

I-19 ネットワーク特性に基づく道路橋の重要度評価に及ぼす同時補強橋梁数の影響

徳島大学大学院 学生員 ○武田 芳和 徳島大学大学院 正 員 成行 義文
 徳島大学工学部 フェロー 平尾 潔 (株)機動建設工業 正 員 久保めぐみ

1. はじめに

本研究は、地方都市における既設道路橋の地震防災上の重要度評価法確立のための基礎的研究として、従来のネットワーク特性を考慮した既設道路橋の重要度評価¹⁾で前提とされていた1橋ずつの順補強を、より現実的と思われる2橋同時補強に拡張し、それがネットワーク特性に基づく既設道路橋の重要度評価に及ぼす影響について徳島市中心部を対象として検討したものである。

2. ネットワーク特性に基づく道路橋の重要度とその評価手順

本研究では、図-1に示すような流れで、ネットワーク特性に基づく道路橋の重要度を求めている。「評価橋梁の選定」に際しては、古川ら²⁾が橋梁の損傷予測に用いた243橋分のデータと、川村ら³⁾の評価橋梁選定のための判別式を評価対象都市内にある道路橋に適用する。「評価対象都市の被害予測」は、従来³⁾のように旧マニュアルを併用せず、「新地震被害想定支援マニュアル」⁴⁾のみに従って行う。「地震災害後の道路閉塞予測」は、阪神淡路大震災時に道路閉塞が多発した神戸市長田区南部のデータを用い判別分析により行う。「発生交通量の推定」では、評価対象都市をいくつかの地区に分割し、各地区の被害の大きさを各中心ノードからの発生交通量として表現する。「道路網のネットワーク解析」は、震後を、避難期（震後数時間程度）、救援期（震後2～3日程度）、応急復旧期（震後1週間程度）の3時期に分けてそれぞれ避難期・救援期には総トリップ長を、応急復旧期には通過回数を評価指標として用い、1橋ずつ順および2橋同時の耐震補強を前提としたネットワーク解析を行う。図-2に、総数6橋で2橋同時補強の場合を一例とした避難期・救援期における道路網のネットワーク解析の概念図を示す（応急復旧期でも評価基準が異なるだけ）。そして最後に、「ネットワーク特性に基づく道路橋の重要度評価」は各時期におけるネットワーク解析結果の評点(Y_{ij} , $i=1\sim n$, $j=1\sim 3$)に重み(W_{NMj} , $j=1\sim 3$)を乗じて足し合わせ、各道路橋の総合評点 M_{Ni} を(1)式より求め、その値を各道路橋のネットワーク特性に基づく重要度評価値とする。ただし、(1)式中の i は橋梁、 j は時期それぞれの各対象を指す。

