

RC橋脚の固有周期に着目した地震時被害度指標に関する検討

大日本コンサルタント 正会員 ○吉岡 勉 原田政彦 吉澤 努
寒地土木研究所 正会員 佐藤 京 西 弘明

1. はじめに

大規模地震が発生した際、リアルタイムに橋梁の被害度を把握することは、橋梁の応急復旧を迅速に行い道路の機能回復を図るために重要である。橋脚の被害度指標について、兵庫県南部地震以降、いくつかの研究がなされているが、様々な特性を持った橋脚に対して汎用的な指標が見いだせないことや、橋脚の周期特性を取り入れた指標では一般性を失うといった難点があり、実用化に至っていないのが現状である。

本稿は、北海道内道路橋の橋脚を対象を限定して、被害と相関性が高く、且つ、実用性のある指標について検討した結果を報告するものである。

2. 対象橋脚の選定

まず、北海道内の道路橋のうち、けた橋 45 橋（橋脚 313 基）を抽出し、橋脚高と固有周期の関係や保有水平耐力などを調査した。調査結果の一例として、橋軸方向における橋脚高と固有周期のヒストグラムを図-1 に示す。なお、ここで示す固有周期は降伏剛性を用いた場合の固有振動解析結果である。橋軸方向では、橋脚高 5~15m で、固有周期 0.3~0.8 秒程度の橋脚が比較的多く建設されている。

次に、5m ピッチごとの橋脚高別に固有周期を整理し、各平均値に該当する橋脚を 5 基選定して動的解析の対象とした（表-1）。選定した橋脚はいずれも RC 壁式橋脚であり、橋脚基部の耐震補強が今後予定されている橋脚である。固有周期が 0.3 秒台の橋脚 1, 3, 4 を短周期型、0.8 秒より長い橋脚 2, 5 を中周期型に分類した。

3. 模擬地震波の作成

各震源域で発生する地震動は、異なる振動特性が現れる。ここでは、地震動応答による被害度指標を検討するため、入力地震波のエネルギー総量を一定として模擬地震波を作成した。作成方法は桑村らによる論文¹⁾を参考に、図-2 に示す振幅スペクトルを共通とし

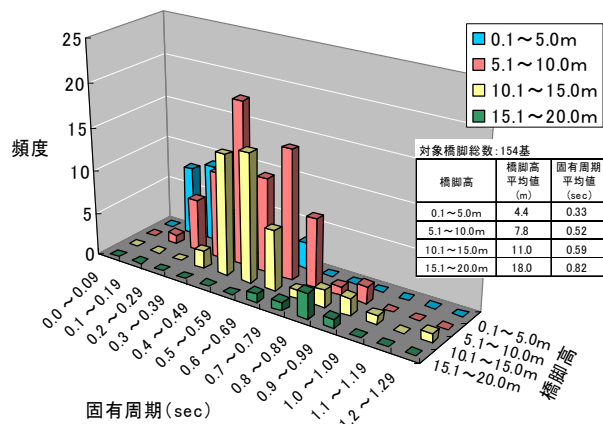


図-1 橋脚高と固有周期のヒストグラム（橋軸方向）

表-1 選定した橋脚

橋脚	方向	支持条件	適用耐震基準	橋脚高さ (m)	固有周期 (sec)	周期特性の分類
1	LG	M	S55道示	4.9	0.348	短周期
2	LG	F	S48道示	6.2	0.879	中周期
3	TR	F	S48道示	6.4	0.362	短周期
4	TR	FF	S55道示	14.5	0.354	短周期
5	LG	MF	S55道示	16.5	1.207	中周期

