

実高架橋の柱部材を用いた補修効果確認実験

東海旅客鉄道(株) (正) 稲熊 弘 (正) 町田文昭 (正) 中嶋 繁
 清水建設(株) (正) 滝本和志

1. はじめに

東海道新幹線品川駅新設に伴い、一部の RC ラーメン高架橋(以下、高架橋という。)が解体・撤去された。ここでは、解体予定の高架橋から切出した柱部材を用いて、一度地震による被災を受け、それを補修した場合における柱部材の復元効果を交番載荷試験により確認したので報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体の種類

試験体は、曲げ破壊先行型を1体 (TRC1) と、せん断破壊先行型を1体 (TRC2) の2体とし、跳ね出しスラブ付きの柱部材の上下を逆さまにした試験体とした。高架橋柱部材の破壊形態は、もともと曲げ先行破壊であることから、TRC2 はせん断破壊になるように、柱長さを切断した。

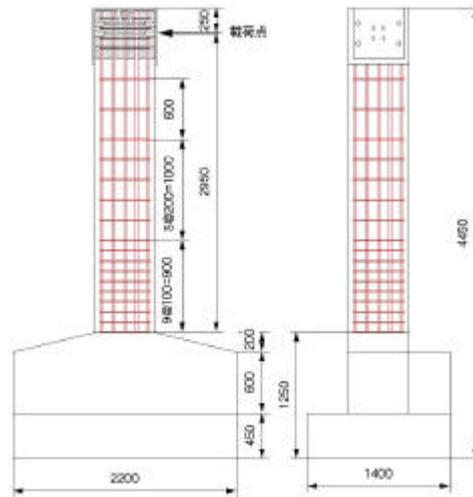


図1 TRC1の配筋図

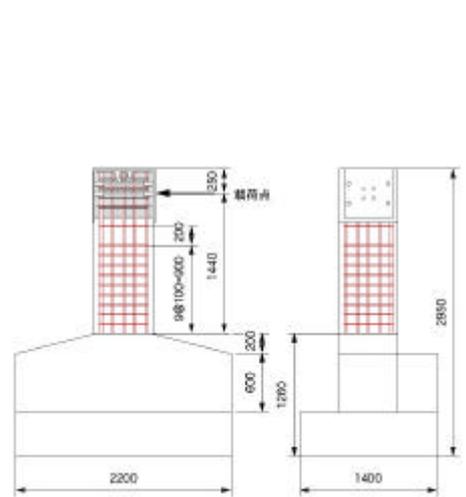


図2 TRC2の配筋図

柱部材の寸法は600mm×600mmであり、各試験体の配筋図を図1、2に示す。また、試験体の材料特性値を表1に、耐力計算値を表2に示す。

(2) 実験方法

実験におけるパラメータは、破壊形態と補修方法とした。実験は、交番載荷試験により各試験体を損傷させ、補修したのち、再度交番載荷試験を実施した。

(3) 載荷方法

載荷方法は、計算降伏荷重の75%の予備載荷と降伏変位(1 y)の整数倍の変位(±1 y、±2 y、±3 y...)での橋軸方向を対象とした交番載荷とし、繰り返し回数は正負1回ずつとした。なお、降伏変位は、事前に解析した計算降伏荷重での交番載荷試験におけるその変位とした。

載荷範囲は、TRC1は負勾配領域における計算降伏荷重とし、TRC2はせん断耐力とした。TRC1及びTRC2を補修した試験体の載荷については、もとの試験体と同変位の載荷制御とし、負勾配領域における計算降伏荷重の70%を低下するまで載荷した。

表1 試験体の材料特性値

	コンクリート		軸方向鉄筋		帯鉄筋	
	f_c	E_c	f_{sy}	E_s	f_{sy}	E_s
	N/mm ²	kN/mm ²	N/mm ²	kN/mm ²	N/mm ²	kN/mm ²
TRC1	51.4	38	351.5	194	325.3	200
TRC2	37.3	28				

表2 試験体の耐力計算値

	M_u	V_{mu}	V_y	V_y / V_{mu}
	(kN・m)	(kN)	(kN)	
TRC1	644.1	218.3	241.2	1.10
TRC2	569.0	395.2	326.2	0.83

表3 試験体の補強仕様

試験体	補修仕様
TRCR1	<ul style="list-style-type: none"> 補強鋼板$t=6\text{mm}$ (SM400) 帯鉄筋D10 (SD345) ctc150mm 無収縮モルタル充填厚$t=50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ エポキシ樹脂注入(小ひびわれ箇所)
TRCR2	<ul style="list-style-type: none"> 補強鋼板$t=6\text{mm}$ (SM400) ポリマーセメントスラリー充填厚$t=4\text{mm}$以上 ポリマーセメントスラリー注入(大ひびわれ箇所) エポキシ樹脂注入(小ひびわれ箇所)

キーワード：RC ラーメン高架橋，補修効果，交番載荷試験，累積エネルギー吸収量

〒454-0815 名古屋市中川区長良町 1-1 TEL 052(363)7924 FAX 052(363)1501

(4) 補修方法

補修方法は、地震直後の応急復旧を想定して、厚さ 6mm の鋼板を隅角部で溶接する方法とした。TRC1 を補修した試験体 (TRCR1) と、TRC2 を補修した試験体 (TRCR2) の補修仕様を表 3 に示す。

