

アーチ型鋼材により補強した RC 梁部材の交番載荷試験

東急建設(株) 正会員 ○黒岩 俊之 正会員 前田 欣昌 北沢 宏和
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕 正会員 田所 敏弥

1. はじめに

兵庫県南部地震による被災を教訓に、既存鉄道構造物の緊急耐震補強として、主に脆性的に破壊する高架橋柱部材の耐震補強が各種巻立て工法により進められている。一方、ビームスラブ式の鉄道高架橋の梁部材については、スラブと一体になっているため補強材を巻き立てることが難しく、適用可能な補強工法も限られているのが現状である。そこで、筆者らは梁部材の曲げおよびせん断補強を可能とするアーチサポート工法を開発した。

本工法は、高架橋の鉄筋コンクリート梁をアーチ型に補強する外観上の特徴に加え、補強鋼材であるアーチ状に加工した鋼材(アーチサポート)とせん断補強筋の下端をボルト接合し、アーチサポートを吊底型枠としてコンクリートを打設することで、従来のコンクリート巻立て補強工法における、中間支保工とせん断補強筋のフレア溶接による閉合の省略を実現している(図-1)。

本稿では、アーチサポート工法により補強した梁部材の構造性能確認試験について報告する。

2. 試験体および実験方法

試験体の諸元を表-1に、配筋図を図-2, 3に示す。

試験体は、梁スパンの1/2をせん断スパンと仮定した片持ち載荷式の縮小モデル試験体(縮尺1/2)とし、補強部分のせん断補強筋形状の異なる試験体を2体製作した。せん断補強筋の形状は、スラブに対して定着する直線タイプと折曲げて梁側面に定着するL形タイプの2タイプとした。既設部材への定着長は直線タイプが15φ、L形タイプは直角フックの曲げ形状(余長12

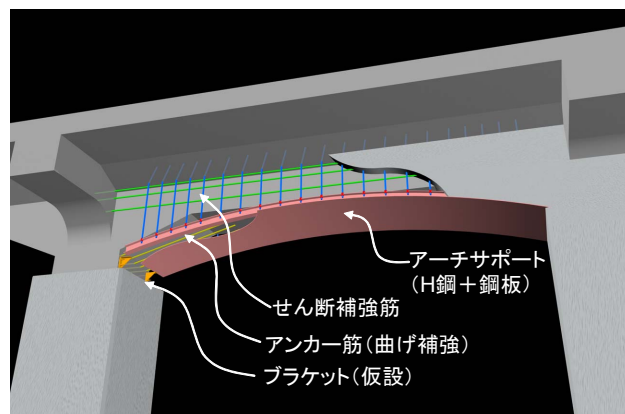
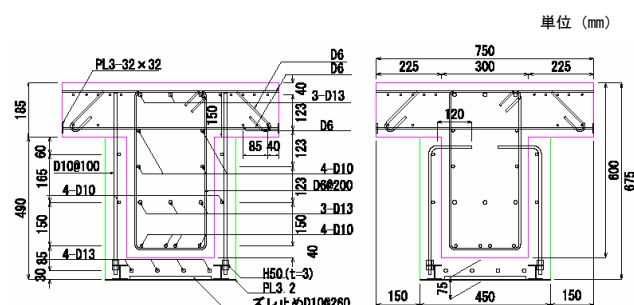


図-1 アーチサポート工法の概要



No. 1 (直線タイプ) No. 2 (L 形タイプ)

図-2 試験体配筋図(断面)

表-1 試験体諸元

試験体 No.	断面寸法(mm)		せん断ス パン a	a/d	軸方向鉄筋比(%)		せん断補強筋(%)		せん断 補強筋形状
	幅 b	高さ d			梁上側	梁下側	既設部	補強部	
1	450	675	1350	2.0	0.23	0.26	0.07	0.32	直線
2									L形

注) 断面寸法および鉄筋比は試験体下端の値

表-2 鋼材引張試験結果

種類	降伏強度 f_y (MPa)	降伏ひずみ ε_y (μ)	弾性係数 E_s (GPa)
D13	397	2050	194
D10	388	2130	183
D6 *	339	3830	185
t=3.2mm*	301	3530	197
t=3mm	360	1760	205

* 0.2%オフセット値

表-3 コンクリート圧縮試験結果

試験体 No.	種類	圧縮強度 f_c (MPa)	弾性係数 E_c (GPa)
1	既設	34.6	26.0
	補強	36.0	26.3
2	既設	39.3	25.3
	補強	43.0	26.1

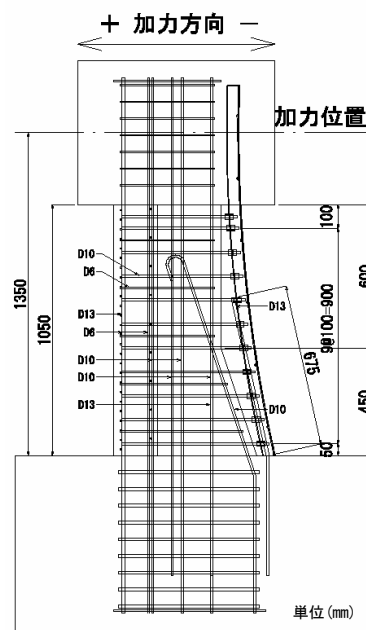


図-3 試験体配筋図 (No. 1)

キーワード 鉄道高架橋, 梁部材, 補強, 交番載荷試験

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設(株) TEL 03-5466-5272

φ)に準じた。曲げ補強アンカー筋の梁側の定着長(アーチサポートとの重ね継ぎ手長)は梁高と同じ長さとした。試験体にはあと施工アンカーを定着するためのスラブを模擬した。また、梁軸直角方向のスラブ筋の端部は32mm角のプレートで定着した。

