

日本道路公団 正会員 中村正人
石井孝男
曾田信雄

1. まえがき

地震時外力を受ける鉄筋コンクリート（以下RC）構造物を合理的に設計するためには、その動的挙動を把握しなければならない。現在の耐震設計は一般的に震度法に基づき動的な力を静的に置きかえ設計を行っている。

また、その設計法の基となった基本的力学性状も静的試験結果によっているのが現状であり、動的な性状に関する実験および研究はきわめて少なく、よってRC橋脚等の動的性状も十分解明されたとは言いがたい。今後の耐震設計および動的解析の精度向上の爲にも動的外力下におけるRC構造物の性状を解明するための実験の蓄積が必要である。

このように見地から、本研究は、一般的中小規模のRC橋脚を縮小したモデルの破壊モード、動的耐力、および変形性能を知る目的で振動台を用いた動的破壊実験を行ったものである。また、アクチュエーターを用いた静的正負交番実験を行い両実験結果を比較検討しRC橋脚の耐震性に関する基礎資料を求めた。

2. 実験概要

実験ケースは静的正負交番実験1ケースと動的破壊実験2ケースである。供試体の形状、寸法、および配筋は3体とも同一とし図-1に示すとおりである。

静的実験の載荷方法——予めコンクリートで製作した反力ブロックに柱部分が水平になるように供試体を設置する。そしてPC鋼棒を介して供試体フーチング部に反力をとり、柱頭部からジャッキにより左右の軸力を与える。しかるのちアクチュエーターにより柱軸と直角方向にせん断スパン比5の位置で載荷する。載荷パターンは変位制御の漸増交番載荷とし各ステップでの繰返し回数は1回とした。測定は鉄筋のひずみ、コンクリートの縁ひずみ、載荷荷重、およびひびわれ状況について行った。

動的実験の載荷方法——柱が鉛直になるように供試体フーチング部を振動台に固定したのち、柱頭部に重量4tの重錘を取付ける。重錘の取付けは、供試体振動時の柱頭部回転角により柱頭部に大きな回転慣性力が作用しないように重錘が柱に対して自由に回転出来るように構造とした。しかるのち地震波入力による振動を与えた。地震波は、開北橋TRC（宮城県沖地震）と八戸港NS（十勝沖地震）の2種類とした。加振実験は地震波を時間的に2回に縮小して行った。加振加速度は、最初最大加速度が100 galとなるように1波加振し、次に最大加速度300 galに2波加振する、以降300 galづつ増加させて同様に加振し破壊に至らしめる。測定は鉄筋のひずみ、コンクリートの縁ひずみ、フーチング上面と柱頭部の加速度、柱頭部の変位、およびひびわれ状況について行った。

3. 実験結果および考察

①. 供試体の共振振動数

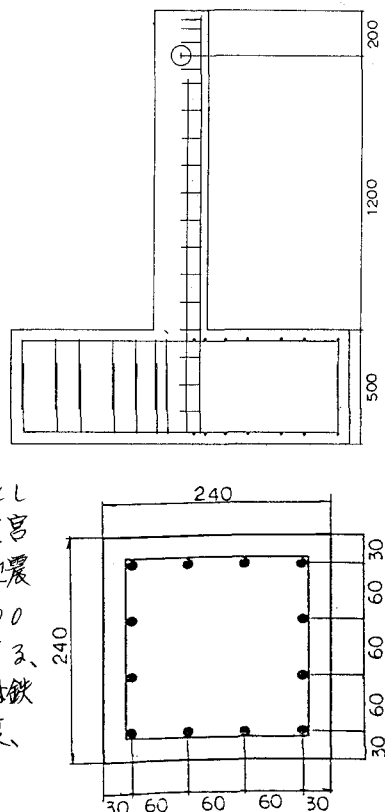


図-1 供試体 形状・寸法

供試体の共振振動数は図-2のとおり地震波最大加速度が増加するにつれ減少する。開北橋地震波加振の供試体共振振動数は、100gal加振のとき6.8Hz、1500gal加振のとき3.4Hzである。また八戸港地震波加振の供試体共振振動数は100gal加振のとき6.1Hz、1800gal加振のとき3.0Hzである。共振振動数から推定する供試体の剛性低下率は開北橋で0.25、八戸港で0.24となる。

