

実務的な防災機能評価手法に必要とされる 要件の提案

土谷 和之¹・鈴木 啓史²・馬渡 真吾³

¹正会員 主任研究員 株式会社三菱総合研究所 社会システム研究本部
(〒100-8141 東京都永田町二丁目 10 番 3 号)

kazuyuki@mri.co.jp

²非会員 主席研究員 株式会社三菱総合研究所 社会システム研究本部
(〒100-8141 東京都永田町二丁目 10 番 3 号)

hiro@mri.co.jp

³正会員 課長補佐 国土交通省 道路局企画課
(〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3)

mawatari-s2k6@mlit.go.jp

道路ネットワークには通常時の人と物資の移動を支えるだけでなく、災害時には地域ネットワークを繋ぐという、極めて大きな役割が期待されていることから、道路ネットワークの防災機能の評価は道路整備を考える上で重要な要素である。

このような問題意識のもと、本稿では土木計画学、都市計画学などの分野における交通ネットワークの防災機能評価手法に関する既存研究をレビューし、それらのメリット・デメリット等について考察した上で、我が国において実務的に適用可能と考えられる評価手法について検討する。

Key Words : *Transportation Network, project appraisal, function of preventing disaster*

1. はじめに

震災により多くの交通機関が被害を受ける中、道路ネットワークは他の公共交通機関に比べ圧倒的な早さで復旧を終え、市民の避難・救出、支援物資の輸送など多方面で被災地域の交通ネットワークを支える重責を果たした。広域交通ネットワークでは、空港・港湾等の拠点施設が被災し、鉄道についてもネットワークが寸断される中、高速道路はいち早く復旧作業が行われ、物資輸送に加え高速バスによる幹線輸送も行われた。地域内ネットワークでは、国道等が早期に復旧し、津波により流失し再会のめどが立たない鉄道に代わり地域の重要な交通ネットワークの役割を果たした。また、空港・港湾復旧後の高速 I C からのアクセス交通ネットワークとしても大きな役割を果たした。このように、道路ネットワークには通常時の人と物資の移動を支えるだけでなく、災害時には地域ネットワークを繋ぐという、極めて大きな役割が期待されていることから、道路ネットワークの防災機能の評価は道路整備を考える上で重要な要素である。

このような問題意識のもと、本稿では土木計画学、都市計画学などの分野における交通ネットワークの防災機能評価手法に関する既存研究をレビューし、それらのメリット・デメリット等について考察した上で、我が国において実務的に適用可能と考えられる評価手法について

検討する。

2. 交通ネットワークの防災機能の評価手法に関する既存研究のレビュー

土木計画学、都市計画学などにおいて、道路整備等に関する防災面の指標について検討した論文や資料 9 編をレビューした。各論文の概要について、想定しているハザードなどの項目別に整理した表と、各論文で提案されている手法の特性（ネットワークの個々の部品を評価可能か、ネットワーク全体を評価可能か等）を整理した表を p.3 および p.4 に示す。

これらの整理から得られた知見を以下に整理する。

- ・災害時における物流機能の確保について金額ベースで評価・分析している論文として、SCGE モデル（空間的応用一般均衡モデル）を適用している研究がある。これらはネットワーク全体を主な評価対象としているが、個々のリンクやノードの防災性の評価については不向きである。また、複雑な経済モデルを構築するため、計算は煩雑である。
- ・地域内における移動の確保について評価・分析を行っている論文として、リンク同士の接続関係等からネットワークの防災性を評価している論文や、被災時のネ

ネットワークを想定し配分計算を行うことで配分交通量を用いて評価している論文などが見られた。これらの研究もネットワーク全体を主な評価対象としており、個々のリンクやノードの防災性の評価にも適用可能であると考えられるが、不向きであると考えられる。

- また、米国の AASHTO のガイドライン「米国の国道／高速道路に関する対テロ脆弱性評価の手引き」では、ネットワークを構成する橋・道・インターチェンジなどの構造物を個々に評価する分析がなされている。これはリンクやノードの防災性を主な評価対象としたものである。

3. 実務的な防災機能評価手法に必要とされる要件について

2.においてレビューした既存研究を踏まえると、今後、防災機能の実務的な評価手法については、以下のような要件を満たす手法を検討していく必要があると考えられる。

①個別のリンクの評価・ネットワーク全体の評価の両方に対応した手法

レビューした文献を概観すると、ネットワーク全体の防災機能の評価する手法が多く研究されていることがわかるが、道路事業の評価実務における適用を考えると、個別のリンクの評価にも適用可能な手法であることが望ましい。

②現実に即したハザードの設定

災害時にどのような道路が遮断されるか、といったハザードの設定については、既存の研究論文では非常に強い仮定（たとえばランダムに道路閉塞パターンを与えるなど）のもとで分析が実施されている。今後は東日本大震災などの経験も踏まえ、より現実に即したハザードの設定を検討する必要がある。

③実務的な簡易性

道路の評価実務に適用していくためには、地方整備局などにおいても既存のデータ（DRM、道路交通センサスなど）に基づき、可能な限り簡易に適用できる手法とすることが望ましい。したがって、ハザードの設定も道路交通センサスからわかる道路の整備状況データ（改良区間か否かなど）から簡易に設定できることが望ましい。

4. おわりに

本稿では土木計画学、都市計画学などの分野における

交通ネットワークの防災機能評価手法に関する既存研究をレビューし、それらのメリット・デメリット等について考察した上で、実務的な防災機能評価手法に必要とされる要件について整理したが、今後はこうした評価手法の具体的な開発と評価実務における適用事例の蓄積が必要となってくる。国土交通省道路局では平成23年に「道路の防災機能の評価手法（暫定案）」を策定しており、今後はこの手法の適用事例の蓄積と手法自体の改善に係る検討が必要となると考えられる。

