

1. はじめに

我が国は地震大国であり、大地震による多大な被害を受けてきた。その地震被害の経験を生かして耐震設計の技術が見直され続けてきた。

昭和 55 年には、道路橋示方書に「橋、高架の道路等の技術基準」として、新しく耐震設計編が導入された。平成 2 年には、鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査法の導入等耐震設計に関するそれまでの調査研究の成果をもととする改訂が行われた。平成 8 年には、兵庫県南部地震による被害の経験を踏まえた改訂が行われ、平成 14 年には、性能規定型の技術基準として改訂され、前回改訂以降の調査研究成果を踏まえた規定の見直しが行われた。

本研究では、同じ RC 橋脚で道路橋示方書の適用年次が違くと安全性にどの程度の違いが生じてくるのかを、特に耐震性能の照査方法が異なる道路橋示方書・同解説 耐震設計編の昭和 55 年版と平成 2 年版とで調べ、地震により受ける影響を比較した。

2. 対象構造物

道路橋示方書・同解説 耐震設計編の昭和 55 年版と平成 2 年版を参考に、地域 A 1 級種地盤の鉄筋コンクリート製の単柱式橋脚（角柱）を試設計した。軸方向鉄筋は D 29 を、帯鉄筋は D 16 を使用する。このときの構造概要と解析モデルを図 - 1 に示した。また、梁のスパンは 20m とした。

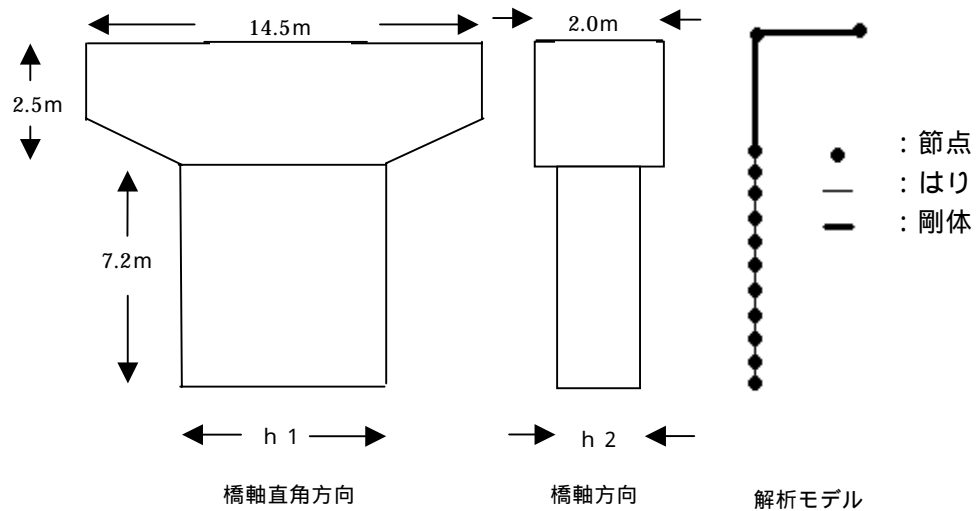


図 - 1 構造概要と解析モデル

3. 耐震性能の照査

それぞれの示方書を参考に RC 橋脚の安全

性の照査を行う。昭和 55 年版では、地震時変形性能の照査法を使用して安全性を照査する。これは、RC 橋脚が脆性的な破壊を生じないように、震度法に用いられる設計地震力の 1.3 倍の地震力に対して RC 橋脚に必要なじん性率をチェックするものである。このとき用いる式が  $k_{\mu a} \geq k_{hd}$  であり、水平震度が設計水平震度より大きくなるようにすることを表す。平成 2 年版では、地震時保有水平耐力の照査法を使用して安全性を照査する。これは、地震時変形性能の照査の規定を耐震計算に使いやすいように地震時保有水平耐力を基本とする照査法に改めたものである。このとき用いる式が  $P_a \geq k_{he} \cdot W$  であり、地震時保有水平耐力が等価水平震度に等価重量を乗じて求められる力以上となるようにすることを表す。

これらにより求まる 2 つの安全率が一定になるように、柱断面、軸方向鉄筋の本数とその配置を定める。この定めた値と、それにより求まるコンクリート換算された断面積、断面 2 次モーメントを表 - 1 に表す。このときの h 1、h 2 は図 - 1 に表されている位置に当てはめる値である。本研究では、安全率を 1.04 で統一してこれらの値を定めた。

表 - 1 構造諸元

	S55	H02
h1(m)	6.0	6.3
h2(m)	1.8	1.8
鉄筋本数(本)	92	90
断面積(m <sup>2</sup> )	11.2964	11.8257
断面 2 次 M(m <sup>4</sup> )	3.1755	3.3194

#### 4. 静的解析結果

橋脚の梁部は幅 14.5m、高さ 2.5m、縦 2m の剛体とし、柱部は高さ 7.2m、その他表 - 1 の値を用いて静的解析を行い、昭和 55 年版と平成 2 年版の RC 橋脚の水平耐力と変位の関係を求め比較した。このときの水平耐力 - 変位関係を図 - 2 に表す。

