

耐震性能の異なる RC 橋脚の地震リスク解析と PML 評価

東京都市大学大学院 学生会員 ○小池 祥史

東京都市大学 正会員 吉川 弘道

株式会社 長大 正会員 矢部 正明

1. はじめに

地震リスクは、構造物の脆弱性と地震動特性の両者によって算出され、近年その有用性が評価されている¹⁾。

本文では、耐震性能の異なる鉄筋コンクリート橋脚(以下、RC 橋脚)5 橋脚を用いて、図 - 1²⁾に示す流れで地震リスク解析を実施し、地震イベントリスク曲線の算定およびリスク指標値である予想最大損失率(PML)の算出を行い、その結果から RC 橋脚の設計強度と PML の関係を示した。

2. 地震リスク解析

対象とする RC 橋脚は表 - 1 のような耐震性能を有した 5 橋脚を用いた。ここで、本論では地域別特性係数は同一、地盤種別は第Ⅱ種地盤としている。これらは道示 V³⁾の地震時保有水平耐力の照査($P_a/k_{hc} \cdot W \geq 1$)が満足する橋脚である。このうち、No.3 の橋脚の fragility 曲線を図 - 2 に示す。対象建設地点は地震ハザードステーション J-SHIS⁴⁾を参照し選定した。評価期間は 2010 年 11 月から 1 年間とした。

以上を解析条件とし、図 - 1 の流れに従って地震リスク解析を実施した。その結果、No.3 の橋脚で図 - 3 の地震イベントリスク曲線を算定した(図(a), 図(b)の縦軸・横軸の違いに注意してほしい)。図 - 3 において、年超過確率が 0.21%(再現期間 475 年=供用期間 50 年で 10%の発生頻度)の地震における PML の値を読み取り PML475 とした高地震域、中地震域、低地震域からそれぞれ 1 地点ずつ選定し、図 - 4 に示す。図 - 4 を見ると、建設地点の違いで PML475 の値の大きさが異なることがわかる。特に静岡の No.5 の橋脚より宮崎の No.1 の橋脚の方が値が小さくなっている。これは、建設地点周辺に存在するシナリオ地震の強さ、距離、発生確率などが大きく影響している。例えば、静岡ではシナリオ地震発生域の直上に

位置し、年発生確率が 6%, M8.0 の想定東海地震の影響が強く出ていると考えられる。

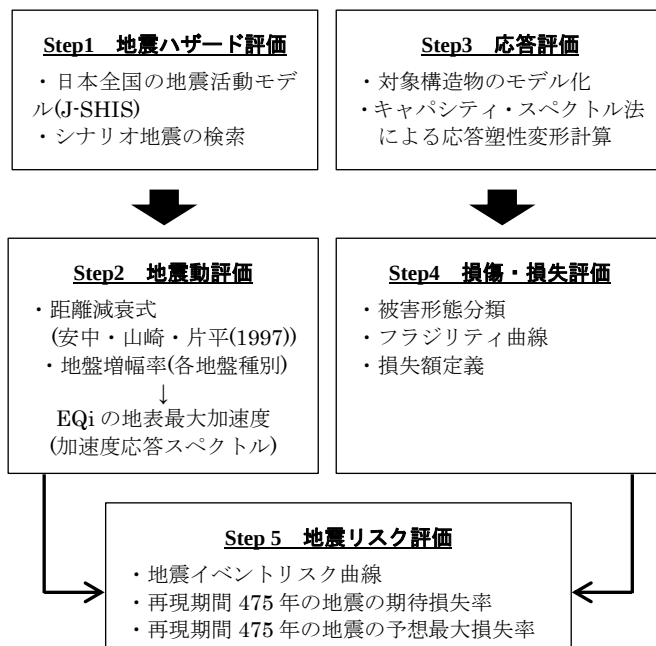
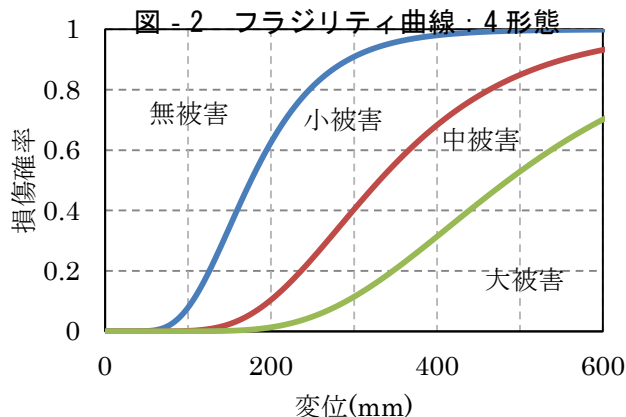


図 - 1 地震リスク解析の流れ

表 - 1 5 橋脚の耐震性能と設計強度

No.		1	2	3	4	5
作用地震力 $k_{hc} \cdot W$ (kN)	タイプ1	5486	6045	6631	7379	8215
	タイプ2	7439	9188	10277	11959	13333
Pa (kN)		3779	6579	9539	14836	20725
設計強度 $P_a/k_{hc} \cdot W$	タイプ1	0.69	1.09	1.44	2.01	2.52
	タイプ2	0.51	0.72	0.93	1.24	1.55



キーワード RC 橋脚, 地震リスク解析, 耐震性能, PML

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 都市工学科 吉川研究室 TEL03-5707-0104 (内線 3242)

3. 設計強度と PML475 の関係

表 - 2, 図 - 5 に設計強度($\text{Pa}/k_{hc} \cdot W \geq 1$)と PML475 の関係を示す. 建設地点は図 - 4 で用いた地点と同様の 3 地点とした. 設計強度は照査結果が 1 以上となるものが満足するものである. 図 - 5 を見ると, 低地震域の宮崎では高地震域の静岡と比較して, 設計強度が 1 以上でないものでも PML475 の値が小さくなっている.

