

I -41 耐震信頼性評価手法による S 構造物のリスク算定と免震時の解析 (Part2)

高知高専建設システム工学科

吉川 正昭

専攻科建設工学専攻地震防災研究室

○森本 洋史

1. はじめに

地震リスクマネジメント手法 SRM(Seismic Risk Management)¹⁾を用いて、対象地域を高知県、構造形式を S 構造とし、地上階数と地盤特性を変えて損失被害額を算出し、比較検討した。その結果、耐震構造より免震構造の方が優れていることが分かった。そこで、2003 年に発生した十勝沖地震の観測地震波、経験的グリーン関数法によって作成した高知県における模擬地震波および統計的グリーン関数法²⁾によって作成した模擬地震波の 3 種類を入力地震波とし、8 階建免震 S 構造物の地震応答解析³⁾を行い、考察を加えた。

2. 地震リスクマネジメントの方法と解析条件

地震リスクマネジメントは、i)リスクの識別と分析を行い、損失の大きさと発生確率を評価する。

ii)リスクを低減する方策を検討し、リスク低減の未処理分に対して保有か転嫁か、それとも回避かの方針を立てる。iii)方策の実行。の 3 つの段階から構成される。本検討では、対象地域を高知県、対象構造物を 3 階 S 造と 8 階 S 造の 2 種類とした。地盤は 1 種地盤と 3 種地盤の 2 種類とし、想定地震を来たるべき南海地震クラスとした。構造形式は現行基準に適合した耐震構造 A、現行基準より躯体耐力と剛性を 20%増した耐震構造 B、免震構造の 3 タイプとし、構造物の耐用年数は 50 年とした。

3. 解析結果

解析結果として、初期建設費と地震リスク、およびライフサイクルコスト、そして想定地震(M=8.4・R=100km)での地震リスク評価についてまとめた。その結果を Table1 に示す。

Table1 Analytical results of SRM

(million yen)

検討ケース	初期建設費			地震リスク			ライフサイクルコスト			想定地震でのリスク					
										兵庫県南部地震クラス			想定地震		
	耐 A	耐 B	免震	耐 A	耐 B	免震	耐 A	耐 B	免震	耐 A	耐 B	免震	耐 A	耐 B	免震
ケース 1	5.1	5.4	6.5	0.3	0.2	0.1	23	23	23	3.6	2.9	0.6	0.4	0.2	0
ケース 2	6.1	6.4	6.5	1.1	0.6	0.1	24	24	23	6.1	4.9	1.3	1.5	0.7	0
ケース 3	11.4	11.7	11.9	0.8	0.5	0.1	58	58	58	7.6	6.1	1.6	1.0	0.5	0
ケース 4	11.4	11.7	11.9	1.8	0.9	0.1	59	59	58	13.9	10.4	3.2	2.3	0.9	0

耐 A: 耐震構造 A 耐 B: 耐震構造 B 免震: 免震構造

4. 地震リスクマネジメントに対する考察

- 1) 耐震構造が上がるほど初期投資は高くなるが、ライフサイクルコスト、地震リスクは小さくなる。
- 2) 1 種地盤は 3 種地盤に比べ地震リスクが半減し、堅固な地盤の方が地震リスクは小さい。
- 3) 建造物の規模が大きくなると、地震リスクやライフサイクルコストが大きくなる。
- 4) 想定南海地震(海溝型地震)と兵庫県南部地震(直下型激震巨大地震)による地震リスクを、現行基準の耐震構造 A、耐力と剛性 20%増しの耐震構造 B、免震構造のそれぞれで比較すると、免震構造の地震リスクが想定地震では 0 となり、耐震構造より優れている。

5. 免震を用いた地震応答解析

5.1 入力地震波

入力地震波は、2003 年に発生した十勝沖地震の観測地震波 (Fig.1) と、経験的グリーン関数法および統計的グリーン関数法によって作成した高知県における模擬地震波 (Fig2(a)(b)) の 3 種類を用いた。応答の比較を行うため、2 つの模擬地震波を観測地震波の最大加速度である 973gal に基準化し、解析を行った。

5.2 解析対象構造物

本解析での対象構造物は、免震の8階建S構造とし、免震装置(積層ゴム、鋼棒ダンパー、鉛ダンパー)を用いたモデルで解析を行った。解析に用いたモデル図をFig.4に示す。同図に、各階の高さ、質量を示す。この値を振動方程式に代入し、直接積分法で地震応答解析を行った。

