

## 鋼板接着補強を目的としたあと施工アンカー筋の実験的検討

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 服部 尚道  
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一  
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 田所 敏弥

## 1. はじめに

レンガ積み橋脚に鋼板接着補強を施す場合、鋼板をレンガ積みフーチングへ定着するためのアンカー筋と、鋼板をレンガ積みく体へ定着するためのジベル筋の定着性能が、補強後の耐震性を確保する上で重要な要素となる。そこで、レンガ積みフーチングへ定着するあと施工アンカー筋の定着性能を確認するため、レンガ積み供試体を用いたあと施工アンカー筋の引抜き試験を実施した。さらに、転倒破壊型のレンガ積み橋脚をモデルとした供試体を製作し、引抜き試験で実証したあと施工アンカー筋とせん断補強筋を目的とした貫通ジベル筋を用いた鋼板接着補強を施し、水平載荷試験を実施した。

## 2. 実験概要と実験結果

## 2.1 あと施工アンカー筋の引抜き試験

供試体の諸元と試験結果を表-1に示す。各アンカー工法の使用材料について、モルタル系はS/C=1.0（容積比）、W/C=35%の配合とし、接着系はエポキシ樹脂固着剤を用いた。鉄筋はD16（SD345）を用い、定着内部の鉄筋ひずみ分布を確認するためにひずみゲージを貼付した断面欠損有の鉄筋と、レンガ積みく体の引抜き耐力を検証するための断面欠損無の鉄筋を用いた。削孔径については、モルタル系は26mm、接着系は31mmとした。なお、リブの延長方向に溝切りを設けた断面欠損有の鉄筋は、ひずみゲージのリード線による付着力低下を防止するため、配線後にコーティング材で保護した。載荷は一方向の静的引張とした。載荷装置を写真-1に示す。

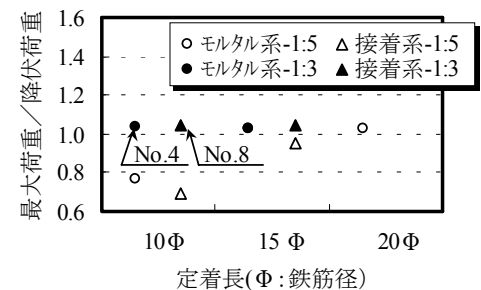


写真-1 載荷装置

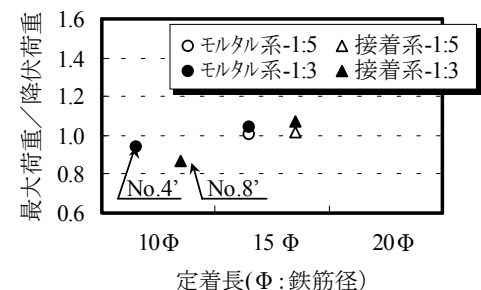
表-1 供試体の諸元と試験結果

供試体 No.	定着長 (Φ:径)	アンカー工法 圧縮強度(MPa)	目地引張強度 縦目地(MPa) (容積比)	最大荷重(kN)*		破壊形式
				断面 欠損有	断面 欠損無	
No.1	10Φ	モルタル系(81.5)	1.08(c:s=1:5)	52.3	—	引抜破壊
No.2	15Φ	モルタル系(81.5)	1.08(c:s=1:5)	69.6	—	鉄筋降伏
No.2'	15Φ	モルタル系(71.6)	1.17(c:s=1:5)	—	78.5	鉄筋降伏
No.3	20Φ	モルタル系(62.9)	1.03(c:s=1:5)	69.8	—	鉄筋降伏
No.4	10Φ	モルタル系(81.5)	1.68(c:s=1:3)	70.2	—	鉄筋降伏
No.4'	10Φ	モルタル系(71.6)	1.66(c:s=1:3)	—	73.6	コン破壊
No.5	15Φ	モルタル系(62.9)	1.68(c:s=1:3)	69.7	—	鉄筋降伏
No.5'	15Φ	モルタル系(65.0)	1.65(c:s=1:3)	—	81.2	鉄筋降伏
No.6	10Φ	接着系(50以上)	1.04(c:s=1:5)	46.8	—	引抜破壊
No.7	15Φ	接着系(50以上)	1.03(c:s=1:5)	64.9	—	供試体破壊
No.7'	15Φ	接着系(50以上)	1.16(c:s=1:5)	—	78.9	鉄筋降伏
No.8	10Φ	接着系(50以上)	1.69(c:s=1:3)	70.9	—	鉄筋降伏
No.8'	10Φ	接着系(50以上)	1.67(c:s=1:3)	—	67.4	引抜破壊
No.9	15Φ	接着系(50以上)	1.69(c:s=1:3)	70.7	—	鉄筋降伏
No.9'	15Φ	接着系(50以上)	1.66(c:s=1:3)	—	83.8	鉄筋降伏

注) D16 の材料特性 断面欠損有:  $f_{sy}=370\text{MPa}$ ,  $P_y=67.9\text{kN}$   
 断面欠損無:  $f_{sy}=392\text{MPa}$ ,  $P_y=77.9\text{kN}$



(a) 断面欠損有の鉄筋



(b) 断面欠損無の鉄筋

図-1 荷重比と定着長の関係

キーワード レンガ橋脚, 引抜き試験, 水平載荷試験, アンカー筋, 鋼板接着補強, ジベル筋

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL042-573-7281

図-1に、降伏荷重に対する最大荷重の比と定着長の関係を示す。その結果、断面欠損有の鉄筋では目地モルタル配合がC:S=1:3（容積比）で定着長が10Φの場合において降伏荷重を上回ったが、断面欠損無の鉄筋では降伏荷重を下回った。また、図-2に示すように、降伏荷重を上回った供試体の定着内部のひずみ分布は、アンカー工法や目地モルタル強度の違いに関わらずほぼ同様な傾向を示した。

