

比較的高い既設RC橋脚の耐震性評価

中央コンサルタンツ

正会員 ○ 柚 辰雄

正会員 田中 智行

"

荒毛 徹

永田 涼二

1. はじめに

平成元年に竣工した比較的高いRC橋脚に対する耐震性（補強前、補強後）の評価を行った。今回対象とした橋脚については、高さ30m程度のRC橋脚（昭和55年「道路橋示方書・同解説V耐震設計編」）に対して現況の耐震性レベルの把握と補強効果について耐震性を把握することを目的とした。

2. 対象橋脚

図-1に示すように基礎形式は場所打ち杭で橋脚形式は柱式橋脚である。当時の耐震レベルは震度法レベルの耐震性（当時の設計水平震度 $K_h=0.17$ ）を有している。

当時の耐震レベルと現在要求される保耐法レベル（平成8年度道示）を表-1に示す。

表-1（保耐レベルにおける検討結果）

	タイプⅠ	タイプⅡ
保有耐力 (Pa) tf	389	389
$W \cdot K_{he}$ tf	685	568
$Pa / W \cdot K_{he}$	0.57	0.68
残留変位 (cm)	37 (27)	59 (27)

() 内は残留変位の許容値

補強検討として以前（平成7年度）、復旧仕様レベル（照査用震度）において検討が行われている。また当時の地震波において動的解析も行われている。（当時は残留変位の照査はない。）

今回は標準地震波により動的解析を行い補強前および補強後〔補強後（1）：RC巻立て工法、補強後（2）：鋼鈑巻立て工法〕の耐震性の評価について検討した。耐震性の評価項目として橋脚天端の応答加速度および応答変位、基部の応答曲率、基部の応答曲げモーメント、残留変位とした。

3. 非線形動的解析による検討

- ・解析法 直接積分法（Newmark β 法 $\beta=1/4$ ）
- ・復元力特性 武田モデル
- ・入力地震波 II種地盤に対するタイプⅠ、Ⅱの標準地震波の3波（地域別補正係数は0.7を乗じている。）
- ・残留変位 標準波形の継続時間+20秒間加速度0gal（自由振動）にて求めた変位を示す。

検討結果は以下に示す。

①固有周期（降伏剛性による）

固有周期は補強後は、補強前に比べ減少する傾向にある。これは当然な傾向であるが補強後に剛性が上がり固有周期が短くなった。特にRC巻立て工法が鋼鈑巻立て工法に比べ減少が大きい。地震力の低減を図る場合は後者に比べ不利と思われる。（図-2）

②橋脚天端における応答加速度

地表面における地震波と各橋脚天端の応答加速度を比べるとタイプⅡの地震波に対しては減少する傾向にありまた補強前後においてそれほどの変化が見られない。タイプⅠの地震波は、

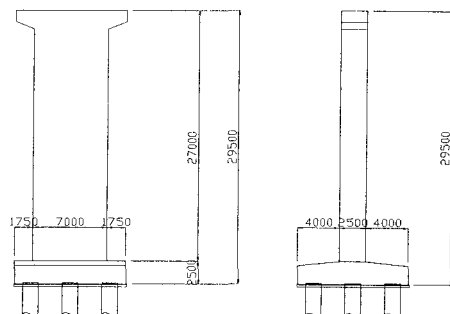


図-1

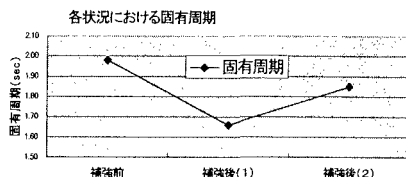


図-2

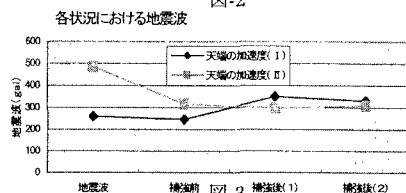


図-3

補強後において増加する傾向にある。(図-3)

③橋脚天端の応答変位(標準3波の平均値)

各状況の応答変位を示す。(図-4) タイプⅡにおいて許容値を満足しているが、タイプⅠは補強(1)において若干満足していない。これはタイプⅡの状況において終局変位が大きいことや安全係数がタイプⅠに比べ大きいことによる。

補強効果については、RC 巻立て工法はほとんど効果はないが、変位じん性率(終局変位の大きい)の大きい鋼鉄巻立て工法が効果大きい。

しかし、せん断耐力向上に対してはRC 巻立て工法が有利のケースもある。

④橋脚基部の応答曲率(標準3波の平均値)

