

衝撃的載荷重を受けるRC橋脚模型の 動的挙動に関する実験的考察

三好 章仁¹ ・ 吉田 紘一² ・ 佐藤 昌志³ ・ 岸 徳光⁴

1 正会員 株式会社 土木技術コンサルタント (〒001 札幌市北区北19条西3丁目21)

2 正会員 北海道開発局 旭川開発建設部 (〒070 旭川市8条12丁目)

3 正会員 北海道開発局 開発土木研究所 (〒062 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

4 正会員 室蘭工業大学 建設システム工学科 (〒050 室蘭市水元町27-1)

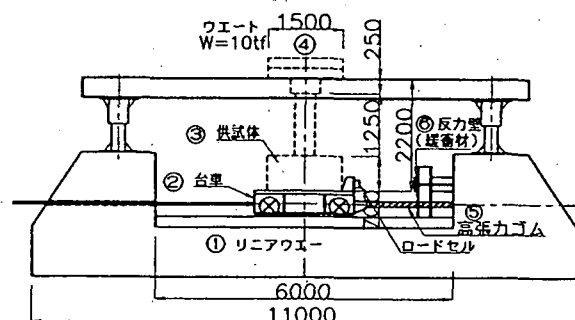
RC橋脚の動的挙動に関する研究として、近年の大規模な地震に見受けられる衝撃的な地震動を再現するため、橋脚模型を乗せた台車を緩衝工を有するコンクリート壁に衝突させることにより、衝撃的載荷重を基部に入力し死荷重としてのおもりの応答加速度を測定することによってRC橋脚の破壊を含む動的特性を実験で検討した。その結果、本実験方法は、RC橋脚の動的挙動を把握する場合において比較的有效な方法であることが実験の結果として判明してきた。

Key Words: RC Pier Model, On the Behavior, Impact Loading Force,

1. はじめに

近年、北海道の3大地震や兵庫県南部地震により、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が欠点となり曲げ・せん断破壊を起こしやすいと指摘されている。従来、橋脚の耐震性の検討をするための実験としては、水平交番実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、今回の兵庫県南部地震では、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。

そこで本実験では、衝撃的な地震動を再現するために、橋脚供試体を台車に乗せたまま緩衝工を設けたコンクリート壁に衝突させて応答加速度および変位、さらには供試体の破壊性状を実験的に検討した。



図一1 実験装置概要図

2. 実験概要

2.1 動的リニアウエー実験装置

図一1に実験の概要図を示す。

実験は、台車がコンクリート壁に衝突した際に供試体が台車とともに傾かないよう、不陸精度±0.01mmのリニアウエーを製作し、このリニアウエーを硬質ベアリング付きの2個の鋼鉄製車輪で挟む構造の装置を用いて行っている。また、衝突時間を制御する目的から、衝突

部には発砲スチロールを用いた緩衝工を設けており事前に時間制御のためのキャリブレーションとして厚さを決めている。

実験の方法は、最大張力1.8tfのゴムを台車とコンクリート壁に2本取り付け、台車を引いた後、特殊な脱着装置で解放して台車をコンクリート壁に衝突させ、供試体基部に加速度を入力させるようにしてある。なお、加震力はゴムの引張り長さで調整しており、20cm, 30cm, と徐々に引いて解放させ、最大60cm引いたところで実験を終了している。

2. 2実験供試体

図-2に実験供試体の形状及び配筋図を示した。供試体は、現時点での既設橋を参考に橋脚高さ、及び鉄筋の段落とし位置を決めている。主鉄筋はSD295A D13を用いており主鉄筋比は1.9%、帯鉄筋は20cm間隔で配置している。また、上部の重りは、10tfの鉄枠で囲った鉛を死荷重としており、軸力は6kgf/cm²となっている。なお、橋脚模型上部の重りは、1次モードの振動に重りの回転慣性による影響が極力入らないよう縦・横からボルトで締め付けられる構造としているほか、橋脚頭部は鉄筋で補強している。