$$M_{Ni} = \sum_{j=1}^3 W_{NMj} \cdot Y_{ij} \quad (1)$$

なお、計算簡略化のため外周地域の被害想定は行わず、それに起因する評価対象範囲の端点への交通量も考慮しない。

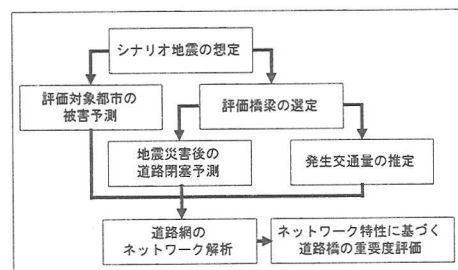


図-1 ネットワーク特性に基づく道路橋の重要度評価手順

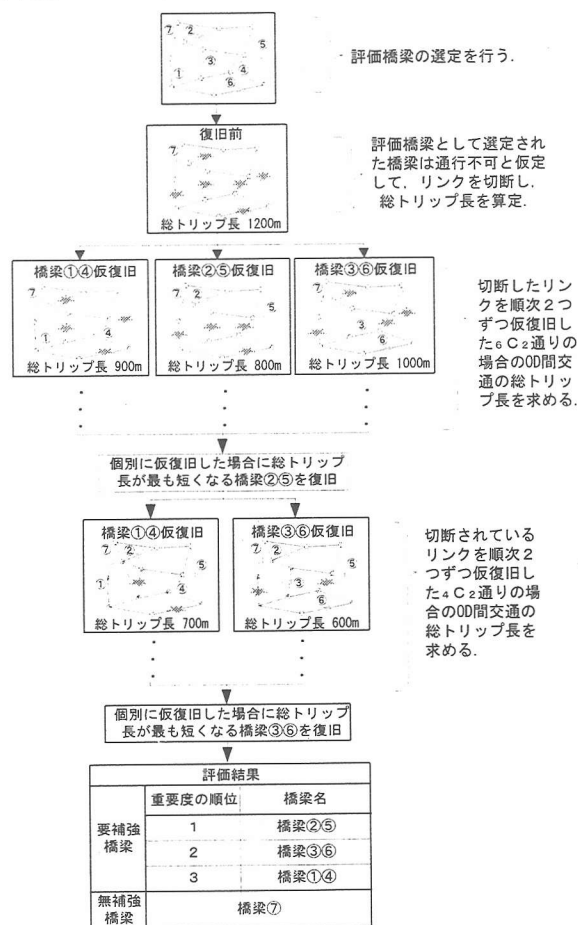


図-2 道路橋のネットワーク解析の概念図

3. 適用例

2 橋同時の耐震補強がネットワーク特性に基づく道路橋の重要度評価結果に及ぼす影響を検討するために、本重要度評価手順を徳島市中心部の道路橋に適用した。以下、この適用例について説明する。

まず、徳島市中心部の約 40km² を評価対象範囲とし、約 1000 のノード、約 1700 のリンクを有するネットワーク解析用の道路ネットワーク網を構築した。ここで、シナリオ地震として、徳島県内における中央構造線東半分で発生する M7.7 の地震を想定した。次に、重回帰分析を用いた評価橋梁の選定の結果、評価対象範囲内の 72 橋のうち 71 橋が選定された。また、判別分析による徳島市中心部の道路閉塞予測の結果、全リンク数の 15.1%、総リンク長の 17.9% が閉塞すると予測された。

これらのデータを基に、1 橋ずつの順および 2 橋同時の耐震補強を考慮したネットワーク解析により得られた道路橋の重要度の順位を表-1 に、また各道路橋の重要度を 3 段階に GIS 表示したものを図-3 に示す。

表-1 の重要度評価結果の順位比較では、2 橋同時と 1 橋ずつの補強での重要度が大きく異なり、1 橋ずつの時に 1 ～ 5 位のものが 2 橋同時ではそれぞれ 8, 34, 42, 36, 16 位で、逆に 2 橋同時の 1, 2 位は 1 橋ずつの時の 17, 24 位であり、2 橋同時の 10 位以内に 1 橋ずつでのそれは 1 および 10 位の 2 つに過ぎず、同時期の耐震補強橋梁数が震後の道路ネットワーク特性全体に多大な影響を及ぼすことがわかった。

4. おわりに

本研究では、より合理的な既設道路橋の耐震補強優先順位決定のための基礎的研究として、まず、2 橋同時補強が考慮できるように既設道路橋のネットワーク解析法の拡張を行った。

それを用いて 2 橋同時補強した場合の各道路橋の重要度を求め、1 橋ずつの場合と比較した結果、同時補強橋梁数がネットワーク特性に基づく既設道路橋の重要度に及ぼす影響が大きいことがわかった。

なお、各時期の道路網のネットワーク解析において 1 橋ずつの場合で 2 時間弱のものが 2 橋同時では約 40 時間の計算時間を要し、今後さらに同時補強橋梁数を増した検討を行うためにはアルゴリズムやデータ構造の見直しが必要である。

参考文献

1) 成行義文・平尾 潔・小林耕司・川村武慶：地方中核都市における既設道路橋の地震防災上の一重要度評価，構造工学論文集 Vol.45A, pp.925－934, 1999 年 3 月。

2) 古川幸信・沢田 勉・平尾 潔・成行義文：道路橋の地震被害調査と被害予測への応用，第 24 回地震工学発表会講演論文集, pp.1109－1112, 1997 年 7 月。

