

衝撃的荷重を受ける R C 角柱橋脚模型の動的挙動について

北海道開発局	開発土木研究所	正員	谷本 俊充
北海道開発局	旭川開発建設部	正員	吉田 紘一
北海道開発局	開発土木研究所	正員	今野 久志
北海道開発局	開発土木研究所	正員	佐藤 昌志

1. はじめに

近年、北海道の3大地震や阪神大震災により、RC橋脚の耐震性について大きな注目が集められている。中でも旧基準で設計されたRC橋脚では、主鉄筋の段落とし部分の定着長が足りないためか、その部分が欠点となり、曲げ・せん断破壊をおこしやすいことが指摘されている。従来、橋脚の耐震性の検討をするための実験としては、水平交番試験を行い変形性能等について検討するのが一般的である。しかし、今回の阪神大震災では、従来の海洋型地震と異なる直下型地震であったため、地震波の主波動が急激に卓越する衝撃的な荷重が作用しているのが特徴である。

そこで本研究では、レール上の台車にRC橋脚角柱模型を固定し、この台車を比較的早い速度で前方の反力壁に衝突させることによって、この動的挙動について検討した。

2. 実験の概要

供試体の形状と配筋を図-1に示す。試験体は40×40cmの角柱断面で、平成2年度の示方書で設計したもの（H2供試体）と「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」で設計したもの（H7供試体）の2体である。H2供試体は主鉄筋にD10を用い橋脚高さの1/3(50cm)の位置で段落としを行ない、帯鉄筋はD6を20cm間隔で配置している。H7供試体は主鉄筋にD10を用い、帯鉄筋はD13を5cm間隔で配置している。鉄筋はいずれもSD295Aで、用いたコンクリートは設

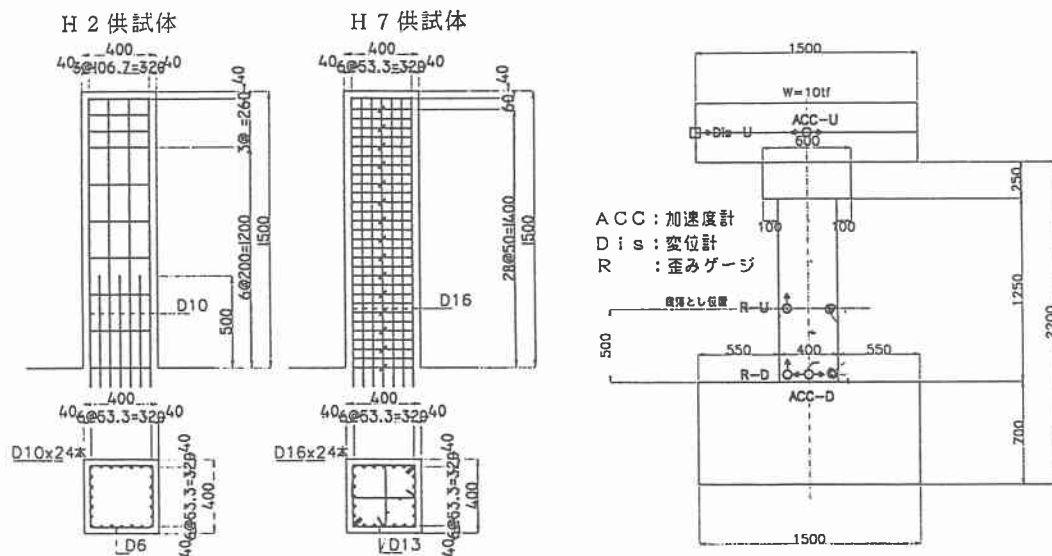


図-1 試験体の形状寸法及び配筋

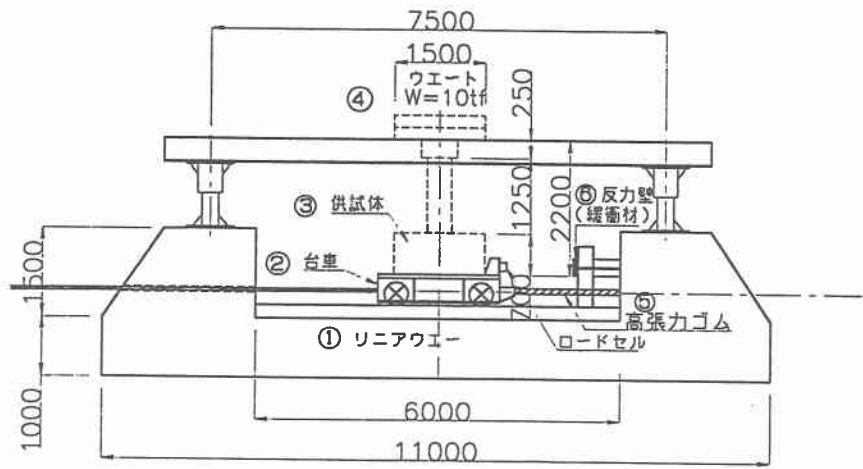
On behavior of RC square pier model under a impact load