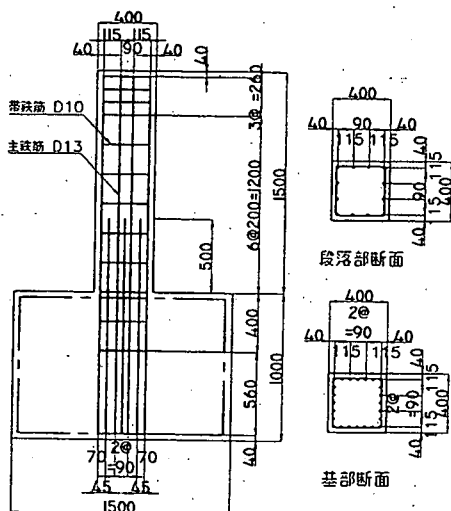


図-2 試験体概要図

2. 3計測方法

図-3に計測項目としての、センサー配置図を示した。図においてAは加速時計（容量5G）、Disは変位計、FおよびRはひずみゲージを意味している。計測は、すべてのチャンネルに関し同時A/D変換し、主要な解析をワークステーションで処理できるようにしている。なお、各チャンネルのサンプリング周波数は1KHzとした。

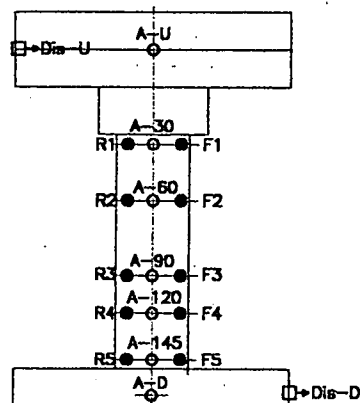


図-3 センサー位置図

3. 実験結果および考察

図-4(a)および図-4(b)には重りの応答加速度波形を、図-5には加速度応答スペクトルを、図-6には加速度モード図を、また、図-7には静的および動の実験時のP-δ曲線を示す。

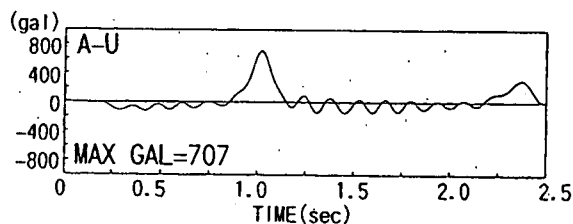


図-4 (a) 応答加速度波形 (D-20)

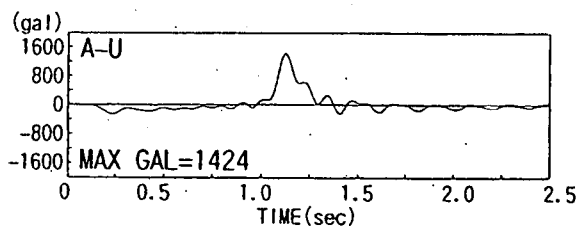


図-4 (b) 応答加速度波形 (D-50)

