

国鉄 構設 正会員 小林 明夫
 ○国鉄 構設 正会員 古谷 時春

1. はしがき

レンガ造橋脚の強度は、目地部のモルタルの強度及びモルタルとレンガとの付着強度に大きく影響される。これらの関係を調べるため、目地モルタルの配合を変えてレンガ橋脚の模型を製作（一部現物橋脚のサンアリングアロックを含む）し、非破壊試験（超音波法、弾性波法）と曲げ破壊試験を行い、縦波速度と曲げ引張強度との関係を見出した。

一方、基本的には断面を大きくしない各種補強法（鋼棒縫合補強、モルタル吹付け補強、鋼繊維モルタル吹付け補強、鋼板巻き補強）を模型レンガ橋脚に施し、それらの有効性を比較した。

2. 試験体諸元

2.1 目地強度試験

試験体を図-1に示し、目地の配合を表-1に示す。

2.2 補強試験体諸元

各種補強試験体を図-2(a)~(e)に示し、補強方法を表-2に示す。

表-1 目地の配合

試験体NO	配合(セメント:砂)
1	1 : 1
2	1 : 2
3	1 : 3
4	1 : 4
5	1 : 5
6	1 : 7
7	1 : 8
8	1 : 10
9	1:3 (ビニール入)
10	1:3 (荒廃セメント)

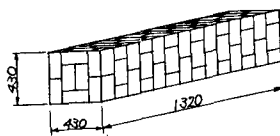
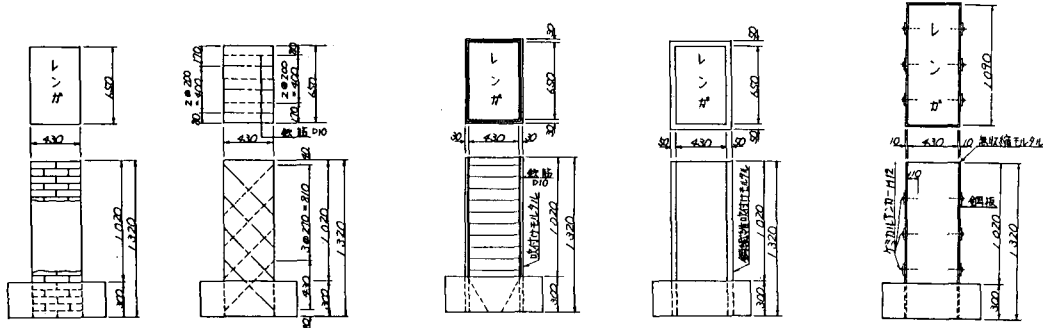


図-1 目地強度試験体



(a) 無補強

(b) 鋼棒縫合補強

(c) モルタル吹付け補強

(d) 鋼繊維モルタル吹付け補強

(e) 鋼板巻

図-2 各種補強法

3. 実験方法

3.1 目地強度試験

図-3に示すように、アムスラー試験機により一方向載荷した。載荷ピッチは0.2トンとした。

3.2 補強試験

図-4に示すように、試験台に一方向ジャッキを左右に取付け交番載荷とした。尚、荷重制御で、同一荷重5サイクルを基本とした。

表-2 補強法の概要

試験体NO	補強法	補強内容	使用材料
1	無補強	—	—
2	鋼棒縫合補強	試験体に斜め(45°)に孔を明け(孔径20mm)鋼棒を挿入し、樹脂注入する。	鋼棒: SD30, D10 樹脂: エポキシ樹脂
3	モルタル吹付け補強	鋼棒を付け根に斜めに定着し、試験体に沿わせて立ち上げ、その際モルタルを吹きつける。	鋼棒: SD30, D10 樹脂: エポキシ樹脂 モルタル: 1:3 速式
4	鋼繊維モルタル吹付け補強	試験体に鋼繊維入りモルタルを吹きつける。	鋼繊維: 長さ20mm モルタル: 1:3 混入率 %
5	鋼板巻き補強	試験体と平均10mmの隙間を設けて鋼板を巻き立て溶接を台する。その後、本体との隙間に無収縮クラウトを注入する。	鋼板: SS41, 厚1.6 クラウト: 無収縮モルタル

4. 実験結果

4.1 目地強度試験

目地強度試験の結果を図-5、表-3に示す。
尚、目地モルタルのみの縦波速度と圧縮強度の
関係は図-6に示す。

4.2 補強試験

補強試験の結果を表-4に示す。

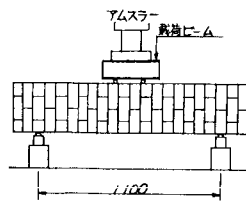


図-3 目地強度試験載荷装置

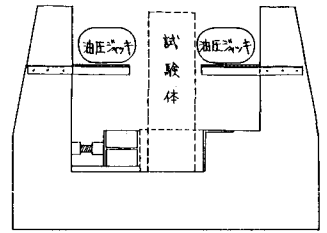


図-4 補強試験載荷装置

5. 考察

目地強度試

験において、
超音波、パン
ジット、弾性
波の各方法と
も縦波速度は

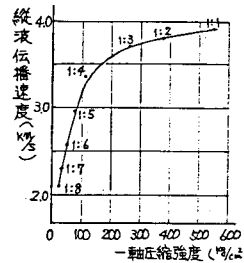
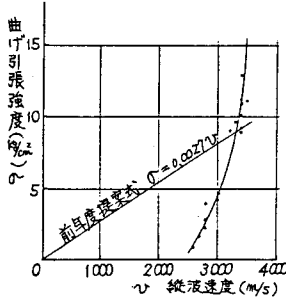