②. 減衰定数について

静的実験における履歴曲線から算定した減衰定数は各塑性率において武藤の式 $\eta = \frac{1}{n} (1 - \frac{1}{n})$ とほぼ一致していた。

動的実験における減衰定数の算出法としては、履歴曲線からの法、地震波の加速度応答スペクトルからの法、伝達関数による $\frac{1}{n}$ 法、および自由振動の対数減衰率がある。履歴曲線からの法は加速度応答スペクトルからの法によるものは主に履歴減衰、伝達関数による $\frac{1}{n}$ 法と自由振動の対数減衰率は主に粘性減衰と考えられる。今回の実験結果を以上から推察すると $\eta_{gulkan} = 0.2 (1 - \frac{1}{n}) + 0.02$ とほぼ一致すると思われる。

③. 復元力特性

動的試験の水平荷重は重錘重量(4t)/重力加速度(980gal)×柱頭部応答加速度(gal)により計算したものである。最大荷重は静的載荷に比して処女載荷側(正方向)の方が多少大きかった。変位については動的載荷においては一方に片よって変位が増加するよう傾向が見られた。全般的に静的実験と動的実験の荷重変位包絡線は図-4に示すようによく一致している。

4. 結論

今回静的動的実験において、破壊モードおよび荷重-変位の履歴特性が非常によく一致したこと、また主鉄筋の低サイクル疲労の影響が少なかったことから、静的実験で動的耐力を推定する場合は各変位段階で1回の正負交番載荷方法が適当と考えられる。

5. あとがき

静的正負交番実験と地震波力による動的実験結果が耐力および塑性ともほぼ一致したことから動的応答値と等しい応力が橋脚部材に生じることが確認できた。構造物の存置期間中にどのくらいの地震入力を何回受けるかを推定し設計に繰り入れること、また変形性能と簡易な計算方法で推定出来るような等価剛性および等価減衰の設定法の検討が今後重要であるという認識を深めた。

これらの資料が中小橋脚の耐震設計上の一資料になれば幸いである。

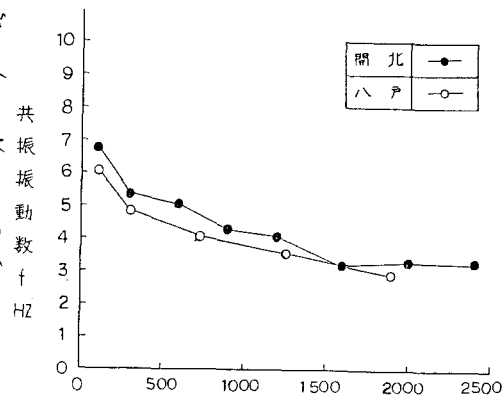


図-2 地震波最大加速度 Gal 共振振動数と入力加速度

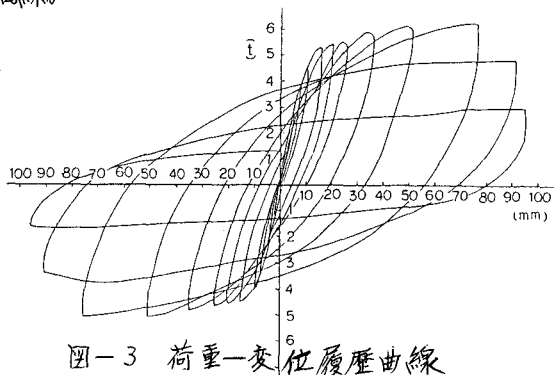


図-3 荷重-変位履歴曲線

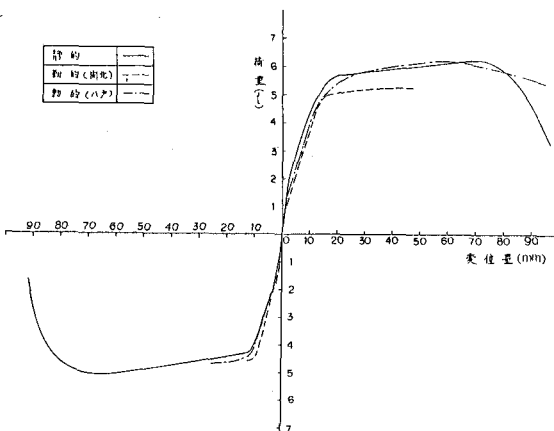


図-4 荷重-変位 包絡線