

大阪市立大学工学部 正 員 北田 俊行
 大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
 阪神高速道路公団 正 員 加賀山泰一
 大阪市立大学工学部 学生員○松村 政秀

1. まえがき 阪神高速道路公団では、既存の鋼製橋脚の耐震補強のための補強設計要項（案）¹⁾を作成している。この耐震補強法の妥当性は、すでに文献 2)の研究において検討されている。本研究では、レベル 2・タイプⅡ（内陸直下型の地震）の地震加速度を入力したハイブリッド実験で、この耐震補強法の妥当性を確認した。

2. 実験供試体の設計 想定した橋脚柱は、橋脚高さ 8m とし、道路橋示方書にしたがって設計水平震度 0.3 で設計されているものとした。そして、実験供試体は、想定した実橋脚柱を 1/5 に縮小したものとした。また、実験供試体は、2 体製作した。それらの断面は、図-1 に示すように、既設縦補剛材間の板パネルの幅厚比パラメータ R_R を 0.4 以下にした。そのため、既設縦補剛材の間に、少し小さな縦補剛材（以下、増設縦補剛材という）を、増設した¹⁾。さらに、縦補剛材自身の幅厚比パラメータ R_S を 0.5 以下にするとともに、補剛板全体の幅厚比パラメータ R_F を 0.4 以下にした。そのため、縦補剛材の先端に補強フランジを、増設した¹⁾。なお、同図(b)に示すように、これらの追加部材が強度上昇に繋がらないように、これらの部材の端部は、横補剛材（あるいはダイアフラム）位置で切断した。

3. ハイブリッド実験 2 体の実験供試体 HER-1、および HER-2 には、一定な軸方向圧縮力として、補強しない状態の実験供試体断面における全塑性軸方向力の 11%を載荷した。また、入力地震加速度として、実験供試体 HER-1

には、図-2(a)に示す 1995 年 1 月 17 日に神戸海洋気象台地盤上（以下、JMA 地震波と呼ぶ）で観測・記録された南北方向の地震加速度（最大加速度 818.02gal）を用いた。また、実験供試体 HER-2 には、同じく同図(b)に示す JR 鷹取駅構内地盤上（以下、JR-Takatori 地震波と呼ぶ）において観測・記録された南北方向の地震加速度（最大加速度 641.74gal）を用いた。

4. 実験結果 図-3、および図-4 によると、JMA 地震波、および JR-Takatori 地震波のどちらの地震加速度を使用した場合も、地震加速度の絶対最大値が発生する方向の反対側であるプラス側に最大応答変位が生じている。残留変位も、どちらの地震加速度を入力した場合も、同じ方向に生じている。さらに、実験後の実験供試体の残留変形から、著しい最大応答変位を受けた実験供試体 HER-2 には、補剛板全体の座屈変形、および補強縦補剛材間の増設縦補剛材を有するサブ補剛板パネルの局部座屈変形が顕著に現われることが確認できる。ただし、柱全体としてみたとき、著しい損傷は、受けていなかった。なお、表-2 には、主な実験結果をまとめた。

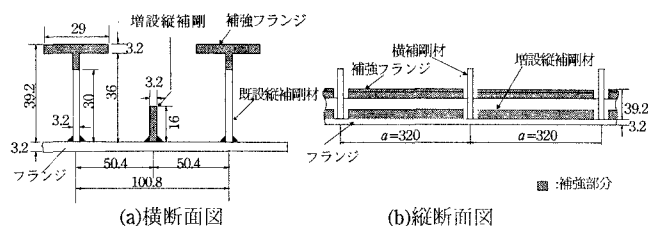


図-1 補強断面

表-1 補強前・後の主なパラメータ

補強前・後	補強前	補強後
主なパラメータ		
既設縦補剛材間の板パネルの幅厚比パラメータ R_R	0.616	0.396
補剛板全体の幅厚比パラメータ R_F	0.471	0.232
縦補剛材の幅厚比パラメータ R_S	0.564	0.119

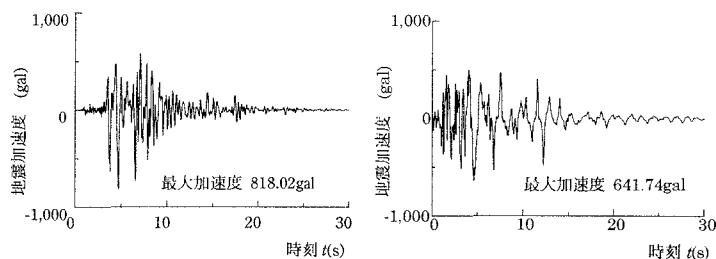


図-2 地震加速度の時刻歴

つぎに、新道路橋示方書・耐震設計編に規定されているニューマークのエネルギー一定則にもとづき、実
 Toshiyuki KITADA, Hiroshi NAKAI, Taiichi KAGAYAMA and Masahide Matsumura