by Toshimitsu TANIMOTO, Kouiti YOSHIDA, Hisashi KONNO, Masashi SATOU

計基準強度 210kgf/ cm²で実験時の材令における平均圧縮強度は 260kgf/ cm²である。

図－２に実験装置の概要を示す。実験は橋脚模型供試体③の頭部に上部工質量に相当する10 tの重錘をセットし②の台車上に設置する。台車の先端には高張力ゴム⑤を取り付け、後方に台車を引きこれおリリースすることで前方の反力壁に衝突させる。反力壁には緩衝材として発泡スチロールを設置している。台車の移動距離は10cm～80cm迄10cm間隔で行なった。

本実験での測定項目は、台車に取り付けた加速度計による入力加速度と重錘の重心位置及び橋脚柱に取り付けた加速度計による応答加速度ならびに非接触型変位計（レーザー変位計）で測定した重錘重心位置での橋脚の変位である。また、実験終了時にはひびわれをスケッチし、ひびわれ及び破壊性状を検討した。



図－２ 実験装置概要

3. 実験結果および考察

表－１に各移動距離での台車加速度に対する重錘加速度、変位及び主鉄筋ひずみの応答値を示す。また写真－１にH 2 試験体の最終破壊状況を示す。

表－１ 各移動距離での台車加速度に対する応答値

台 車	H 2 供 試 体					H 7 供 試 体				
移動距離 (cm)	台車加速度 (G)	応答加速度 (G)	応答変位 (mm)	基部ひずみ (μ)	段落ひずみ (μ)	台車加速度 (G)	応答加速度 (G)	応答変位 (mm)	基部ひずみ (μ)	段落ひずみ (μ)
10	0.22	0.23	3	99	76	0.23	0.23	3	109	—
20	0.34	0.36	4	190	131	0.29	0.32	4	391	—
30	0.45	0.52	4	790	182	0.46	0.53	7	960	—
40	1.28	1.19	18	1809	2010	0.87	0.88	14	1381	—
50	2.02	1.19	30	2120	4938	1.55	1.37	30	3613	—
60	2.74	1.23	58	2149		2.82	1.87	48	3581	—
70	4.79	1.30	—	2274		3.73	2.10	56	3258	—
80	—	—	—	—	—	3.88	2.12	83	3208	—

1)破壊性状

H 2 供試体では、台車移動距離が40cmで重錘の応答加速度が1.2G、主筋のひずみが段落とし部で 2010μ 、基部で 1809μ であったが、目視ではクラックは確認できなかった。台車移動距離50cmで段落とし部及び段落とし部上方10cmの個所に水平クラックが発生し、その後、台車移動距離を増加させていくとクラックは水平方向の曲げクラックから斜め方向のせん断クラックへと進行していき、台車移動距離が70cmで圧縮側コンクリートが圧壊した。また、重錘の応答加速度は台車移動距離が40cm以降、供試体にクラックが発生したため殆ど変わらない値となった。

H 7 供試体では、台車移動距離が50cmで供試体の基部に水平クラックが発生した。この時の重錘の応答加速度は1.4G、主鉄筋のひずみは 3616μ であった。その後、台車移動距離を増加させていくとクラックは水平方向の曲げクラックから斜め方向のせん断クラックへと進行し、台車移動距離が80cmで圧縮側コンクリートが圧壊し始めた。この時の重錘の応答加速度は2.1G、応答変位は84mmであった。供試体はまだ破壊状態にはなっていなかったが、台車移動距離が限界になったため実験を終了した。