各状況の応答曲率を示す。(図-5) 応答変位と同様にタイプⅡに対して許容値を満足しているが、タイプⅠに対しては、満足していない。これは、タイプⅠの場合、終局曲率が補強前の状況より小さくなり結果として許容値が小さくなっている。

補強効果については、RC 巻立て工法は、タイプⅠに対して ϕ/ϕ_a で比較すると(ϕ : 応答曲率, ϕ_a : 許容曲率) 補強前は0.38、補強後は0.46であり、タイプⅡに対しては、補強前は1.08、補強後は1.14でありやや向上している。

曲率じん性率(終局曲率の大きい)の大きい鋼鉄巻立て工法が効果大きい。

⑤橋脚基部における応答曲げモーメント(標準3波の平均値)

各状況の応答曲げモーメントを示す。(図-6)

補強前後について比較すると剛性が大きくなったため、基部の応答モーメントが大きくなっている。

基部の応答モーメントを下げるためにはある程度の耐力を有しかつじん性率向上を図る必要がある。

⑥残留変位(標準3波の平均値)

各状況の残留変位を示す。(図-7)

道示で求めた値と比べかなり小さな値を示している。

タイプⅠにおいて終局変位と同様な傾向を示すが、タイプⅡにおいては傾向が異なる。

いずれのタイプの場合でも許容値を満足している。

4. まとめ

- ・復旧仕様時における検討(動的解析も含めて)はタイプⅡを想定していた。その時点で補強検討した結果問題がなかった橋脚においても、道示におけるタイプⅠにおいて許容値を満足しないケースもある。
- ・残留変位の応答値が、道示に規定されている値とかなり小さい値を示している。
- ・補強工法に対しては、補強後の効果(耐震性向上)を何に対して行うのかを明確にして行う必要があると思われる。具体的には耐力向上、じん性率および曲率の向上、応答変位(残留変位含む)の低減等である。
- ・今後、性能照査型設計法が確立した場合、その性能保証(耐力、じん性率等)を何に着眼するのが重要になると思われる。

[参考文献] 1) 道路橋示方書・同解説(平成8年12月)

2) 柚・田中・武林: 比較的高い既設RC橋脚の耐震補強対策

日本道路協会
土木学会第53回年次学術講演会

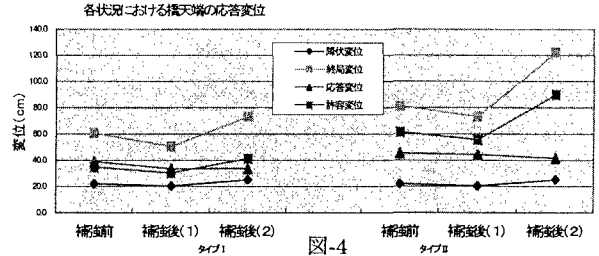


図-4

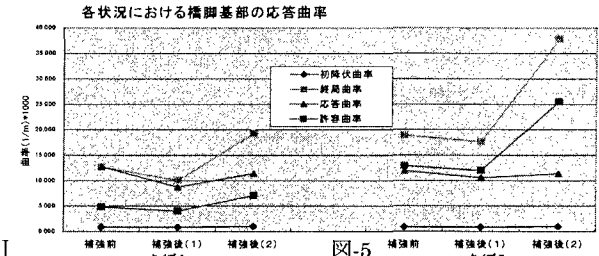


図-5

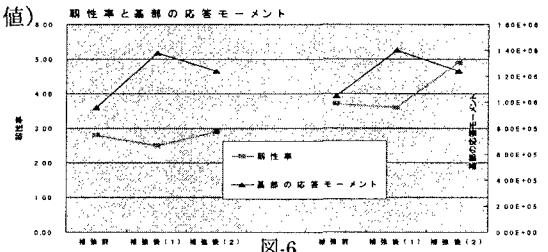


図-6

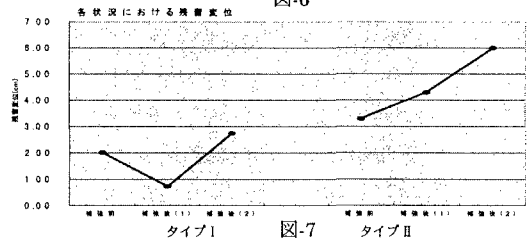


図-7