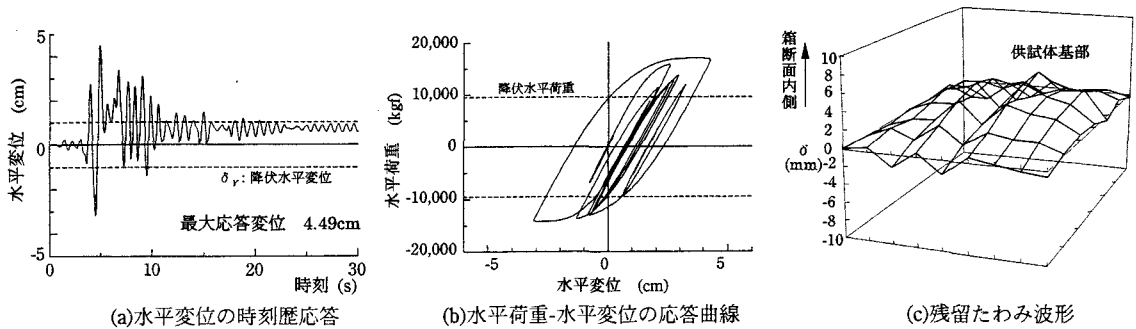


図-3 実験供試体 HER-1 (JMA 地震波) の実験結果

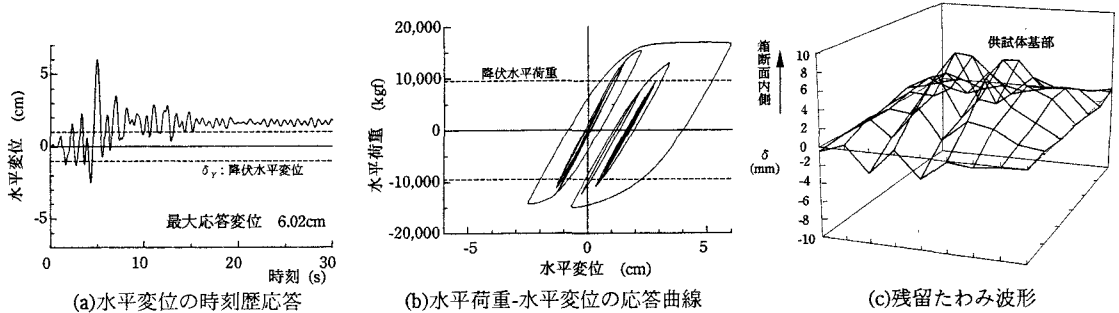


図-4 実験供試体 HER-2 (JR-Takatori 地震波) の実験結果

験結果を、考察する。このエネルギー一定則にしたがう設計法では、一質点系振動体の弾塑性応答において、弾性応答エネルギーと弾塑性応答エネルギーとが、等しくなると仮定している。

以上の解析より求めた最大応答地震加速度は、JR-Takatori 地震波の場合、1,206gal であり、これに対応する応答変位をエネルギー一定則にしたがって求めると、 $\delta = 3.84 \delta_y$ となる。これは、ハイブリッド実験結果から得られた最大応答変位 ($\delta = 6.0 \delta_y$) の 64% の値となっている。

このことから、地震加速度 JR-Takatori を用いた場合は、エネルギー一定則によると、相当に危険側の最大応答変位を求めてしまうことがわかる。

5. まとめ i) JR-Takatori 地震波 (NS 成分) 入力により、補剛フランジには、補剛板全体の局部座屈、および補強縦補剛材間の増設縦補剛材を有するサブ補剛板パネルに局部座屈変形が残留した。しかし、それ以外の所に著しい損傷は、受けていなかった。

ii) JMA 地震波 (NS 成分) の入力により、実験供試体には、著しい損傷が発生しなかった。

iii) JR-Takatori 地震波 (NS 成分) を入力した実験供試体 HER-2 に対しては、エネルギー一定則により相当に危険側の最大応答変位を推定してしまうことがわかる。

参考文献 1) 阪神高速道路公団：既設鋼製橋脚の耐震補強設計要項 (案)・同施行要領 (案)，平成 9 年。

2) 北田俊行・中井 博・加賀山泰一・松村政秀：既設鋼製橋脚における補剛板の耐震補強に関する研究，構造工学論文集，Vol.45A，土木学会，1999 年 3 月 (掲載予定)。

表-2 ハイブリッド実験の主な結果(すべて実橋脚換算)

入力地震波	JMA 地震波 (NS)	JR-Takatori 地震波 (NS)
対象橋脚の固有振動周期 (s)	0.785	
①最大弾性応答加速度 (gal)	1,871	1,206
②ハイブリッド実験における最大応答加速度 (gal)	995	865
③ハイブリッド実験における最大応答変位 (cm)	22.4 (=4.4 δ_y)	30.1 (=6.0 δ_y)
④ハイブリッド実験における残留変位 (cm)	2.79	9.01
⑤入力地震加速度の最大値 (gal)	818	641
② / ①	0.53	0.72
③ / L	1/36	1/27
④ / L	1/286	1/89
加速度応答倍率: $\beta = ② / ⑤$	1.22	1.35

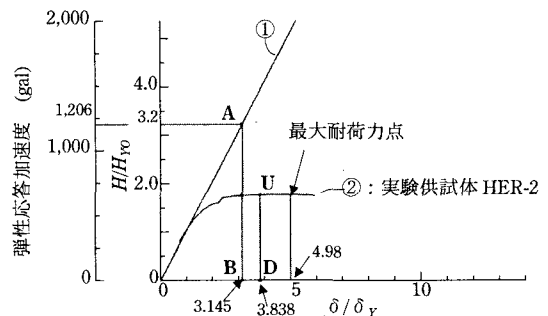


図-5 応答加速度-水平変位曲線 (実験供試体 HER-2 で、JR-Takatori 地震波)