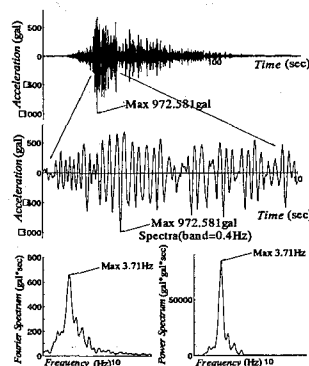


Fig.1 Observation Earthquake

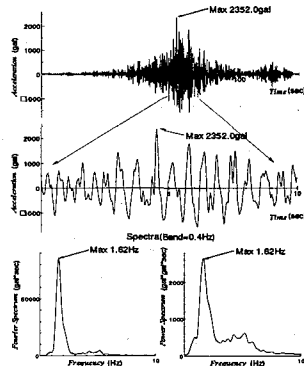


Fig.2 Simulation Earthquake
(Statistical Green's Function)

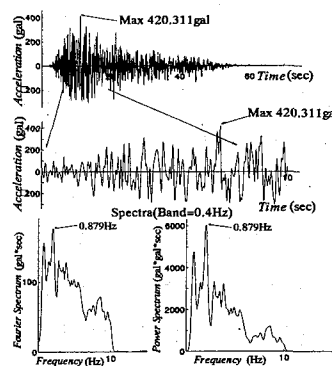


Fig.3 Simulation Earthquake
(Empirical Green's Function)

5.3 解析結果と考察

Fig.5 (a)(b) より、最大応答加速度、最大応答せん断力は、ほぼ全層において観測地震波、統計的グリーン関数法により作成した模擬地震波、経験的グリーン関数法により作成した模擬地震波の順に大きくなっている。また、最大応答せん断力は、短周期地震動である観測地震波、統計的グリーン関数法により作成した模擬地震波を入力した場合は免震層で応答が小さくなっているのに対し、長周期地震動である経験的グリーン関数法により作成した模擬地震波を入力した場合は下層ほど大きな応答を示し、免震層で最も応答が大きくなっている。

Fig.6(a)(b)より、時刻歴応答変位においても、観測地震波を入力した場合の最大変位が8階で約10cm、統計的グリーン関数法により作成した模擬地震波を入力した場合は約30cm、経験的グリーン関数法により作成した模擬地震波を入力した場合は約95cmとなっており、観測地震波、統計的グリーン関数法により作成した模擬地震波、経験的グリーン関数法により作成した模擬地震波の順に大きくなっている。

以上の解析結果から、免震構造物は短周期地震動に対して効果があり、長周期成分が卓越するにつれよく揺れることが分かる。長周期地震動の同調対策として、気象庁の緊急警報システムと連動して、地震動が長周期であることが分かると免震装置を固定にする手法の開発が望まれる。

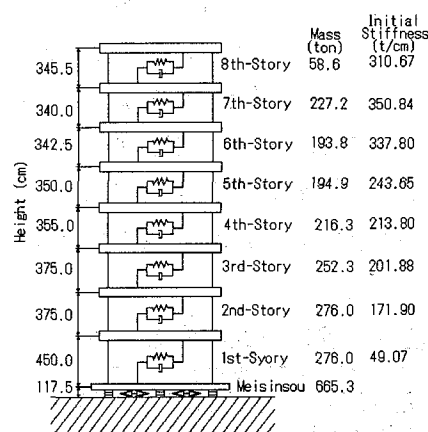


Fig.4 Calculation Model

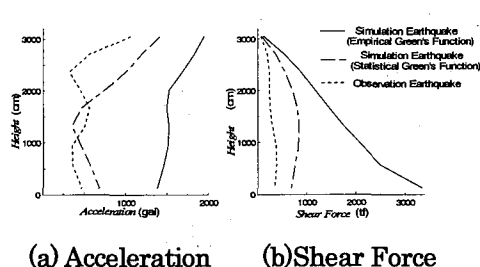


Fig.5 Maximum response

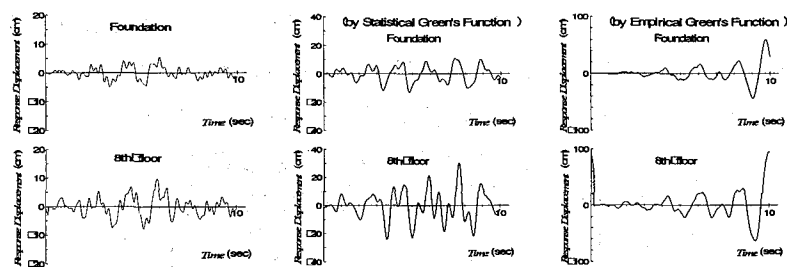


Fig.6 Response Displacement

- 参考文献 1) 星谷 勝: 構造物の地震リスクマネジメント第1回~4回, 土木施工, pp52~101, 2001
2) 鶴来雅人, 趙伯明 他: 南海・東南海地震の高知県における地震動シュミレーション, 日本地震工学会大会, pp. 1~2, 2004
3) 吉川正昭, 楠裕規: 免震系構造物の地震応答解析(その2), 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 3~4, 2003. 5