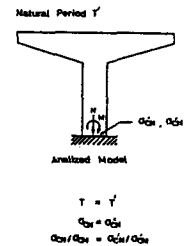
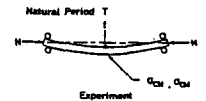


京都大学工学部 正員 家村 浩和
 京都大学工学部 正員 山田 善一
 京都大学工学部 正員 伊津野和行
 阪神高速道路公団 正員 水元 義久

1. はじめに 地震によって構造物が損傷を受けた場合、その修復・補強という問題が重要となってくる。本研究は、軸力作用下におけるRC柱模型の Online Hybrid地震応答実験を行ない、鋼板接着工法などによる修復・補強効果を検討したものである。[1]

2. 実験システムと供試体の概要 本研究での想定構造物は、Fig.1 に示す一柱式のRC橋脚である。橋脚下端での応力状態が、供試体スパン中央部に再現されるよう、軸力および曲げモーメントの値を決定した。中央部での変位を x 、復元力を $F(x)$ とすると、1自由度としての運動方程式は次式で表わされる。

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + F(x) = -m\ddot{z}$$
 ハイブリッド実験のシステム HYLSER (Hybrid Loading System of Earthquake Response)は、上式をマイクロコンピュータで数値積分する際に、履歴復元力特性 $F(x)$ を実験供試体から直接取り込むというものである。このシステムの特徴は、地震応答が部材の損傷に及ぼす影響および部材の損傷が構造物の地震応答に及ぼす影響の両者を同時に精度よく解明できる点にある。その概要を Fig.2に示す。供試体の形状は10×15cmの矩形断面複鉄筋柱で、載荷スパン長は 150cmである。鉄筋比 p が 1.1% でコンクリートの軸圧縮応力 σ_c が 20kg/cm² のものと、 p が 3.1% で σ_c が 10kg/cm² のものを採用した。そして入力地震波形としては El Centro NS 記録 (1940) および八戸 NS 記録 (1968) の強震部分30秒間を、実際の時間を80倍に引きのばして使用した。



本研究では、Table 1 に示す計13体の供試体を用い、各種の修復工法を実施したが、ここでは鋼板接着を行なった部材 (No.1, 6, 11)についてのみ報告する。処女載荷および修復後の載荷順序を Table 2に示す。また、各供試体の履歴ループを Fig.3に示す。

3. 処女載荷 (1st Loading) および未修復再載荷実験 (2nd Loading)

まず処女載荷では、入力地震動が小さいため小さなひび割れが入った程度で損傷はわずかである。履歴ループの形状も安定している。No.1, 6 の供試体の降伏加速度は約 85 gal,

Fig.1 A Bridge Pier Model & Experiment

Table 1 Sequence of Loading

	鉄筋比 p	軸力 N	処女載荷	再載荷試験 (未修復)	修復部材の載荷試験			鋼板接着部材 の破壊試験
					エポキシ注入	主鉄筋接続	鋼板接着	
1	1.1 %	4.0 t $\sigma_c = 20 \text{ kg/cm}^2$	100HCN→250ELT					100HCN→250ELT
2			150HCN→200ELT					
3			200HCN→200HCN					
4			250HCN→250HCN					
5			300HCN→300HCN					
6			150ELT→300ELT					150ELT→300ELT
7			200ELT→200ELT					
8			250ELT→250ELT					
9			300ELT→300ELT					
10		2.0 t $\sigma_c = 10 \text{ kg/cm}^2$	150ELT→300ELT (N=4.0t)		150ELT			
11	3.1 %	2.7 t $\sigma_c = 10 \text{ kg/cm}^2$	150ELT→250ELT (N=4.0t)					150ELT→300ELT
12			200ELT→200ELT		200ELT			
13			300ELT→300ELT			300ELT		

鉄筋比 1.1% の2本 (No.1, 6)は中

digits ; maximum value of accelerogram (gal)
 ELT ; El Centro (NS) HCN ; Hachinohe (NS)

央部でコンクリートが圧壊をおこし鉄筋は完全に座屈した。同じ強度の地震波を処女載荷した同一断面の他の部材 (No.8, 9) では、このように大きな破壊は見られなかった。つまり、小規模地震のあと外見上微小なひび割れしか入っていない部材でも2度めの地震に対しては非常に大きな応答を示し崩壊に至る可能性がある。これに対して、鉄筋比 3.1% の供試体 (No.11) は、他の2本ほど激しい破壊は示さなかった。これはこの部材の降伏加速度が大きいため、入力加速度が相対的に低かったことによるものと考えられる。

