

V-72

レンガ造及び無筋コンクリート造橋脚の鋼板巻き補強に関する実験的研究

国鉄 構設 正会員 古谷 時春
 国鉄 構設 正会員 小林 明夫
 国鉄 構設 正会員 宮本 征夫

1. まえがき

国鉄の構造物のうち、橋台・橋脚においてはレンガ造、石積み、無筋コンクリート造のものが多く使用されており、全体の80%を超え、10万基以上にのぼっている。これらの古い構造物は約70%が40年以上を経過している。このうちレンガ造、石積みのものは全体の24%、約3万3千基あり、その90%が60年以上を経過している。古い構造物は順次鉄筋コンクリート造等に交換されつつあるが、全て交換するには膨大な時間と経費を要する。このため、交換までの間、これら老朽構造物を使用していくための補強方法の確立が重要な課題となっている。

そこで、河川の阻害率、基礎の支持力などの関係で断面を増加させること、重量の増加が困難な場合の補強方法の一つである鋼板巻き補強について模型実験を行い、ジベル量の決定方法、曲げに対する補強方法についての資料を得たのを以下に報告する。

2. 実験概要

ジベル効果を確認するためのはり供試体（A-シリーズ）、鋼板巻き補強をした橋脚供試体（鋼板とコンクリートはジベルで固定・B-シリーズ）の諸元を表-1に示す。

A-シリーズ供試体については、油圧式（100トン）試験機により静的曲げ試験を行った。測定項目は、各荷重段階における、たわみ、ジベル・鋼板のひずみ、ひびわれの状態である。

B-シリーズ供試体については、油圧ジャッキ（150トン）2台を用いて押しの交番水平載荷試験を行った。加力はプレロード後、予想破壊荷重を5段階程度に分けて1段階につき3回の繰返しを行った。測定項目は、各荷重段階における、躯体・フーチングの変位量、ジベル・鋼板・主鉄筋・アンカー鉄筋のひずみ、ひびわれ状態である。

3. 実験結果

A-シリーズの供試体の実験結果を表-2に示す。A-4供試体のジベルのひずみを図-1に、鋼板のひずみを図-2に示す。図-3は、A-シリーズの試験から得られる供試体の耐力とジベル総断面積との関係を示す。

表-1 供試体一覽表

ジベル効果を確認のためのはり供試体（A-シリーズ）

供試体 No.	ジベル径 (mm)	ジベル長さ (mm)	ジベルの 埋込み長さ (mm)	ジベルの 断面積 (cm^2)	鋼板厚 (mm)	鋼板 補強面	η
A-1	—	—	—	—	—	—	—
A-2	—	—	—	—	0.8	下面	—
A-3	$\phi 4$	8	2.0	1.01	0.8	下面	0.5
A-4	$\phi 4$	8	4.0	1.01	0.8	下面	0.5
A-5	$\phi 5$	10	2.5	1.98	1.6	下面	0.5
A-6	$\phi 5$	10	5.0	1.98	1.6	下面	0.5
A-7	$\phi 5$	10	2.5	1.98	0.8	下面	1.0
A-8	$\phi 5$	10	5.0	1.98	0.8	下面	1.0
A-9	$\phi 5$	14	3.0	3.66	1.6	下面	1.0
A-10	$\phi 5$	14	6.0	3.66	1.6	下面	1.0
A-11	D6	5	5.0	1.60	0.8	下面	1.0
A-12	D10	5	10.0	3.57	1.6	下面	1.0
A-13	$\phi 6$	10	3.0	2.82	0.8	下面	1.5
A-14	$\phi 6$	10	6.0	2.82	0.8	下面	1.5
A-15	$\phi 7$	15	3.5	5.77	1.6	下面	1.5

* 注 η = ジベルの総断面積/計算によるジベル総断面積

A-16	$\phi 7$	15	7.0	5.77	1.6	下面	1.5
A-17	$\phi 8$	14	3.0	3.96	0.8	下面	2.0
A-18	$\phi 8$	14	6.0	3.96	0.8	下面	2.0
A-19	$\phi 8$	15	4.0	7.54	1.6	下面	2.0
A-20	$\phi 8$	15	8.0	7.54	1.6	下面	2.0
A-21	—	—	—	—	1.6	4面	—
A-22	$\phi 7$	15 $\times$ 2	7.0	5.77 $\times$ 2	1.6	4面	—
A-23	$\phi 8$	3.0	3.0	5.82	0.8	下面	—
A-24	$\phi 7$	3.2	7.0	12.32	1.6	下面	—

鋼板巻き補強した橋脚供試体（B-シリーズ）

種別	供試体 No.	鋼板厚	鋼板補強面	主筋	布筋	ジベル	主筋比	布筋比
加筋コン クリート	B-1	1.6	側面	—	—	56 $\phi 8$	—	—
	B-2	1.6	側面+隅面	—	—	72 $\phi 8$	—	—
レンガ 供試体	B-3	1.6	側面	—	—	56 $\phi 8$	—	—
	B-4	1.6	側面+隅面	—	—	72 $\phi 8$	—	—
加筋コン クリート	B-5	—	—	6 D 16	9 D 13	—	0.26	0.22
	B-6	—	—	6 D 16	4 D 13	—	0.26	0.11