また、道路事業の評価にあたっては、これまで時間短縮、走行経費減少、交通事故減少からなるいわゆる3便益による効率性の観点からの評価が中心となってきたが、今後はこれらの防災機能などに関する評価指標も含めた総合評価の在り方について、より深度化した検討が必要となると考えられる。なお、諸外国では多くの国で総合的な評価手法が適用されており、たとえば英国では「評価要約表」（Appraisal Summary Table）と呼ばれる総合評価表が事業ごとに作成され、それをベースとした政策決定がなされている。今後も諸外国あるいは自治体における総合評価の現状を可能な限り把握した上で、道路事業の評価の在り方について検討の参考としていくことが望ましい。

表 1 レビュー対象論文の概要の整理 (その1)

No.	評価の視点	論文タイトル	出典	年	著者	所属	概要	想定している現象	当該現象が評価に与える影響	想定している道路ネットワーク既存の影響範囲	評価に用いる指標(次元)	特徴
01	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	SOCSモデルを用いた最終交通網に関する地震リスクのハザードマップの作成	社会技術研究論文集, Vol.2, 2004.10, 229-237	2004.10	土屋哲、多々納裕一	京都大学防災工学研究所 科、京都大学防災研究所	空間的広がり、一般均衡アロケーションによる車庫地の形成や、災害発生時の交通網の脆弱性を評価するための評価	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	日本全国	経済的被害[円]	○事前計画、復旧・メンテナンスコスト、一貫した経営戦略を計画できる体制の構築のため、対策に重点を置く必要。効果分析が必要。 △環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。
02	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	空間的広がり、一般均衡アロケーションによる車庫地の形成や、災害発生時の交通網の脆弱性を評価するための評価	地域安全学論文集, No.5, 2003.11	2003.11	土屋哲、多々納裕一、岡田英夫	京都大学防災工学研究所 科、京都大学防災研究所	空間的広がり、一般均衡アロケーションによる車庫地の形成や、災害発生時の交通網の脆弱性を評価するための評価	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	日本全国	経済的被害[円]	○事前計画、復旧・メンテナンスコスト、一貫した経営戦略を計画できる体制の構築のため、対策に重点を置く必要。効果分析が必要。 △環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。
03	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	交通ネットワークを考慮したSOGモデルによる地震災害の被害評価に関する研究	土木学会論文集, 2004.11	2004.11	土屋哲、多々納裕一、岡田英夫	京都大学防災工学研究所 科、京都大学防災研究所	交通ネットワークを考慮したSOGモデルによる地震災害の被害評価に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	日本全国	経済的被害[円]	○事前計画、復旧・メンテナンスコスト、一貫した経営戦略を計画できる体制の構築のため、対策に重点を置く必要。効果分析が必要。 △環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。△環境影響評価の必要性。
04	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	人口・施設分布の考慮した地方都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第44号B-2, 2001.4	2001.4	林野弘之、志賀博、岡田英夫	山口大学工学部社会建設工学科 他	人口・施設分布の考慮した地方都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	市町村、都道府県レベル	ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	○道路ネットワーク脆弱性の脆弱性評価という観点では、直線的に受け入れられ、△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。
05	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	人口・施設分布の考慮した地方都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	土木学会論文集, No.632, IV, 1999.10, 45, 93-104	1999.10	岡田英夫、榎合義雄、林野弘之、多々納裕一	京都大学防災研究所、山口大学工学部社会建設工学科 他	人口・施設分布の考慮した地方都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	市町村、都道府県レベル	ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	○道路ネットワーク脆弱性の脆弱性評価という観点では、直線的に受け入れられ、△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。
06	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	トポロジカルインデックスを用いた都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第41号B-2, 1998.4	1998.4	岡田英夫、榎合義雄、林野弘之、多々納裕一	京都大学防災研究所	トポロジカルインデックスを用いた都市道路ネットワークの脆弱性に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	市町村、都道府県レベル	ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	○道路ネットワーク脆弱性の脆弱性評価という観点では、直線的に受け入れられ、△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。
07	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	想定地帯による地震災害の脆弱性に関する研究	京都大学防災研究所年報, 第41号B-2, 1998.4	1998.4	岡田英夫、榎合義雄、林野弘之、多々納裕一	京都大学防災研究所	想定地帯による地震災害の脆弱性に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	市町村、都道府県レベル	ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	○道路ネットワーク脆弱性の脆弱性評価という観点では、直線的に受け入れられ、△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。
08	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	復旧優先度評価による震後復旧優先度の算出に関する研究	(社)日本都市計画学会都市計画論文集, No.44-1, 2009.4	2009.4	藤田英彦、鈴木健	中日本大学工学部 工学部システム情報工学科	復旧優先度評価による震後復旧優先度の算出に関する研究	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	市町村、都道府県レベル	ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	○道路ネットワーク脆弱性の脆弱性評価という観点では、直線的に受け入れられ、△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。△算出にやや煩雑な手順が必要。
09	災害時に必要となる道路ネットワークの脆弱性(主要道路、支線の経路)の評価	A Guide to Highway Vulnerability Assessment for Critical Facilities (AASHTO) ウェブサイト	The American Association of State Highway and Transportation Officials Security Task Force, 2002.5	2002.5	The American Association of State Highway and Transportation Officials Security Task Force	—	A Guide to Highway Vulnerability Assessment for Critical Facilities (AASHTO) ウェブサイト	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	道路ネットワークの脆弱性(災害発生時の交通網の脆弱性)	全国	経済的被害[円]	○重要道路、脆弱性評価は、定量的な指標ではなく、定性的な指標である。△脆弱性評価の必要性。△脆弱性評価の必要性。△脆弱性評価の必要性。