3) 三木隆弘・成行義文・平尾 潔・川村武慶・近藤 奨：震後の道路閉塞を考慮したネットワーク属性に基づく道路橋の一重要度評価，土木学会四国支部 第 6 回技術研究発表会講演概要集, pp.28－29, 2000 年 5 月。

4) 国土庁：地震被害想定支援マニュアル，< <http://www.nla.go.jp/boushi/manual/index.htm> >, 1999 年。

表-1 道路橋の重要度評価結果の順位比較

橋梁名	2橋同時	1橋ずつ	渭北橋	24	43	かちどき橋	48	19
福島橋	1	17	中鮎喰橋	25	20	弁天橋Ⅱ(西)	49	47
吉野川大橋	2	24	佐古新橋	26	16	春日橋	50	41
安宅大橋	3	15	明神橋	27	52	三軒屋橋	51	61
新町橋	4	13	前川橋	28	33	大野橋	52	61
助任橋	5	31	吉野川橋	29	23	中州みなと橋	53	40
助任新橋	6	10	田宮川橋	30	26	諏訪橋	54	51
興源寺川橋	7	34	沢橋	31	6	新川橋	54	61
川南北橋	8	1	千松橋	32	8	天神橋	56	60
徳住橋	9	56	富田橋	33	18	袋井橋	57	38
沖州橋	10	28	雑貨橋	34	2	仁心橋	58	32
三ツ合橋	11	39	大岡川橋	35	53	両国橋	59	44
福島新橋Ⅱ	12	54	新大松川橋	36	4	清水橋	60	61
矢蔵橋	13	14	津田橋	37	7	沖州大橋	61	49
弁天橋Ⅰ(東)	14	35	住吉島橋	38	61	佐古橋	62	48
西の丸橋	15	8	末広大橋	39	29	朝日橋	63	59
佐古大橋	16	5	佐蔵矢蔵	40	30	冷田橋	64	57
宮古橋	17	42	山城屋橋	41	11	寺島園道跨道橋	65	61
吉野橋	18	50	勝浦浜橋	42	3	南沖州橋	66	58
城東大橋	19	25	福住橋	43	54	上大野橋	67	61
福島新橋Ⅰ	20	44	不動橋	44	37	庄西2号橋	68	61
大岡新橋	21	46	安宅新橋	45	61	上鮎喰橋	69	36
煙硝蔵橋	22	11	鼓ノ下橋	46	21	庄東橋	70	61
下大野橋	23	22	沖須賀橋	47	27	庄本橋	70	61

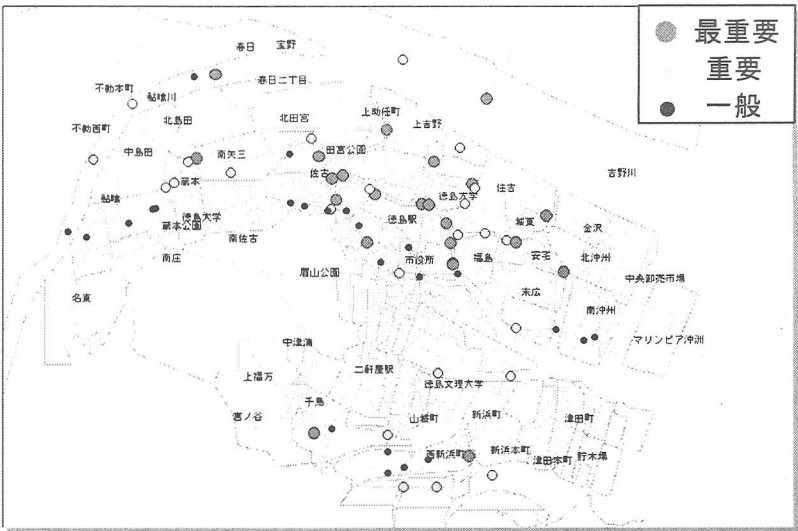


図-3 GISによる重要度評価結果(2 橋同時補強)