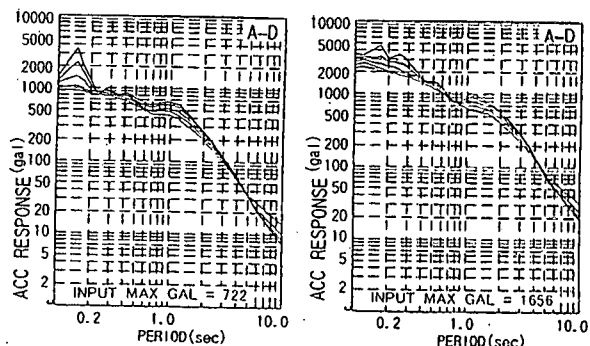
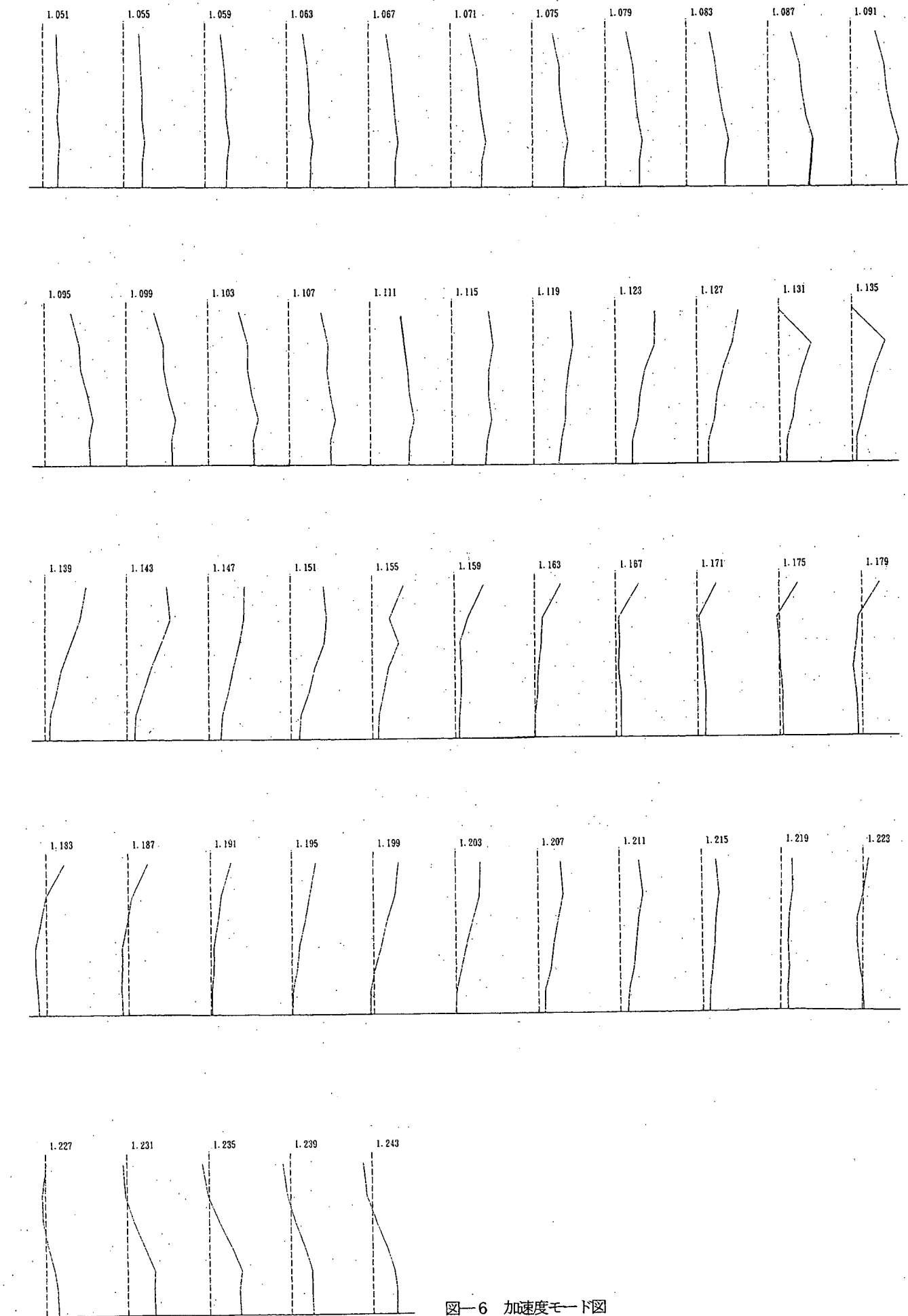


図-5(a) 応答スペクトル(D-20) 図-5(b) 応答スペクトル(D-50)



图一6 加速度モード図

図-4 (a) に台車を 20 cm 引張った (以降これを D-20, D-30・・・と呼ぶ) 位置から解放した時の重りの応答加速度波形を、図-4 (b) は同じく D-50 の時の応答加速度波形を示した。なお、加速度波形には微少な高周波ノイズが入っていたことから、FFT の周波数領域で 10 Hz 以上をカットしたものを示している。また、図-5 (a) には、D-20 の入力加速度波形を基にした加速度応答スペクトル、図-5 (b) には、D-50 の入力加速度波形を基にした加速度応答スペクトルを示した。応答スペクトル図中の実線の最上段が減衰常数 0% で以下 2, 5, 10, 20% の順となっている。