3. 実験結果

TRC1 の塑性ヒンジ箇所及び破壊形態は、ハンチと柱の接合部における曲げ破壊であった。+6 y の載荷時において、軸方向鉄筋の座屈に伴い、急激に荷重が低下した。

TRC2 の破壊形態は、曲げ降伏後のせん断破壊であった。-2 y の載荷において発生した斜めひび割れが、-6 y の載荷時に開口し、終局に至った。

TRCR1 の塑性ヒンジ箇所及び破壊形態は、ハンチ部の柱の接合部内における曲げ破壊であった。-10 y の載荷時において、軸方向鉄筋が 2 本破断し、+11 y の載荷では、計算降伏荷重の 70% に低下した。

TRCR2 の塑性ヒンジ箇所及び破壊形態は、TRCR1 と同様であった。+11 y の載荷時において、軸方向の側方鉄筋が面外にはらみ出したものの、+12 y まで設計降伏荷重を維持した。その後、コンクリートの圧縮破壊により、+15 y の載荷時に大きく荷重が低下した。

TRC1 と TRCR1、TRC2 と TRCR2 の荷重 - 変位履歴曲線を図 3、4 に示す。

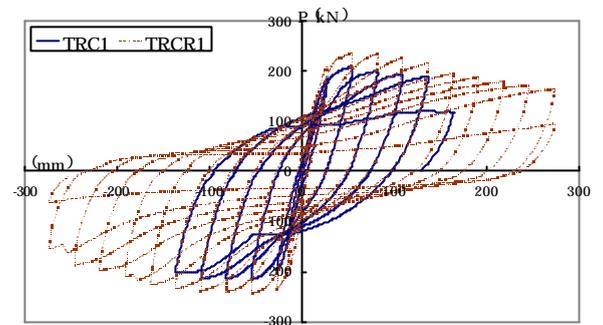


図 3 TRC1/TRCR1 の荷重 - 変位履歴曲線

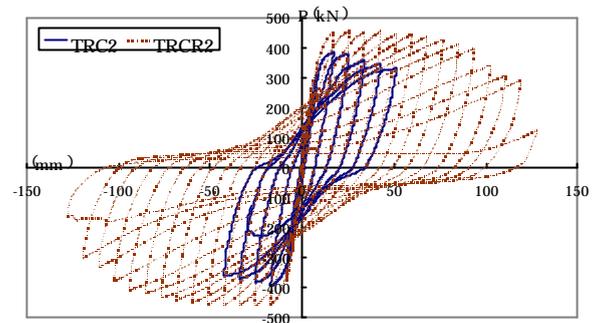


図 4 TRC2/TRCR2 の荷重 - 変位履歴曲線

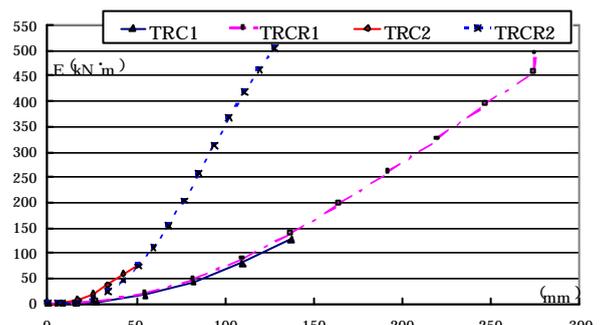


図 5 各試験体の累積エネルギー吸収量の比較

4. 考察

TRC1 と TRCR1 及び TRC2 と TRCR2 の累積エネルギー吸収量の比較を図 5 に示す。無損傷の無垢の試験体より、一度損傷をさせて補修した試験体の方が、エネルギーの吸収量も向上している。これは、エポキシ樹脂や高強度のモルタルを用いた補修により、もともとの柱部材の剛性を上回り、塑性ヒンジ箇所が下方に移動し、せん断スパンが大きくなったことによるものと考えられる。

図 6 に TRCR2 の載荷点変位に占める回転変形の割合を表す荷重 - 変位履歴曲線を示すが、応答変位と回転変位がほぼ同一であることから、柱部は剛体変形していたことが伺われる。

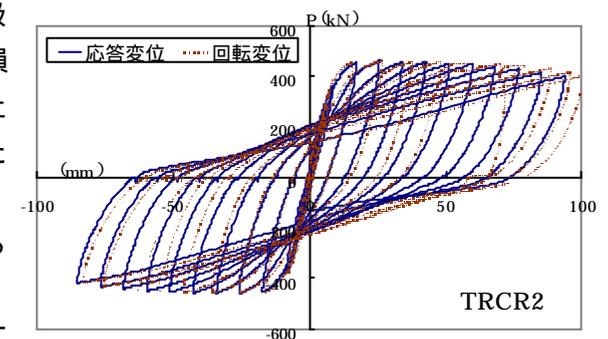


図 6 載荷点変位に占める回転変形の割合

5. まとめ

一度被災した柱部材でも、ひび割れを樹脂により確実に補修し、コンクリートの圧壊部を断面修復すれば、もとの保有性能と同等以上に復元することができた。ただし、被災を受けた RC 部材は、低サイクルによる鉄筋の疲労破断が懸念されるため、鉄筋の亀裂の有無を確認し、亀裂がある場合には、適切な補強あるいは取替を行う必要がある。