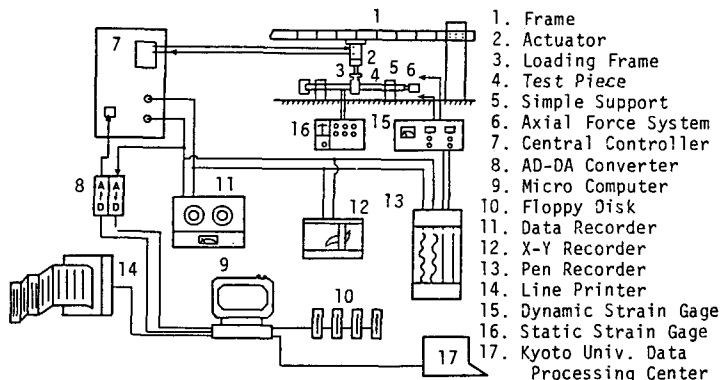


Fig.2 HYLSEK
(Hybrid Loading System of Earthquake Response)

4. 修復載荷実験 (3rd Loading) 未修復再載荷実験によって破壊した部材の外周に、鋼板を配置しエポキシ樹脂の注入によって接着した。鉄筋比 1.1% の部材のうち1本 (No.6) はひび割れ部のみを覆う長さとし、他の2本はひび割れ部の約2倍の長さとした。鋼板の厚さは、断面2次モーメントが主鉄筋と同じ値になるよう決定した。この工法は ①現場施工が容易に行なえる ②軸力がある程度作用した状態でも修復・補強ができる、などの特長がある。修復後、処女載荷時と同じ地震波形を入力した。履歴ループを見るとわかるように、強度が処女載荷時よりかなり増加しており、いずれの場合もあまり塑性域に入っていない。これは主鉄筋がまったく働かないと仮定して鋼板厚を計算したが、実際にはまだかなり有効に働いていたためと考えられる。また鋼板をエポキシ樹脂で接着することにより、塑性ヒンジの発生する位置が、部材中央部から鋼板端部へと移動することも大きな要因であろう。

5. 再載荷破壊実験 (4th Loading) 修復部材の終局領域における挙動を調べるために、最大加速度が 250 gal あるいは 300 gal の地震波を再入力した。ひび割れ部の長さと同じ長さの鋼板を接着した供試体 (No.6) は、完全な破壊をおこした。鋼板の端部においてコンクリートが圧壊をおこし、供試体がほぼ切断される程度の大きな損傷を受けた。それに対して他の2体では、中央部において鋼板がはがれ、コンクリート中央部でひび割れがおこった。履歴ループの形状は安定しており、壊滅的な破壊には至っていない。このことから考えて、鋼板の長さの設定には十分な検討が必要であるといえよう。鋼板接着以外の修復工法の結果については講演時に発表する。

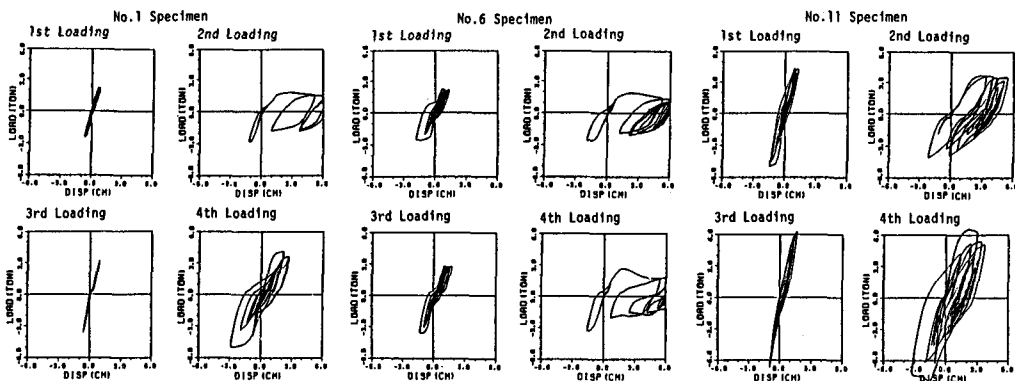


Fig.3 Hysteresis Loop of Original and Repaired Specimens