※LG：橋軸方向，TR：橋軸直角方向

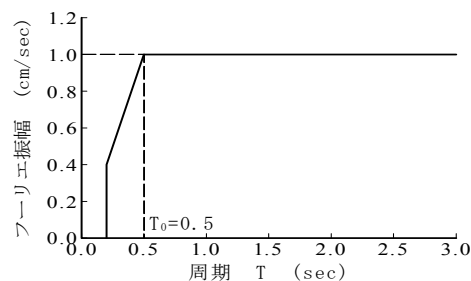


図-2 模擬地震波の振幅スペクトル

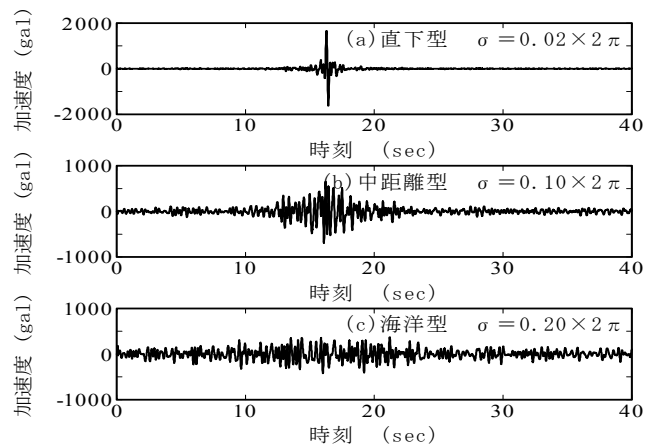


図-3 模擬地震波の時刻歴波形

キーワード：橋脚，耐震，被害度指標，模擬地震波，動的解析

連絡先：〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 大日本コンサルタント(株) TEL:03-5394-7611 FAX:03-5394-7601

て、位相差分分布の標準偏差を操作して 8 通りのフーリエスペクトルを作成し、フーリエ逆変換により特性の異なる地震波を作成した。位相差分分布の標準偏差を小さくしたケース ($0.02 \times 2\pi$) が主要動の継続時間の短い直下型であり、大きくしたケース ($0.20 \times 2\pi$) が継続時間の長い海洋型である。作成した模擬地震波 8 波のうち代表的な 3 波の時刻歴波形を図-3 に示す。

4. 動的解析による橋脚の被害度指標の検討

選定した橋脚 5 基について、単柱モデルによる線形動的解析を行った。線形解析としたのは、曲げ破壊型橋脚の場合に降伏しているか否かの判定を重視しようとした意図による。入力する地震波は、前述の模擬地震波 8 波のほか、実地震波として道路橋示方書のレベル 1 地震動 3 波およびレベル 2 地震動タイプ I の 3 波を加えた計 14 波を用いた。解析結果より、発生する最大断面力と保有水平耐力との比を算出し、この値と地震動指標との関係を整理した。比較検討する地震動指標は、最大加速度 PGA、エネルギー入力率¹⁾およびスペクトルインテンシティ SI とした。

短周期橋脚の場合の相関図を図-4 に示す。せん断破壊型が多いため、縦軸はせん断耐力比としている。同図より、最大入力率では入力率が 0.2 以下の小さいところにプロットが集中し、SI 値では非線形的な分布が確認されるが、PGA は比較的良好な相関を示している。

これは、短周期橋脚の場合、地震波の繰り返しによる動的増幅ではなく、1 回のパワーで損傷することを示唆している。また、PGA が 250gal 程度でせん断力比が 1 を超えており、既設橋脚の設計水平震度 0.2~0.3 と概ね整合することから、250gal 程度が閾値となりうる。

中周期橋脚の場合の相関図を図-5 に示す。曲げ破壊型が多いため、縦軸は曲げモーメント比としている。検討した地震動指標のうち、SI 値が最も相関性が良く、中周期橋脚の曲げ損傷において動的増幅を無視できないことを示唆している。また、SI 値が 40cm/sec 程度以上で曲げモーメント比が 1 を超えているが、これは気象庁震度階による震度 6 弱以上に相当する²⁾。