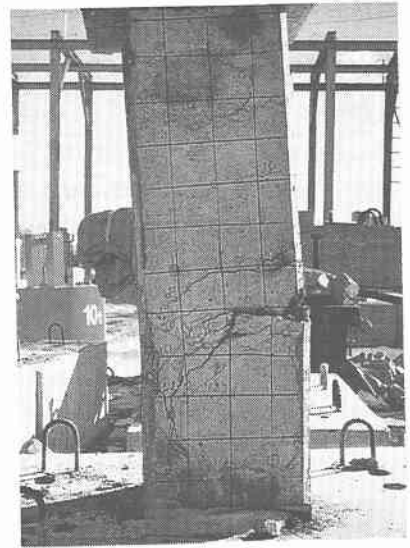


写真-1 H 2 供試体の破壊状況

2)荷重－変位の関係

図-3に重錘重心位置に取り付けた加速度計の応答波形と変位計の応答変位波形の一例を示す。これを見ると、加速度波形と変位波形の周期が良く対応していることがわかる。

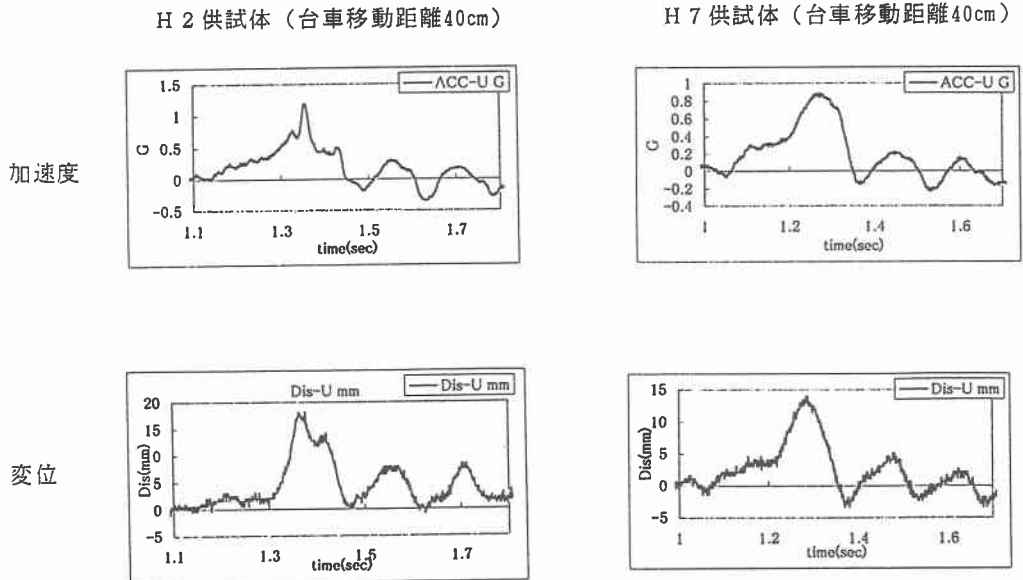
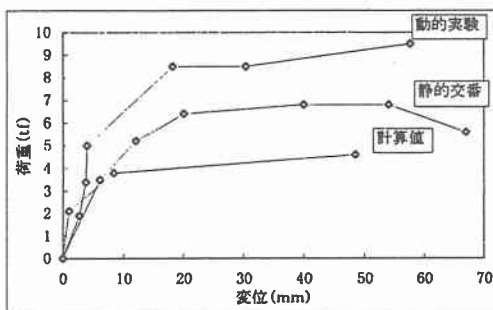


図-3 加速度計と変位計による応答波形

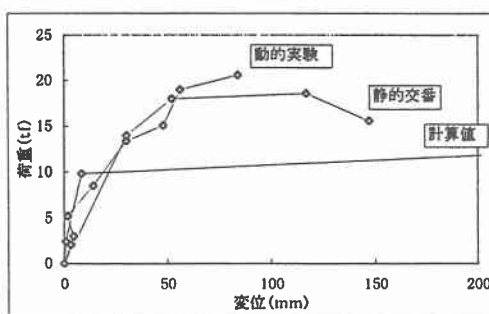
そこで最大加速度に重錘の質量10tfを乗じた力を衝撃荷重（P）として、最大応答変位との関係を図－4，5に示す。なお、加速度の値は衝撃的荷重作用時において高周波成分が卓越するため、供試体の固有周期より高周波の成分をフィルターにより処理した。また、別途行なった静的交番載荷試験結果及び保有耐力の計算値も合わせて図中に示した。

先ず図－4のH2供試体の荷重－変位の関係を見ると、荷重が5tf及び9tfで勾配が急変し、その後荷重は僅かずつ増加している。静的交番試験結果と比較すると、荷重－変位の関係は同じような傾向を示しているが、荷重は衝撃的載荷のほうが静的交番載荷よりやや大きな値となっている。

図－5のH7供試体においても荷重－変位の関係は衝撃的載荷も静的交番載荷も同様な傾向を示しており、荷重もほぼ同程度の値となっている。ただし、計算値と比較すると衝撃的載荷、静的交番載荷ともかなりの違いがでている。



図－4 H2供試体の荷重－変位の関係



図－5 H7供試体の荷重－変位の関係

4. まとめ

本研究は、衝撃的荷重作用下におけるRC橋脚の動的挙動を検討するため、RC橋脚模型を用い実験を行なった。

本実験の範囲内で得られた結論を要約すると

- (1) H2供試体では主鉄筋のひずみが 2000μ の値を示したにもかかわらず、目視ではクラックが確認できなかった。
- (2) 供試体のクラックがある程度進行すると、等価剛性がちいさくなるため殆ど応答しなくなると考えられる。
- (3) 供試体の固有周期より高周波の成分をフィルター処理した応答加速度を用いて荷重－変位の関係を見ると、静的交番載荷も衝撃的載荷もほぼ同様な傾向になるとと思われる。

〔参考文献〕

- 1) 岸徳光、佐藤昌志、谷本俊充、亀石暁：大型RC橋脚模型の横衝撃載荷実験、土木学会北海道支部論文集 第52号 pp8～13、1996.2