図-6 モルタルの縦波

表-3 目地強度試験結果

試験体NO	目地モルタル配合比	縦波速度 (m/s)	弾性係数 (kg/cm²)	破壊荷重 (t)	縦波速度 (m/s)	弾性係数 (kg/cm²)
1-1	1:1	3.400	3.400	5.85	10.49	
1-2	1:1	3.400	3.400	6.40	8.79	
2-1	1:2	3.400	3.400	5.50	7.17	
2-2	1:2	3.400	3.500	6.20	11.11	
3-1	1:3	3.400	3.500	6.26	11.22	
3-2	1:3	3.400	3.400	6.10	10.73	
4-1	1:4	3.400	3.400	7.20	12.71	
4-2	1:4	3.400	3.300	9.20	16.49	
5-1	1:5	3.200	3.200	5.40	8.97	
5-2	1:5	3.300	3.300	6.80	7.62	
6-1	1:7	2.800	2.800	1.70	2.82	
6-2	1:7	3.000	3.000	2.35	4.21	
7-1	1:8	2.800	2.800	1.30	2.21	
7-2	1:8	2.800	2.800	2.20	3.79	
8-1	1:10	2.600	2.600	0.50	0.83	
8-2	1:10	2.600	2.700	0.70	1.61	
9-1	1:3	3.300	3.300	5.50	9.86	
9-2	(吹付)	3.300	3.300	5.60	10.04	
10-1	1:3	3.300	3.400	3.70	6.97	
10-2	(吹付)	3.200	3.300	4.65	8.33	

ほとんど変ら 図-5 縦波速度と曲げ引張強度

速度と圧縮強度

なかった。目地モルタルの配合を変えることによって縦波速度と曲
げ引張強度との関係を前年の提案式と関係づけるように考えたが、

2500m/s以下の縦波速度は出せなかった。また、モルタルの配合が
1:1~1:5までは縦波速度がほとんどと変わらず、1:7~1:10になると
縦波速度も小さくなるが、曲げ引張強度は格段に小さくなる。実橋
脚の目地は1:3程度の配合比であり、1:7~1:10の配合はないので
これらは実際にはありえないものと考えられる。また、ビニール（
厚1mm）や発泡スチロール（厚10mm）の異物を挿入したものでは、
ビニールはほとんど影響なく、発泡スチロールでは強度は低下する
が縦波速度はほとんどと変わらず、この方法では検出できないことがわ
かった。実験結果も1:1~1:5までは前年度提案式が下限を示しているの
で、縦波速度と曲げ引張強度との関係は前年度提案式が妥当と考えら
れる。

補強試験において、鋼棒縫合補強は25%程度強度が増加するが、あまり大きな効果はみられない。鉄筋を入れ
たモルタル吹付け補強は計算では3.6tとなり、3-1はこれを大きく上回っているが、3-2は小さい。鉄筋の応
力には十分余裕があり、吹付けモルタルの強度に依存していることを示している。鋼繊維モルタル吹付け補強は、
縁底力度が20% kg/cm^2 となった。鋼板巻き補強は台座が破壊し、く体が抜出したもので、く体の破壊荷重は16.0
tよりも大きくなると思われる。また、引張側の鋼板が降伏するとして計算（ $\sigma_{sy}=2400\text{kg/cm}^2$ ）とすると17.7tと
なり、このような算定方法でもほぼよく、鋼板による補強は効果があることがわかった。

表-4 補強試験結果

試験体NO	補強法	破壊荷重 (t)	記 事
1-1		1.6	
1-2	無補強	1.2	アンアンアロツ
2-1	鋼棒縫合補強	2.0	
2-2		2.0	
3-1	モルタル吹付け補強	5.0	
3-2		2.8	アンアンアロツ
4-1	鋼繊維モルタル吹付け補強	8.0	
4-2		7.0	
5	鋼板巻き補強	16.0	ケミカルアンカー付き、台座破壊

6. あとがき

断面を大きくしない補強法の中で、モルタル吹付け補強は施工により大きく影響を受けるため安定した補強法
といえないが、鋼板巻き補強は効果のある方法である。また今後は、無筋コンクリート橋脚の健全度判定につ
いての研究もしてゆく必要があると考えている。