

道路ネットワークの地震による被災に伴う損失の定量的評価

筑波大学工学システム学類 学生会員 ○ 笛木孝哲 筑波大学機能工学系 正会員 庄司学

1. はじめに

ライフライン建造物の機能が地震時において十分に発揮できない場合には社会・経済活動が被る損失は甚大となるため、地震時におけるライフライン建造物の機能性に関する評価は社会的に常に要請されている¹⁾。本研究では、ライフライン建造物の機能性に構造的被害が与える影響を明確にするため、ライフライン建造物として代表的な道路ネットワークを取り上げ、1) これらの地震時における機能性を明示化した上で、2) ネットワークを構成する構造要素の「マイクロな」損傷と1) で明示化した地震時における機能の連関を明らかにした。

2. 道路ネットワークの機能性の明示化

1) 地震時に求められる機能

道路ネットワークを考える上で、道路ネットワークに関わりあう立場を明確にする必要がある。そこで、地震時において道路ネットワークに求められる機能と関わりあう立場との関係を表1のように整理した。

2) 損失マトリックスの構築

表1で示した立場の違いに応じた道路ネットワークの機能は、地震による構造的被害の程度によって機能損失の程度が異なる。そこで、表2のように道路ネットワークの被害レベルをLV1-1からLV5-1までの9段階に分類した。道路ネットワークは都市部において高架道路橋となる場合がほとんどであるため、ここでは道路ネットワークの構造形態として高架道路橋を取り上げ、高架道路橋を構成する構造要素の損傷状況を詳細に分類した上で²⁾、道路ネットワークの被害レベル（表2）と構造要素の被災度との関係を表3のように損失マトリックスとして対応づけた。なお、ここでは管理団体の立場に立った道路ネットワークの機能を考え、構造要素としては桁を取り上げて示している。

3) 震災波及帰着構成表の提案

道路ネットワークに求められる機能（表1）は道路ネットワークの被害レベル（表2）に応じて損失の程度が異なる。すなわち、道路ネットワークの被害レベルに応じて機能が影響を受けると、これによって様々な主体にその影響が波及する。このような震災波及の影響を具体化するために交通工学の分野で活用されている費用便益帰着構成表³⁾を援用し、表4のように震災波及帰着構成表を構築した。

3. 損失コストの算定

道路ネットワークに求められる機能が影響を受けた場合に生じる損失（以下、全損失コスト）としては、機能が失われることにより生じる損失（以下、機能損失コスト）と構造要素の損傷により生じる損失（以下、復旧コスト）の2つの要因からなる。ここでは、全損失コストは機能損失コストと復旧コストの総和であるとし、それぞれのコストの定式化を試みた。これらに基づき、1995年の兵庫県南部地震において被災した阪神高速道路3号神戸線の3つのエリアを対象として（図1）、損失コストの試算を行った（図2～図4）。

4. まとめ

本研究では、1) 道路ネットワークに求められる機能を明示化した上で、高架道路橋を構成する構造要素の被災度との連関を対応づけ、損失マトリックスを構築するとともに、2) 道路ネットワークの機能損失の影響を震災波及帰着構成表として明らかにした。さらに、3) 道路ネットワークの機能が影響を受けた時に生じる損失コストを機能損失コストと復旧コストに分けて定式化を試み、4) 兵庫県南部地震において被害を受けた阪神高速道路3号神戸線の3つのエリアを例にとり、損失コストの試算を行った。

謝辞：本研究において、阪神高速道路公団の足立幸郎氏をはじめ、阪神高速道路公団、川崎市、つくば市の関係者各位に多大なご支援をいただ

キーワード 都市震災、道路ネットワーク、機能性、震災波及帰着構成表、損失コスト

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学工学システム学類 TEL：029-853-7366

〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学機能工学系 TEL：029-853-6190

きました。ここに記して深く御礼申し上げます。参考文献：1) 中央防災会議：<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/>、内閣府、2003.2. 2) 阪神高速道路公団：大震災を乗り越えて—震災復旧工事誌、1997.9. 3) 上田孝行、高木郎義、森杉壽芳、小池淳司：便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について、運輸政策研究、Vol.2, No.2, pp.2-12, 1999.