5. おわりに

道路橋 RC 橋脚を対象に被害度指標の検討を行った結果、橋脚の固有周期に応じて PGA や SI といった指標を使い分けることで、せん断破壊もしくは曲げ損傷を把握できる可能性を示した。今後は、選定した被害度指標の検証や、支承に対する最適指標の検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 桑村仁, 竹田拓也, 佐藤義也: 地震動の破壊力指標としてのエネルギー入力率—直下型地震と海洋型地震の比較を通して—, 日本建築学会構造系論文集, 第 491 号, pp.29-36, 1997.1.
- 2) <http://www.nilim.go.jp/japanese/database/nwdb/html/how-to-use.htm>

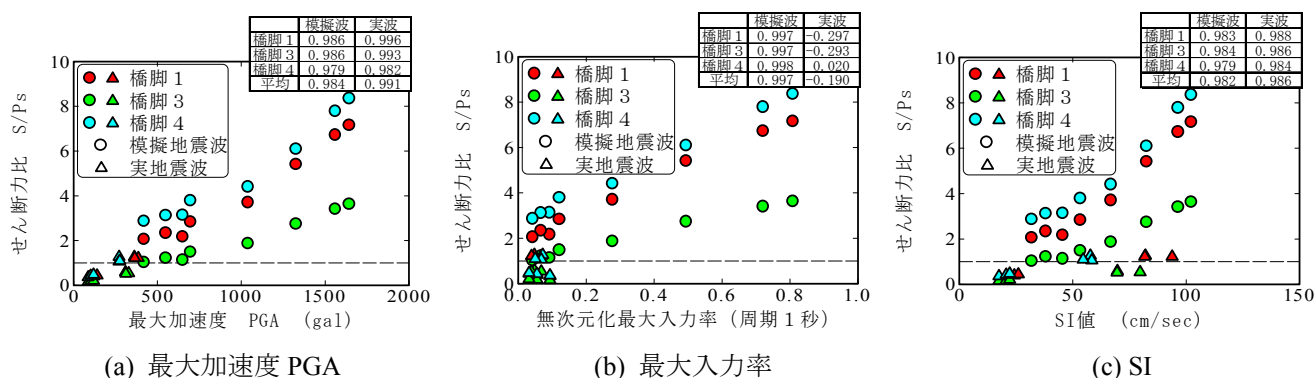


図-4 短周期橋脚の最大応答と地震動指標との関係

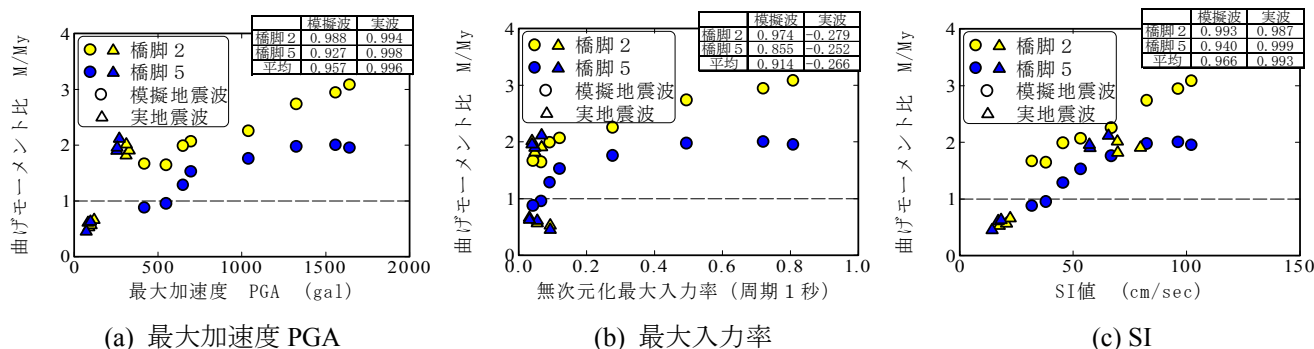


図-5 中周期橋脚の最大応答と地震動指標との関係