今次の震災の地震発生箇所は、断層線（より広くみれば中央構造線）に沿って発生しており、雲仙・阿蘇・九重などの火山群もこのラインに沿ったもので、この断層線は防災上の重要なハザード帯となっている。実際、様々な災害ハザードに対して道路ネットワークの脆弱性評価（2015 年 12 月より道路局の事業評価手法の一つとして使用されている評価法（注））を行った結果をみると、熊本から大分に至るラインが九州でも特に脆弱性の高い（すなわち改善の必要性の高い）ものとなっている（添付図参照）。同時にまた、このラインを含めた長崎～雲仙～熊本～阿蘇～別府に至る回廊は、九州の中でも有数の重要な観光回廊であって、今後の地方創生・地域観光振興の上から言っても、この回廊上の幹線道路や港湾などの防災性を向上させることが必要。そのような趣旨から、地域高規格道路である中九州横断道路などは、今震災の復旧・復興プロジェクトとして位置づけ、「九州横断観光・防災回廊（仮称）」として検討する意義が高い。また、九州東西の連絡路の多重性確保という視点から九州横断道（延岡線）の早期実現方策も検討の意義が高いものと考えられる。

⑥ 直下型地震時における新幹線の脱線対策に関する調査研究の深度化

新幹線の脱線については、2004 年の中越地震における上越新幹線の脱線（負傷者なし）以降、JR 各社によって多少の方針の違いがあるものの、直下型地震への備えとして、脱線防止方策や逸脱抑止方策が逐次進められてきた。その後、2011 年の東日本大震災における東北新幹線の仙台駅付近での脱線と今回の九州新幹線の脱線が発生している。これらの経験は、これまで採用されてきた方策の基本的考え方を裏切るようなものとはなっていないが、諸方策の効果や有効性を十分に検証するためには、土木技術・車両技術の連携のもとに、さらに一層の技術的研究の積み重ねが必要である。

⑦ 産学官が連携した災害時の交通ネットワーク研究体制の構築と速やかな社会実装の実現

今回の災害の教訓として様々な問題が露呈しており、それらを早期に解決すべく垣根を超えた研究体制と

成果を早期運用する環境を構築する必要がある。推進すべき具体的課題としては、(1)道路ネットワークの耐災害信頼性評価手法の深度化、(2)被災リスクを加味した道の駅、SA/PA の災害拠点活用、(3)ETC2.0 プローブデータ等を用いた災害時の道路利用状況の早期把握と情報提供、(4)防災機能評価と連携した道路啓開プランの作成、などが挙げられる。