表1 道路ネットワークに関わりあう立場と求められる機能の関係

関わりあう立場		求められる機能	
P1	行政	F1	救助活動・消防活動
		F2	支援物資の輸送活動
		F3	被災地への状況判断および対策活動
P2	一般利用者	F1	安否の確認等の個人的利用
		F2	物流・流通等の商営業的利用
P3	管理団体	F1	運営・経営

表2 道路ネットワークの被害レベルと機能損失の程度との関係

被害レベル	機能損失の程度
LV1-1	補修なし, 通常走行
LV1-2	補修なし, 交通制限
LV2-1	数日程度の補修のち通常走行
LV2-2	数日程度の補修のち交通制限
LV3-1	数週間程度の補修期間のち通常走行
LV3-2	数週間程度の補修期間のち交通制限
LV4-1	数ヶ月程度の補修期間のち通常走行
LV4-2	数ヶ月程度の補修期間のち交通制限
LV5-1	数年程度の補修期間のち通常走行

表3 損失マトリックス

立場	機能	被災度								
		D-1	D-2	G	B	A	As			
管理団体 (P3)	F1	LV1-1	損傷なし	耐荷力に影響のない軽微な損傷	桁の撓み、ずれ、段差等	残留変位による小規模なずれ、段差、耐荷力低下	フランジの变形・ウェブに小規模の座屈	フランジの大変形・ウェブに相当規模の座屈	桁の落下	通行不可
		LV1-2	損傷形態	微小なひび割れ、クラック	局部座屈・小変形	フランジの变形・ウェブに小規模の座屈	フランジの大変形・ウェブに相当規模の座屈	桁の落下	通行不可	
管理団体 (P3)	F1	LV2-1								
		LV2-2								
		LV3-1								
		LV3-2								
		LV4-1								
		LV4-2								
		LV5-1								
		LV5-1								

図1 阪神高速道路3号神戸線と対象エリア



出典：阪神高速道路公団：「よみがえる阪神高速道路」

表4 震災波及帰着構成表

	行政		地方行政機関				県警察	公共機関				公共的団体		生活者	商営業団体	管理団体		
	市・県・国	労働局	地方整備局			運輸局		他の道路管理団体	運送	電力・ガス	建設・メーカー	建設業協会	金融・保険機関				沿道内	沿道内
			道路	河川	港湾													
管理する道路の調査・検査の発生	調査・検査結果を踏まえた業務の発生		調査・検査結果を踏まえた業務の発生				道路交通の確保・統制業務の発生	調査・検査に協力する業務の発生			調査・検査に協力する業務の発生	調査・検査に協力する業務の増大					調査期間の通行差し止めによる収益減少	
通行料による収益減少	補助金・出資金の増大																復旧期間の通行差し止めによる収益減少	
復旧作業の発生	報告を踏まえた業務の発生	復旧作業員の安全確保のための業務の増大	復旧作業にともなう施工管理業務の増大	復旧作業にともなう施工管理業務の増大	復旧作業にともなう施工管理業務の増大	陸上輸送機関との連絡調整業務の発生	復旧作業における通行の確保・統制業務の増大	復旧作業に協力する業務の発生	復旧用資材の輸送業務の増大	復旧用資材の確保にともなう業務の増大	補修・補強材料の製作業務の発生	復旧作業の調整業務の増大	復旧活動にともなう融資の発生	騒音・振動にともなう苦痛	騒音・振動にともなう苦痛		復旧業務の発生	
	補助金・出資金の要請										復旧作業の担当							

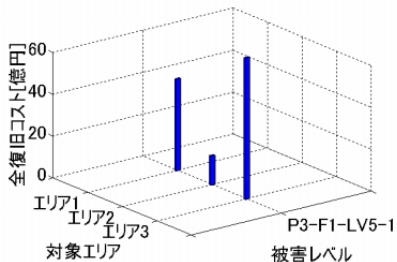


図2 全復旧コスト

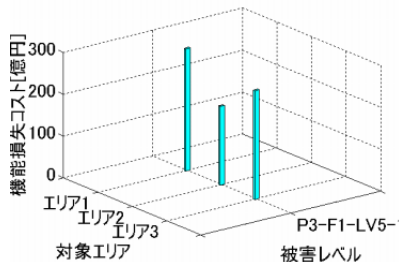


図3 機能損失コスト

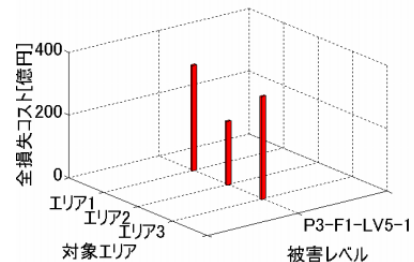


図4 全損失コスト