

耐震補強の優先度決定手法に関する研究



危機管理技術研究センター 地震防災研究室長 日下部 毅明

1. はじめに

行政コスト削減が国の重要な政策とされるなか、国土交通省でも「公共事業コスト構造改革プログラム」を策定し、また一方では説明責任の向上を推進するなど、事業を厳選し、全ての事業に成果・効果を明示的に求める流れは一層厳しくなっている。これまで耐震補強事業については、阪神淡路大震災の直後の流れを引き継ぎ、とにかく全ての耐震補強をできるだけ早くという姿勢が基調にあったといえる。しかしながら、阪神淡路大震災の鮮烈な記憶が風化するにつれ、どこまで耐震補強は必要か、他の何よりも重要な事業かという冷静な疑問が湧いてきている。もはや全数を一気に進めるという前提は成立していない。

そのような全てを速やかにというシンプルな方針と現実の間に矛盾が存する状態になった今、この時代に相応しい、もう少し精緻な論理が必要となる。すなわち防災事業においても限られた予算を最も効果的に活用するという観点であり、それは耐震補強への予算の投入によって、どれだけ地震に対する道路ネットワーク機能の向上、最低限の輸送ルートが確保されるかなどといった、効果を説明できるシナリオが生まれ、達成状況が把握できることである。このような観点から地震防災研究室では、耐震補強の優先度を定める方法論の研究を進めており、ここでは現在の研究の進捗状況と、今後の展望を紹介する。

2. 耐震補強優先度を定める基本的な考え方

本研究では、耐震補強の優先度を定める要素を3つ考えている。それは図1に示すとおり、構造物自体の耐震性、構造物被災が緊急の救援活動を含め社会に及ぼす影響の大きさ（構造物の重要性）、およびそもそもその構造物が地震を受けるリスク（地震ハザード）である。これを厳密に評価し、優先度を定めようとするれば、個々の構造物毎にその耐震性、被害の影響、ある一定の大きさの地震を受ける可能性を定量的に評価した上で、損失の期待値を最小にするシナリオを立てることになる。

しかし、施設の管理者が膨大な施設それぞれについてそのような詳細な検討を行うことは、それに必要な情報の収集だけで膨大なコストを費やしてしまい、現実的ではない。そこで2003年度は橋梁に関し最も簡便な手法（以下「簡便法」という）の原案を作成した。この簡便法は、改めて特殊な情報を収集しなくても既存のデータで優先度付けが行える手法である。以下にその概要を示す。

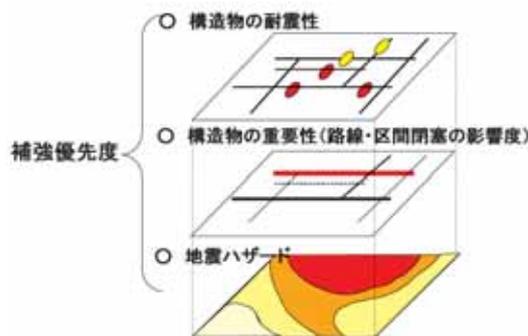


図 - 1 補強優先度を定める要素

3. 簡便法の概要および試算例

簡便法では、既存のデータに基づいて、構造物の耐震性、重要性に点数を付ける。地震の危険度については、既存の被害想定等に基づき、その地域で最も危険性の高い地震の地震動強さ（例えば計測震度）で点数を付ける。それぞれの点数について重み付けを行い、算出された点数の最も高いものが最も優先度が高いことになる。図2に優先度評価に用いる全ての指標の階層図を示す。



図 - 2 優先度評価の階層図

重みを決定し、総合的優先度を算定する手法としてはAHP (Analytic Hierarchy Process、階層化意志決定法) を用いた。このAHPとは、複数の計量化の難しい、主観も入る評価基準に対し、最大公約数的な判断を見いだそうとする手法である。防災および耐震構造の専門家が参加して決定した重みの一例を表-1に示す。

表-1 各評価項目の重み

評価項目(上位)	重み	評価項目(中位)	重み	評価項目(下位)	重み	
構造物の耐震性	0.631	上部工	上部工諸元(形式)	0.386	上部工の構造形式	0.386
			上部工諸元(寸法)	0.122	支間長	0.017
		下部工	下部工諸元(形式)	0.033	斜角	0.052
				0.004	最小曲率半径	0.053
	下部工諸元(寸法)		0.016	下部工の構造形式	0.016	
			0.004	下部工の構造材料	0.004	
	下部工の適用基準	0.074	基礎構造形式	0.004		
		0.009	支承構造形式	0.009		
構造物の重要性 (路線・区間閉塞の影響度)	0.200	平常時の輸送機能	0.032	下部工高さ	0.004	
			0.012	せん断スパン比	0.012	
		地震時の輸送機能	0.08	適用設計基準	0.074	
			0.008	全車両交通量 (12時間)	0.014	
	二次災害の波及性	0.088	沿道特性(利用度合)	0.018		
		0.040	防火上の路線区分	0.040		
	0.008	早期啓閉への影響度 (支高さ(段差))	0.008	早期啓閉への影響度 (橋長)	0.008	
		0.024	沿道特性 (経路確保の必要性)	0.024		
0.047	踏線橋	0.047	踏道橋	0.041		
	0.041	踏道橋	0.041			
地震ハザード	0.169					