現行の耐震設計では照査結果が満足する/しないので二分されているが, 地震リスク評価を用いることで構造物の脆弱性と地震動特性から得られる PML により地震損失の程度を定量的に表すことができる.

4. まとめ

5 橋脚において地震リスク解析を実施し, 地震イベントリスク曲線の算定および PML475 の算出を行い, 設計強度との関係性を示した.

低地震域では設計強度が 1 に満たなくても, 高地震域で照査を満足したものより PML475 の値は小さくなる結果となった. また, 5 橋脚での PML475 の結果は建設地点によりグラフの形状に差異が発生した.

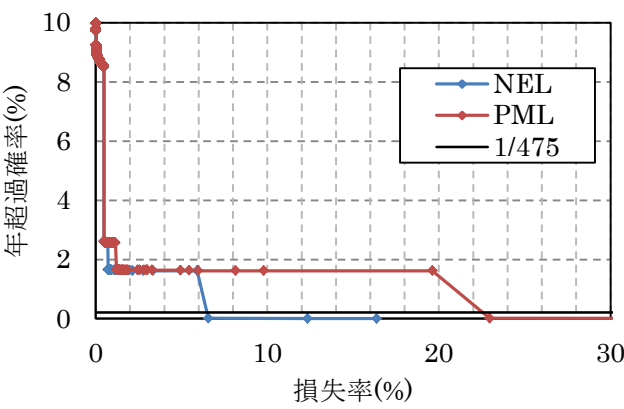
地域性を考慮した地震リスク評価は現行の耐震設計と乖離したものではなく, その延長の技術に応用したものである. 現行の道路橋示方書では地域別特性係数を日本全国で A 地域, B 地域, C 地域と分類されているが, この分類方法では照査結果を過大評価/過小評価してしまう可能性がある.

表 - 2 設計強度と PML475

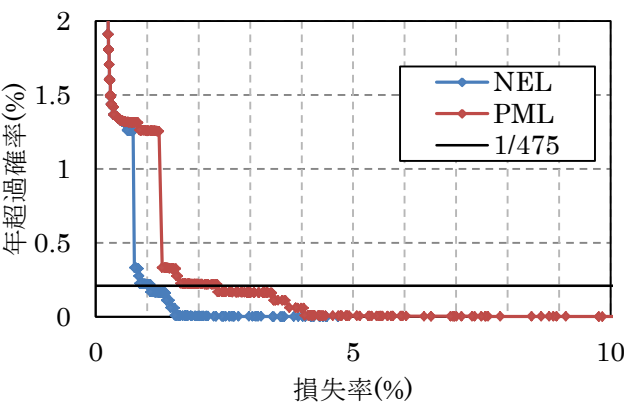
No.	設計強度	PML475(%)		
		静岡	三重	宮崎
1	0.51	92.6	71.5	6.5
2	0.72	89.5	63.5	3.8
3	0.93	81.1	22.2	2.4
4	1.24	66.6	14.0	1.7
5	1.55	17.7	1.2	0.3

【参考文献】

- 1) 坪田正紀・橋本雄士・村地由子・吉川弘道: マルチシナリオ地震モデルとキャパシティ・スペクトル法に基づく地震リスク評価の建築構造物への適用, 構造工学論文集, Vol.55B, 2009
- 2) 小池祥史・吉川弘道・矢部正明: キャパシティ・スペクトル法による地震リスク解析と NEL, PML 評価, 第 38 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, I-30, 2011 年 3 月
- 3) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 平成 14 年 3 月
- 4) 地震ハザードステーション J-SHIS: <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>



(a) 三重県津市



(b) 宮崎県宮崎市

図 - 3 建設地点により異なるイベントリスク曲線

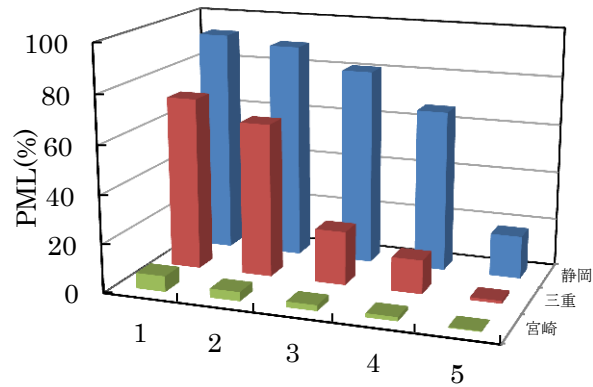


図 - 4 建設地点と PML475 の関係

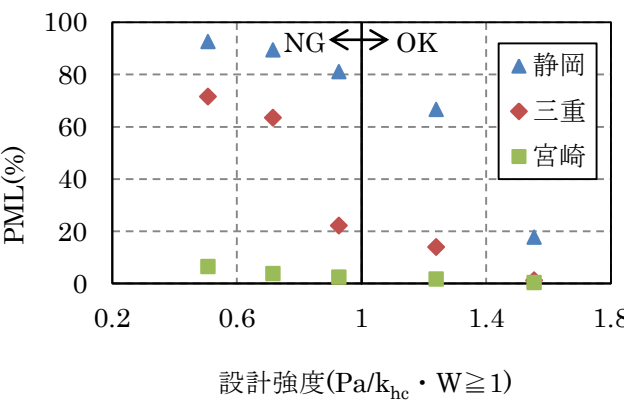


図 - 5 設計強度と PML475 の関係