試験体の製作は、まず補強前の部材を製作し、巻立て部分のコンクリート表面の目荒しを行い、エポキシ樹脂系のあと施工アンカーにより補強部分の軸方向鉄筋、せん断補強鉄筋を施工した。せん断補強鉄筋とアーチサポート鋼材をボルト接合し、高流動コンクリートを打設した。使用材料の諸元を表-2, 3に示す。

載荷試験は、梁下側引張を正方向とした正負交番載荷により行い、部材変形角Rで制御した。各部材変形角における繰り返し回数は、軸方向鉄筋が降伏するまで1回、降伏後を3回として漸増ピッチは $R=1/1000$, $1/500$, $1/250$, $1/150$, $1/100$, $1.5/100$, $2/100$, $3/100$, $4/100$ とした。

3. 実験結果

写真-1に $R=3/100$ (40.5mm)におけるひび割れ状況を示す。 $R=+1/500$, $-1/250$ において軸方向鉄筋が降伏後、各試験体は同様なひび割れ状態を示したが、せん断補強鉄筋の定着形状がL形タイプのNo.2では、 $R=-2/100$ においてスラブと増厚部の境界にひび割れが発生した。その後、 $R=3/100$ の繰返しで軸方向鉄筋の座屈により鋼板がはらみ出し、スラブ側のかぶりコンクリートが剥落、 $R=3/100$ の繰返しで軸方向鉄筋が破断して曲げ破壊した。なお、あと施工アンカーの拔出しによる既設部分と補強部分の分離、および軸方向鉄筋とアーチサポートの重ね継手が破壊する状態は観察されず、既設部分と補強部分は一体として挙動していた。

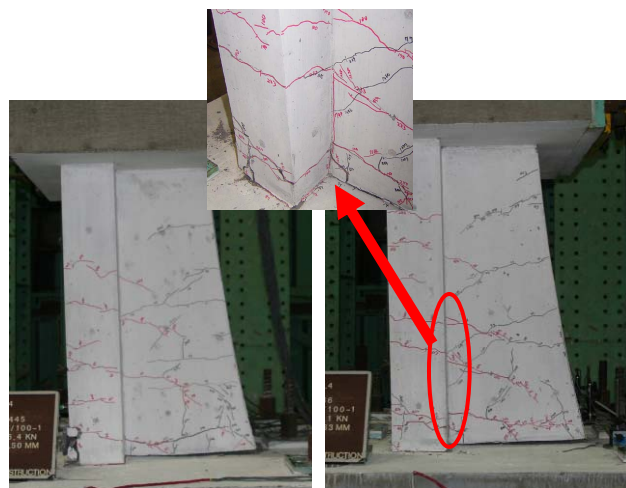
水平荷重-水平変形関係を図-4に示す。水平荷重-水平変形関係は、No.2の荷重がやや下回るものの、 $R=1/100$ の繰返しまでは直線タイプであるNo.1とほぼ等しく、エネルギー吸収に優れた履歴ループを示している。 $R=1.5/100$ の繰返し以降、No.1がややスリップ型の傾向を示すものの、 $R=3/100$ の繰返しまで降伏耐力以上を維持し、せん断補強鉄筋の定着形状の違いに関わらず同等の変形性能を有していた。また、表-4に示すように、試験体の降伏および曲げ耐力は、従来の耐力算定方法による、既設部分と補強部分の一体性を仮定したRC部材としての計算値とほぼ一致した。

4. まとめ

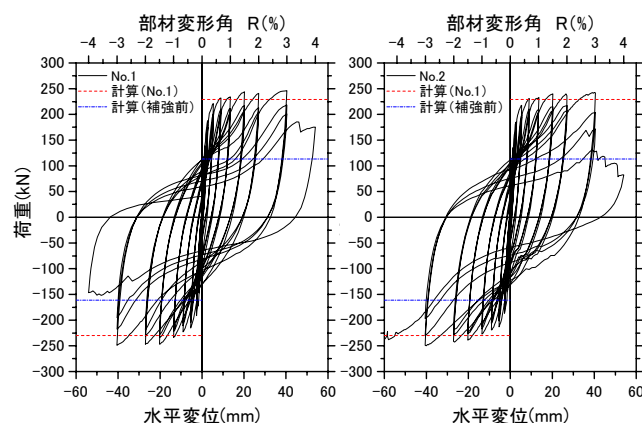
- ・アーチサポート工法により補強された梁部材は、既設部分と補強部分が一体として挙動し、曲げ破壊した。
- ・せん断補強鉄筋の定着形状の違いが耐力および変形性能に及ぼす影響は軽微であった。
- ・補強後の曲げ耐力は、既設部分と補強部分の一体性を仮定したRC部材としての計算値とほぼ一致した。

参考文献

- ・鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.4



No.1 (直線タイプ) No.2 (L形タイプ)
写真-1 損傷状態 (R=3/100)



No.1 (直線タイプ) No.2 (L形タイプ)
図-4 水平荷重-水平変形の履歴

表-4 試験体耐力一覧

試験体 No.	実験値 (kN)		計算値* (kN)		実験値/計算値	
	降伏耐力 Py	最大耐力 Pu	降伏耐力 Pyd	最大耐力 Pud	Py/Pyd	Pu/Pud
1	175	246	164	229	1.06	1.08
	-166	-249	-155	-230	1.07	1.08
2	175	243	166	230	1.06	1.06
	-159	-250	-157	-231	1.01	1.08

*計算値は材料試験値を用いて鉄道設計標準により求めた。