ここで提案した簡便法を用いるとどのような結果が得られるかを、ケーススタディーによって示したのが図-3である。重要幹線の地震による被害の可能性が大きいものがまず選ばれ、次いで重要幹線に次ぐ道路上の地震被害の可能性が大きいもの並びに重要幹線上の耐震性の低い橋梁が選ばれており、結果には一定の妥当性があることまでは確かめられた。

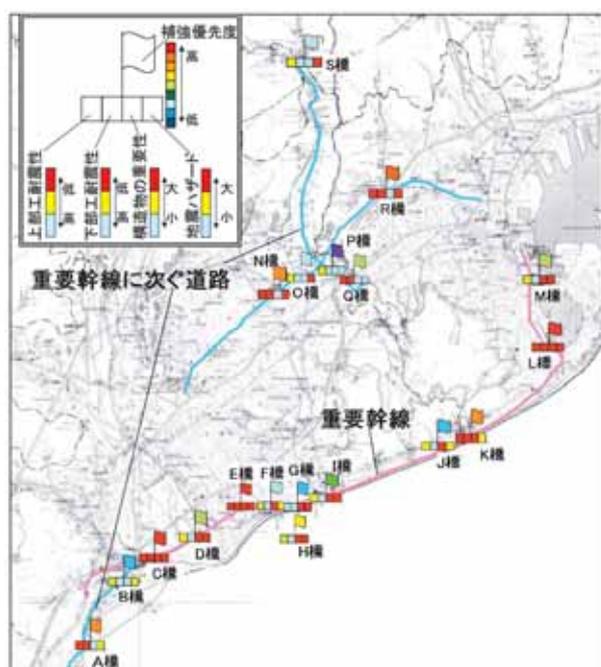


図-3 優先度評価結果

4. 重要度算定手法の今後の課題と展望

以上、これまでの成果として簡便法の紹介をした。しかしながら、これを現場で活用するにあたり以下の課題が考慮されなければならない。

簡便法の答えは本当に最適かあるいは最適解に十分に近いものか

この順番で改善していった場合にいつの段階で、どれだけ防災の効果が発揮されるのか

その地域で考えるべき地震は複数あるはずだが、それをどのように評価するか

以上の課題に答えうる手法を提示できるよう、国土技術政策総合研究所では以下の検討を実施中である。

ネットワーク解析、および投資効果の定量的算定に基づく最適解を踏まえた手法の改良

被害想定に基づく被害評価・表現手法の開発(対策の各段階で被害想定を実施)

その地域において考慮すべき複数地震に対するリスクの評価

以上の内 に関しては、図-4に示すハザードマップを2002年度に既に関係しており、この活用を念頭に置いている。一方 への対応は手法を複雑にしがちだが、最終的に提案される手法は、課題を解決しつつも適用の際の労力が簡便法と大きな差がないものである必要がある。

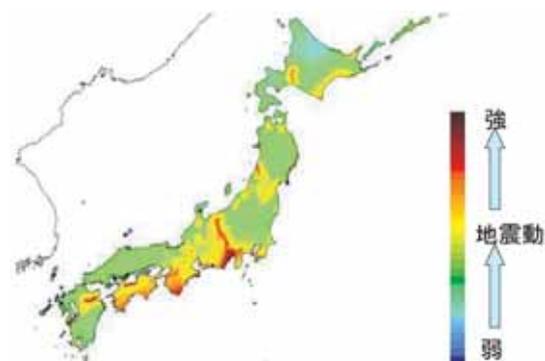


図-4 ハザードマップの試算例

5. おわりに

冒頭で、このような手法を開発する動機として、限られた予算を効果的に、かつその効果を説明できるように使うという観点を述べた。耐震補強事業の場合、本当の効果は地震が発生した時に初めて発揮される。想定段階で効果を説明できることも重要だが、最も重要なことは本当に地震が起きた際、被害を最小限に抑えることに役立つシナリオであることであり、それを目標に研究を進めていきたい。