

性能評価に基づく耐震性水準の合理的設定手法に関する基礎的研究

国土交通省土木研究所耐震技術研究センター防災技術課	正会員	大住道生
同	上	正会員 村越 潤
同	上	正会員 大谷康史
国土交通省土木研究所耐震技術研究センター	正会員	杉田秀樹

1. はじめに

社会基盤施設の耐震対策に際しては、地域で想定される地震動に対する性能が国や地域の要求を満たすとともに、適切な投資配分のもとでリスクが最小化される耐震性水準を選択する必要がある（図-1参照）。しかしながら、現状では各施設の耐震設計には施設毎に異なる基準が用いられており、また、各々の基準では構造物の重要度等を与件として目標耐震性能が設定されているため、地域全体として耐震対策投資が最適化されているかどうか不明確である。本研究は、地域に存在する複数の社会基盤施設の耐震性水準を、性能評価に基づく耐震設計体系の中で相互の整合性を明確にしながら、合理的に設定するための手法を確立するための基礎として、耐震上求められる性能を異なる種類の施設間で比較することのできる指標の提案、および現行の設計基準との関連付けを行うことを目的とする（図-2参照）。ここでは特に道路施設に着目して、各道路施設が各地震レベルに対して要求される通行機能に関する性能と、各道路施設の損傷状態を定量的に結びつけるとともに、想定される各損傷状態を復旧するために必要な期間を算定する。

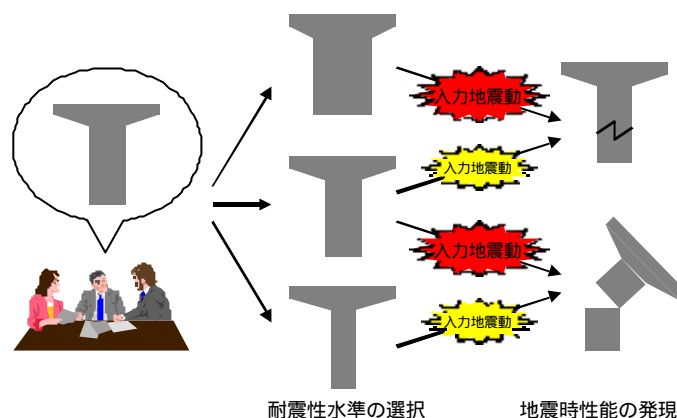


図-1 耐震性水準、地震時性能の概念

図-2 性能設計体系イメージと本研究課題の関係

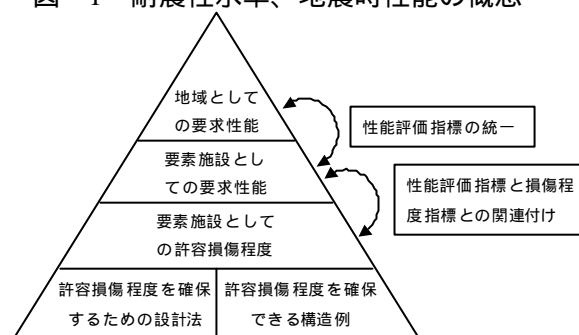


図-2 性能設計体系イメージと本研究課題の関係

2. 道路施設の性能評価指標

各種施設の性能水準を比較するためには、各施設の性能を同じ指標で表現しなければならない。例えば道路施設は車を通行させることがその基本的な機能であるから、例えばその性能水準はある出発地点から到着地点までのアクセス時間で表現することができる。しかし、アクセス時間は道路ネットワークのネットワーク特性に依存するので、各道路施設の性能を直接的に評価する指標とはならない。従って、アクセス時間を算出するための施設毎の指標が必要である。本研究では、特に地震後の通行性能に着目しているため、施設が被災した場合の交通規制期間をアクセス時間算出のための指標とした。交通規制期間は、施設の補修にかかる総期間とし、補修期間は実工事の実績調査によった。一例として道路橋が被災したときの、各部材の損傷状態¹⁾、補修内容、補修期間の関係を図-3に示す。ここで試算対象とした橋梁はRC橋脚を有する鉸桁橋である。設定した補修期間は図-3から分かるように、道路橋の場合、損傷する部材によって、損傷した場合の補修期間は著しく異なること、および各損傷状態を補修期間により表すことが可能であることがわかった。各損傷状態は、現行の基準により設計条件と入力地震動を与えれば算出可能であり、これにより現行

キーワード 耐震性水準、性能設計、パフォーマンスマトリックス

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地・電話0298-64-3245・FAX0298-64-0598