耐震性能の照査方法が異なるため、2 つの RC 橋脚では水平耐力 - 変位関係にもある程度の違いが生じてくると予想していたが、グラフの 2 本の線はほぼ重なり、あまり違いが表れてこなかった。

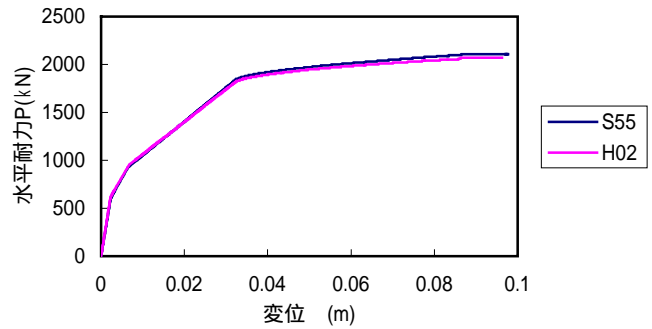


図 - 2 水平耐力 - 変位関係

#### 5. 地震応答解析結果

2 つの RC 橋脚に、実際に起こった地震の地震波を与えて地震応答解析を行った。このとき使用した地震は、港湾技研が観測した宮城県沖地震(1978 年発生)、K - NET が観測した鳥取県西部地震(2000)、三陸南地震(2003)、新潟県中越地震(2004)の 4 種類である。

これらの地震波を与えたときの時刻歴応答変位と履歴曲線を求めてそれぞれ比較した。今回は代表して宮城県沖地震の橋脚上端の時刻歴応答変位と橋脚下端の履歴曲線をそれぞれ図 - 3 と図 - 4 に示した。また、実データ数は 8899 であるが図を見やすくするため、変化が小さくなる後半部分は省略して 3500 までのデータを図にした。

昭和 55 年版の解析結果として、固有振動数 3.40Hz は、固有周期 0.295 秒である。最大変位は 11.95 秒のときで 31.2(mm)である。同様に平成 2 年版の解析結果としては、固有振動数 3.47Hz は、固有周期 0.289 秒である。最大変位は 11.95 秒と 11.96 秒のときで 31.4(mm)である。また、図 - 4 からわかるように、どちらも鉄筋降伏している。塑性率は昭和 55 年版が 1.30 で、平成 2 年版が 1.25 と昭和 55 年版の方が大きい。

これらの数値や図 - 3、図 - 4 を見てわかるように、地震応答解析の結果からも昭和 55 年版と平成 2 年版の RC 橋脚にあまり違いは生じず、図を重ねると昭和 55 年版のグラフが平成 2 年版のグラフにほとんど隠れてしまった。この他の 3 つの地震でも、同じように昭和 55 年版と平成 2 年版の図がほぼ重なる形となった。

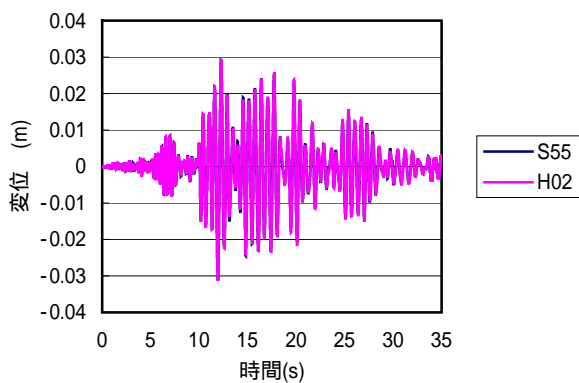


図 - 3 時刻歴応答変位図

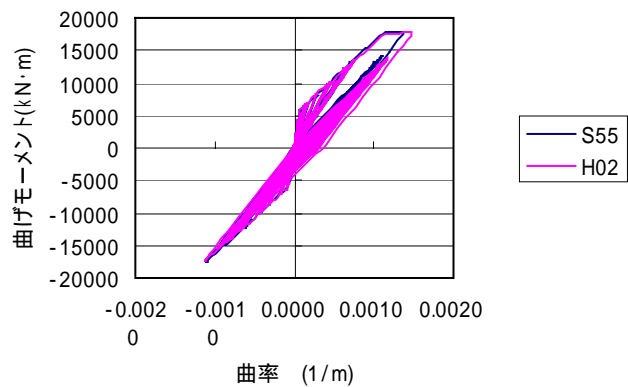


図 - 4 履歴曲線図

#### 6. まとめ

本研究は、同じ RC 橋脚で道路橋示方書の適用年次が違つとどの程度の違いが生じてくるのかを調べることを目的として行ったものであったが、結果的には、同じ安全率での降伏変位、降伏水平耐力、終局変位、終局水平耐力の値が全く同じになるというわけではなかったが、ほんの些細な違いしかなかった。地震により受ける影響もほぼ違いがなかった。つまり、本研究では、道路橋示方書が昭和 55 年版から平成 2 年版に改訂されて耐震性能の照査方法が新しいものになっても、RC 橋脚に与える影響はあまり変わっていないことがわかった。しかし、あくまでもこれは 1 つの例でしかないので、試設計する RC 橋脚の条件を変えてみれば、今回と同じように比較しても違いが見られるものもあるのかもしれない。