

動的解析を用いた RC 橋脚の被害関数に関する基礎的検討

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○村越 潤
 国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 真田 晃宏
 国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 吉澤勇一郎

1. はじめに

震前の防災計画の立案や、地震直後における適切かつ迅速な対応を図る上で、想定又は実地震動に対する構造物・施設等の被害状況の推定を行うことは施設管理者に有用な情報を与えるが、推定に当たっては、地震動に対する構造物の被害程度やその発生もし易さを評価しておくことが必要となる。

道路橋の場合、その耐震基準である道路橋示方書（以下、道示と呼ぶ。）¹⁾については逐次改訂されてきており、適用道示により、地震動に対する耐震性能は異なってくる。本研究は、このような適用基準の違いを踏まえた上で、地震動特性値と道路橋の受ける被害の関係を検討するものである。具体的には、RC 橋脚を対象として、適用基準別に耐震性能の相互比較を行うとともに、RC 橋脚の動的解析を行い、SI 値、地表面加速度等の地震動特性値と損傷発生確率の関係（被害関数）を検討するものである。

2. 検討方法

(1) 橋脚の選定

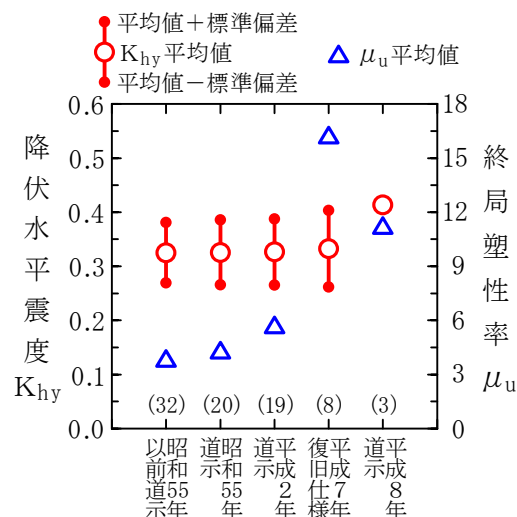
まず、適用基準別（5分類：昭和55年以前、昭和55年、平成2年、平成7年復旧仕様、平成8年）に、RC 橋脚の試設計データ（昭和55年以降の道示）、又は実橋脚データ（昭和55年以前の道示）を収集し、その耐震性能を比較した。ここで、昭和55年以前の道示適用のデータについては、浦河沖地震、釧路沖地震、北海道東方沖地震及び兵庫県南部地震の際に被災した橋脚データを、また、昭和55年以降の道示適用のデータについては、各基準毎に橋脚高さ、設計水平震度、柱形状等をパラメトリックに変化させて試設計したものを用いた。

これらのデータを、適用基準別、固有周期帯別（4区分：0.3秒～0.4秒以降0.1秒ピッチで0.6～0.7秒まで）の計20分類し、それぞれの区分の中で、終局塑性率及び降伏水平震度が平均的な橋脚を動的解析の対象として選定することとした。図-1に、例として、固有周期0.6～0.7秒のデータに関する適用基準別の降伏水平震度及び終局塑性率の関係を示す。また、図-2に、このうち昭和55年道示に基づく橋脚の降伏水平震度及び終局塑性率と選定した橋脚を示す。なお、平成7年復旧仕様と平成8年道示適用の橋脚については、水平力分散構造の採用を想定し上部構造質量とゴム支承のバネ定数より求まる固有周期1.0、1.5及び2.0秒のケースも検討対象とした。

(2) 動的解析モデル

動的解析に当たっては RC 橋脚を1自由度非線形せん断バネ振動系に置き換えた。非線形履歴復元力モデル
 キーワード：動的解析、RC 橋脚、設計基準、地震動特性値、被害関数

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 (TEL)0298-64-2211 (FAX)0298-64-0598



()内数字:各適用基準のデータ数
 図-1 基準別降伏水平震度及び終局塑性率分布

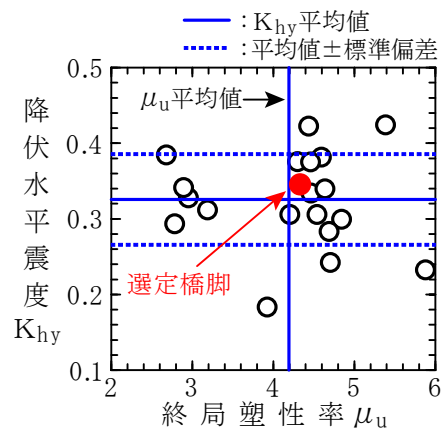


図-2 解析対象橋脚の選定例
 (固有周期0.6～0.7秒)

ルにはひび割れの影響を無視した武田モデルを用い、減衰定数は 5%を基本とした。

(3)入力地震動

動的解析に用いる入力地震動としては、我が国の地盤上で得られた 197 組 394 成分の水平成分強震記録²⁾にその後発生した最大加速度 300gal 以上の地震から得られた強震記録を、地震動タイプ（プレート境界型、内陸直下型）、及び地盤種別により 6 分類し、各区分において SI 値の大きい波形で、加速度応答スペクトルの特性の異なる波形（各ケースにつき 2 波形を基本）を選定した。今回の解析に用いた波形を表-1 に示す。これら 11 波の SI 値が 50、90、120、150 及び 180cm/sec となるように振幅調整を行い入力地震動とした。