## 2.2 鋼板接着補強レンガ積み供試体の水平載荷試験

引抜き試験で確認したあと施工のアンカー筋の適用性を確認するため、レンガ積み橋脚を対象とした鋼板接着補強レンガ積み供試体の水平載荷試験を実施した。補強目的は曲げせん断補強である。図-3に試験体諸元を示す。橋脚部の断面形状は210×870mmである。鋼板はt=6mmを用い、載荷面にセメント系充填材(W/C=45%, 圧縮強度 69.8N/mm<sup>2</sup>)で接着した。アンカー筋はD16を1本ずつ両側に配置した。せん断補強を目的としたジベル筋は、各段で1本ずつ貫通配置した。アンカー筋とジベル筋に用いた鉄筋は引抜き試験に用いた鉄筋と同様である。載荷時における目地引張強度（縦目地）は1.69N/mm<sup>2</sup>である。載荷方法は橋脚基部から845mmを載荷点とし、曲げひび割れ発生までは正負交番載荷、アンカー筋降伏後は一方向載荷とした。軸力は、橋脚基部の軸応力度1N/mm<sup>2</sup>相当を一定に載荷した。材料試験結果に基づく各計算耐力を次の通りである。平面保持を仮定した曲げ水平耐力は193kN、FEM解析に基づくレンガ負担分のせん断耐力は93kN、トラス理論を仮定したジベル筋負担分のせん断耐力は591kN、力の釣合いから求めた転倒水平力は93kNである。

写真-2に荷重低下後の破壊状況、図-4に水平力と水平変位関係を示す。損傷進展状況は、±150kN(±1.5mm)載荷時に橋脚基部の目地における曲げひび割れが発生、+173kN(+2.8mm)載荷時にアンカー筋が降伏、+185kN(+4.2mm)載荷時に橋脚基部から3段目の目地部の曲げひび割れが発生後、+195kN(+8.2mm)載荷時には4~5mm程度に進行、+198kN(+9.8mm)載荷時に45度方向の目地切れが発生、+200kN(+15.0mm)載荷時に橋脚基部から3段目の目地部の曲げひび割れ幅が7mm程度に進行したところで荷重低下に至った。破壊形式は、アンカー筋降伏後の橋脚基部におけるせん断破壊であった。アンカー筋降伏後、45度方向の目地切れが発生したが、貫通配置したジベル筋により急激に水平力が低下して破壊に至ることはなかった。アンカー筋については、降伏以降も所定の定着性能を有することを確認した。

## 3. まとめ

あと施工アンカー筋の引抜き試験により、アンカー工法や目地モルタル強度の違いに関わらず、必要定着長は15Φであることを確認した。また、鋼板接着補強レンガ積み供試体の水平載荷試験により、アンカー筋の定着性能、鋼板接着による曲げ補強効果、ジベル筋によるせん断補強効果を確認した。ただし、曲げ補強した構造物については、橋脚基部においても所要のせん断耐力が要求されることから、今後、ジベル筋の配置および配筋量に関する検討が必要である。

## 参考文献

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所：あと施工アンカー工法設計施工の手引き，1988.11

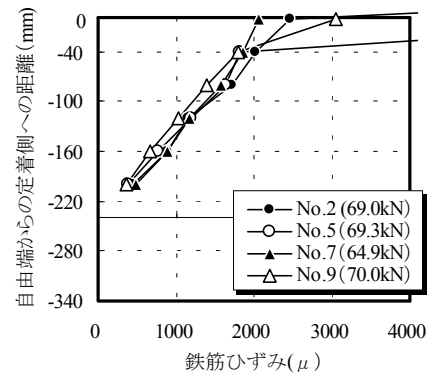


図-2 定着内部の鉄筋ひずみ分布

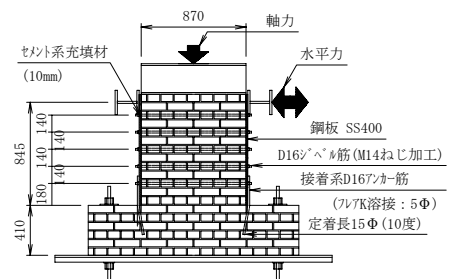


図-3 試験体諸元

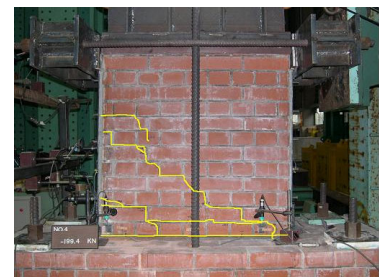


写真-2 破壊状況

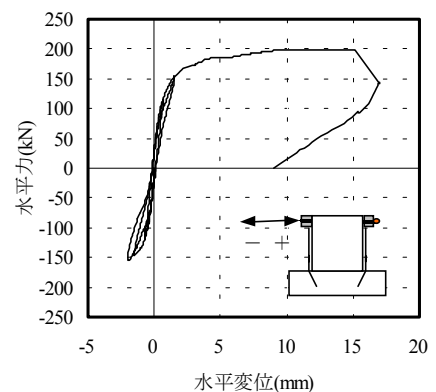


図-4 水平力と水平変位の関係