の設計レベルの指標（例えば道路橋橋脚では塑性率）と道路施設に共通の統一された指標（アクセス時間）を定量的に関連づけられることが分かった。

3. 実現レベルのパフォーマンスマトリックスの試算

地域としての要求性能を実現するためには、その前段階として地域で想定される様々なレベルの地震動に対して、統一された指標で表現された要素施設の耐震性能を実現する設計体系を構築する必要がある。しかし、現状の耐震設計法はほとんどが仕様設計に基づいており、統一された指標で表現された耐震性能を実現する設計法が整備されていないだけでなく、許容損傷程度を演繹的に実現する設計法も整備されていないものが多い。

そこで、本研究では道路施設を表 - 1 に示す 3 つのレベルの目標耐震性能を目安に試設計を行い、それがそれぞれ 4 段階の地震動を受けた場合の損傷程度を試算することにより、統一された指標で表現された要素施設の耐震性能と各道路施設の損傷指標を定量的に関連付け、実現レベルのパフォーマンスマトリックスを試作した。ここで実現レベルのパフォーマンスマトリックスとは、野崎ら²⁾によって提案された考え方で、ある特定の構造物が各地震レベルに対してどれだけの性能を有しているかを従来のパフォーマンスマトリックスに対比させて表現したものである。

試作した実現レベルのパフォーマンスマトリックスを図 - 4 に示す。ただし、入力地震動は地表面加速度で示してある。これを見ると、目標耐震性能を A に設定したものは、250gal 程度の比較的大きな地震が起きただけで復旧までに 18 ヶ月かかり、その間通行止めになるが、目標耐震性能を B に設定していると、各地震レベルでより性能が高く、道路橋示方書で考慮しているような既往最大レベルの地震である 700gal に対しても 2 ヶ月で復旧し、さらに高い目標耐震性能 C により設計をしてあげれば、想定外の極めて大きな地震である 1100gal の地震に対しても 7 ヶ月で復旧するということがわかりやすく表現できていることが分かる。

他の道路施設についても同様の表示方法が可能であり、この表現により、施設の設計結果、部材の損傷程度、施設の性能が定量的に関連づけられたとともに、それぞれの指標で各地震動レベルに対してどのような性能が実現されているのかを表現することができた。

4. おわりに

本研究は、社会基盤施設の耐震性水準を横断的に整合させるための手法を確立することを目的に、異なる種類の道路構造物の性能を、統一された指標である交通規制期間により表し、実現レベルのパフォーマンスマトリックスとして表すことができた。

この指標化手法を用いて想定する道路ネットワークにおいてネットワーク解析を行うことにより、各施設の最適耐震性水準を算定することが可能となる。

参考文献

- 1) 土木学会：平成 11 年度土木技術者のための耐震設計入門
- 2) 野崎、杉田：社会基盤施設の耐震性水準の合理的な設定方法に関する基礎的研究、第 25 回地震工学研究発表会、2000.7

表 - 1 試算に用いた目標耐震性能

A	レベル1地震動に対して健全性を保持できる
B	レベル2タイプ地震動に対して致命的な被害を防止できる
C	レベル2タイプ地震動に対して限定的な損傷に留めることができる

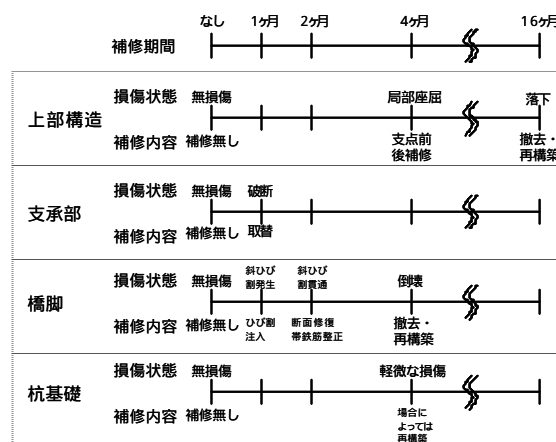


図 - 3 損傷状態と補修期間の関係

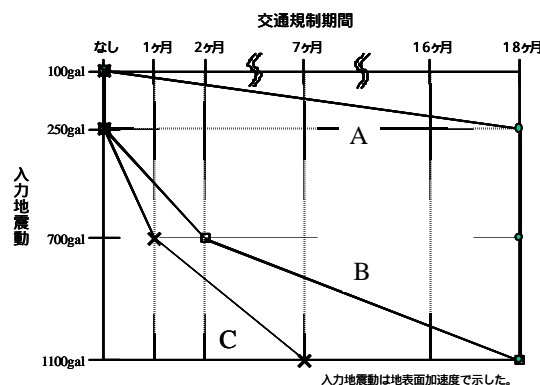


図 - 4 道路橋の実現パフォーマンスマトリックス