表-1 動的解析に用いる地震波形

地盤種別	地震動タイプ	地震名・観測所名	SI値 (cm/sec)	地表面最大加速度 (gal)
I	プレート境界型	釧路沖地震・釧路気象台	76.21	922
II	プレート境界型	北海道東方沖地震・温根沼大橋	53.52	395
III	プレート境界型	日本海中部地震・津軽大橋	43.69	278
I	プレート境界型	標準加速度波形 I-I-2 ¹⁾	61.98	320
II	プレート境界型	標準加速度波形 I-II-2 ¹⁾	90.03	385
III	プレート境界型	標準加速度波形 I-III-1 ¹⁾	109.21	433
I	内陸直下型	兵庫県南部地震・神戸海洋気象台	112.65	818
I	内陸直下型	鳥取県西部地震・江府	47.81	725
II	内陸直下型	兵庫県南部地震・大阪ガス葺合供給所	148.19	802
II	内陸直下型	芸予地震・大野	38.56	441
III	内陸直下型	兵庫県南部地震・東神戸大橋	75.80	327

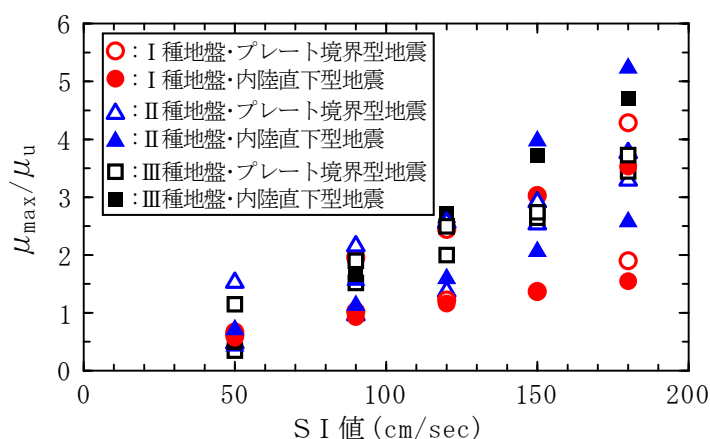


図-3 基準別・波形別の SI 値・ $\mu_{\max}/\mu_u$ 関係

3. 解析結果

以下、固有周期 0.6~0.7 秒の RC 橋脚に対する動的解析結果について述べる。

図-3 は、基準別に SI 値と $\mu_{\max}/\mu_u$ （ここで、 μ_u ：終局塑性率、 $\mu_{\max}$ ：最大応答塑性率）の関係を示したものである。SI 値が大きくなるに従い全体的に $\mu_{\max}/\mu_u$ の値が大きくなる傾向にある。図-4 は、各 SI 値に対して、 $\mu_{\max}/\mu_u > 1.0$ となる確率を基準別に示したものである。適用基準の年代が古くなるに従い $\mu_{\max}/\mu_u$ が 1.0 を超える確率が高くなる傾向がわかる。また、平成 8 年道示適用の橋脚については 1.0 を超えるケースは見られなかった。

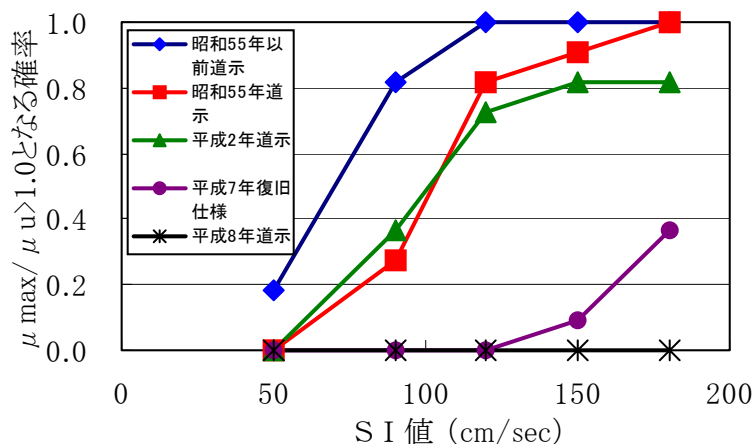


図-4 $\mu_{\max}/\mu_u > 1.0$ となる確率

4. おわりに

RC 橋脚の非線形動的解析を行い、SI 値と応答塑性率を指標とした損傷発生確率の関係について検討した。今後、損傷程度を概略区分し、地震動特性値と各損傷程度の発生確率の関係を整理するとともに、実務的な見地から基準別の RC 橋脚の被害関数を検討することとしている。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.3
- 2) 川島, 相沢, 高橋：最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式, 土木研究所報告第 166 号, 1985