(注) ここに紹介した評価手法の概要については、以下に紹介されている。

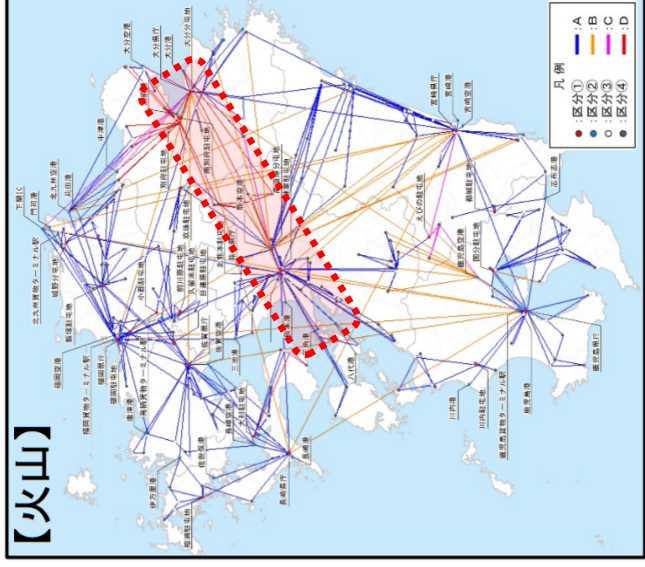
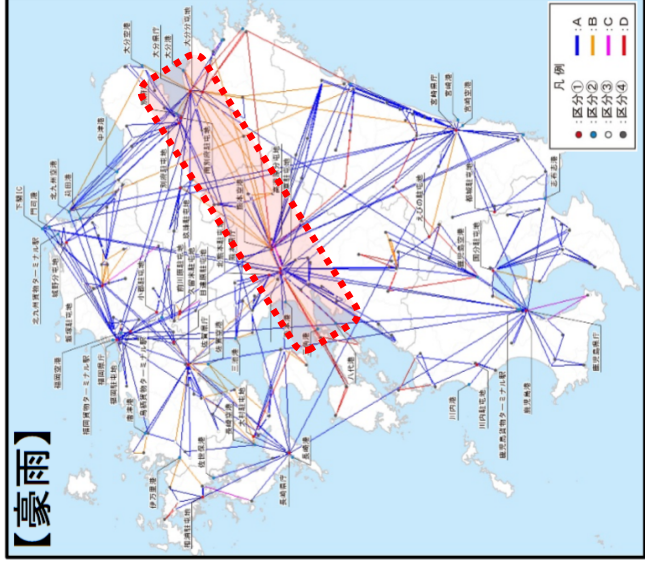
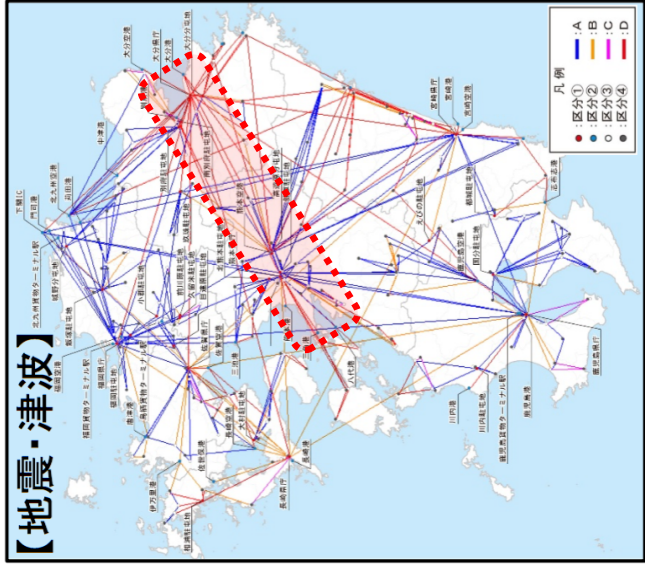
家田仁・柳沼秀樹・堤啓：新たな『道路の防災機能評価手法』の開発とその適用事例、「土木施工」2016 年 5 月号

添付図1(別紙)： 広域拠点ペアの接続性脆弱性評価の結果(2015 年 12 月試算結果)

添付図2(別紙)： 熊本地震によって生じた道路リンク遮断による OD ペア接続脆弱性の評価(2016 年 4 月 22 日試算)

以 上

添付図1 広域拠点ペアの接続脆弱性脆弱性評価の結果(2015年12月試算結果)



ランク	脆弱度	解説
A	0	災害時も平時と同じ期待所要時間
B	0より大～1/3未満	災害時は平時の1.5倍未満の期待所要時間
C	1/3以上～1未満	災害時は平時の1.5倍以上の期待所要時間
D	1	災害時には到達不可能

社会資本整備審議会 道路分科会第12回事業評価部会
(2015年12月21日実施)
道路の防災機能評価手法(暫定案)の改定について (概要)

http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_000269.html

添付図2 熊本地震によって生じた道路リンク遮断によって生じたODペア接続脆弱性の評価

広域的な拠点間の接続性評価
の試算結果
(2016年4月22日試算)

熊本地震
(2016年4/14, 4/16)



主な通行止め区間

- ① 九州道 (植木IC～八代IC)
- ② 大分道 (由布院IC～速水IC)
- ③ 国道57号、国道325号
(阿蘇大橋付近)