図-4 より、D-20 の場合も D-50 の場合も解放と同時に微少な自由振動を行いながら移動し、振動が止まりかけた時に緩衝工に衝突して加速度応答を発生させているのがわかる。D-20 の時の供試体の自由振動から、供試体の固有振動数は 3.3 Hz (0.3 sec) で、自由振動時からみると減衰常数は 2% 程度有しているものと考えられるが、入力加速度がほぼ正弦半波であることから明確でない。また、D-50 の場合は、衝突前の自由振動時の固有振動数は繰り返し載荷で損傷を受けたことから 1.8 Hz (0.56 sec) に低下しているほか、応答加速度は 1.426 g a l で加速度応答スペクトル値によく合っている。

図-6 は衝突時の加速度モード図であり、各モード図の数値は 0.004 sec 毎の時刻歴を示す。図より衝突後絶対加速度が最大となる点 1.115 sec まではほぼ剛体運動に近いモードとなっており、その後重りが不動点となり下部フーチングが衝突したコンクリート壁から離れる時相対加速度が最大となっている。

図-7 に同じ供試体を用いた静的交番載荷試験時の P- δ 曲線と当該実験で得られた P- δ 曲線および断面分割法による理論値を示す。

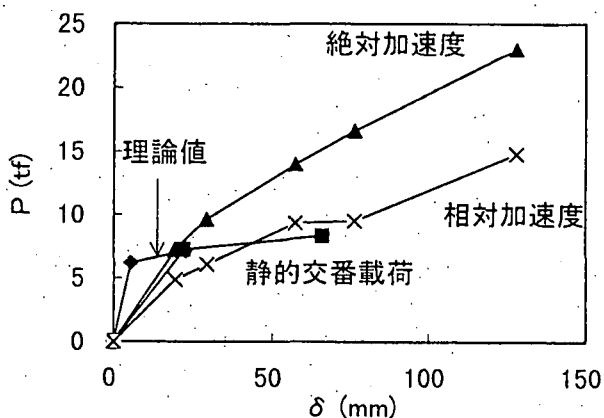


図-7 静的および動的実験時の P- δ 曲線

動的実験時の荷重は測定絶対加速度または相対加速度にウェイトの質量を乗じて求めている。

図-7 より相対加速度で求めた水平耐力は静的交番載荷試験の P- δ 曲線とほぼ等しく、水平耐力の動的実験方法としては本研究で行った手法は衝撃的な地震動に対しても十分評価が可能であると考えられる。

しかしながら変位に関しては断面分割法で計算したものよりかなり大きな変位が生じる結果となっている。

図-8 に当該実験で得られた損傷状況を示す。柱のひびわれ本数は比較的少なく損傷は段落とし部に集中する傾向となっている。

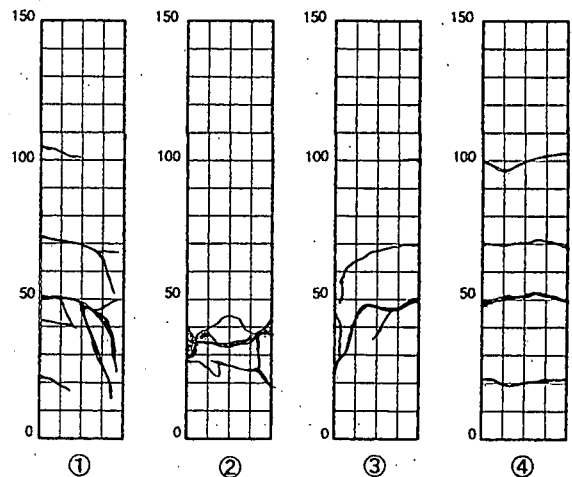


図-8 供試体の破壊状況

4. まとめ

精度の高いリニアウェイに台車と供試体を乗せて衝突時間制御の基で衝撃的加速度入力を行う実験方法でも、橋脚等の柱部材の P- δ 曲線を十分評価できると考えられる。しかし、変位に関しては段落とし部に損傷が集中していることから、この点での曲率が大きくなり計算値より変位が大きくなったものと推測される。なお、今後、動的な交番載荷時の耐力、荷重評価方法、さらには 1 δ y の決定方法を研究していくことが重要と思われる。