(注) ジベルの埋込み長は80mmとする

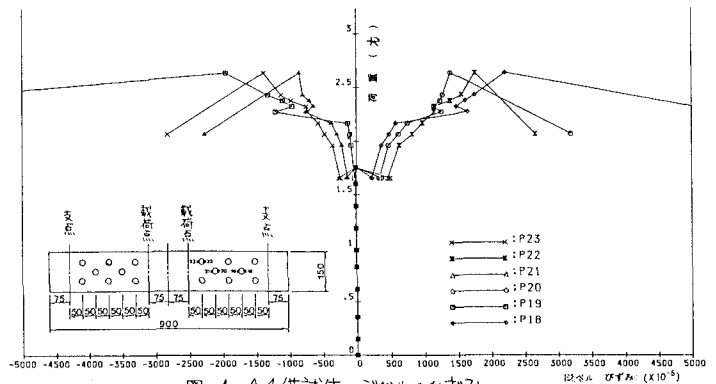


図-1 A4供試体のジベルのひずみ

B-シリーズ供試体の実験結果を表-3に示す。B1供試体の荷重-変位履歴曲線を図-4に示す。

4. 考察

図-1、図-2によれば、ジベル量が少い（計算値の0.5倍）ものについては、測定箇所のすべてのジベルが降伏ひずみを超えており、鋼板は降伏ひずみに達していない。ここには示していないが、ジベル量が多い（計算値の2倍）ものについては、ほとんどのジベルが降伏ひずみに達せず、鋼板が降伏ひずみを超えており、ジベル量が少ない場合と逆の現象が起きている。また、ジベル量が適正（計算値の1倍）のものは、ジベルと鋼板の両方が降伏ひずみを超える結果が得られており、計算値がほぼ妥当であると考えられる。

図-3によれば、

$$A_{0.5} = \frac{V}{\sigma_{sy} \cdot \mu} \quad \text{ここに、} V: \text{鋼板と鉄筋との間に生じるせん断力}$$

$A_{0.5}$: ジベル量、 σ_{sy} : ジベル筋の降伏応力度

μ : セン断マサツ係数(0.7)

から算出される断面積のジベルを配置すれば、鋼板を鉄筋と見なしRCの計算により求めた耐力（計算耐力）以上となることがわかる。また、ジベルの埋込み深さとしては、5中（中：鉄筋径）とれば計算耐力を上回ることがわかる。ジベルの埋込み深さ5中と10中を比較すると、鋼板厚に関係なくジベル量が計算値の0.5~1.5倍の範囲では10中供試体の耐力が大きい。ジベル量が計算値の2倍になると10中供試体の耐力が5中のそれよりも小さくなる。ことがわかる。

表-3によれば、鋼板巻き供試体の耐力(B1, B2, B4)はRC供試体(B6)の耐力とほぼ等しいので、橋脚の形式が無筋コンクリート造、レンガ造に関係なくRCの計算を行うことにより耐力を計算することが可能となる。

図-4によれば、履歴曲線の形状が一般のRC構造物について得られる蜂籠形状と異なり、ほぼS字形となっているが、耐力は変位の増加と共に増大している。これは、B-1以外の鋼板巻きについても同様な傾向が得られている。

また、鋼板巻き補強した供試体のじん性率としては、実験では10以上の値を得た。

表-2 A-シリーズ実験結果

試体番号	最大荷重 (t)	最大変位 (mm)	最大耐力 (t)	最大耐力係数 (mm)	最大耐力係数 (mm)
A1	1.10	B	—	—	—
A2	1.35	B	—	—	—
A3	2.01	B	-2165	721	1525
A4	2.63	B	-632	862	2211
A5	3.06	B	-2281	1007	8735
A6	3.62	B	-994	3718	—
A7	2.85	B	-358	2200	—
A8	3.41	B	-579	10634	—
A9	5.20	S	-2557	6804	3455
A10	5.99	S	-2446	2288	1031
A11	3.36	B	-301	1712	12525
A12	6.20	B	-3598	4100	2571
A13	3.82	B	-2083	21088	34628
A14	3.88	B	-6238	23184	1009
A15	6.82	S	-3373	8589	2579
A16	7.08	B	-2705	8185	2081
A17	8.42	B	-1170	48706	2921
A18	4.03	B	-1788	50117	2440
A19	6.30	S	-2726	5119	829
A20	5.17	S	-1887	2419	1073
A21	15.08	B	-1558	41368	—
A22	12.02	B	—	72899	229
A23	9.25	B	-4036	23254	24189
A24	16.11	B	-5314	3322	—

注：破断形式の欄で、Bは曲がり破断、Sはせん断破断を示す。

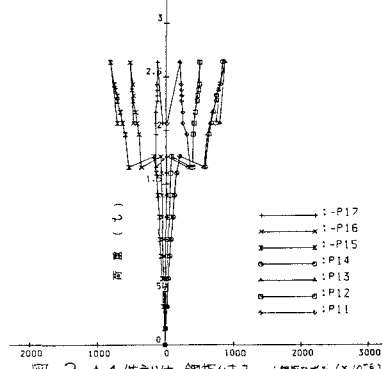


図-2 A4供試体の鋼板ひずみ

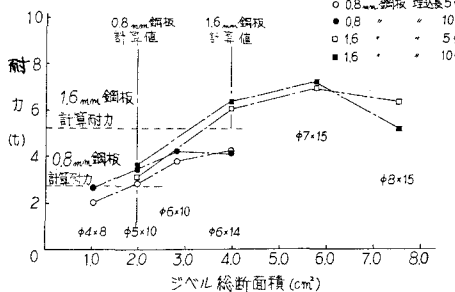


図-3 ジベル総断面積-耐力

表-3 B-シリーズ実験結果

試体番号	最大荷重 (t)	最大変位 (mm)	最大耐力 (t)	最大耐力係数 (mm)	最大耐力係数 (mm)
B1	1.59	—	1.83	-2.02	1.19
B2	2.875	—	4.3.0	2.0	-3.5
B3	1.87	—	2.0.1	17.6	-1.84
B4	4.1	—	-4.5	2.7	-4.5
B5	1.2.1	—	-10.9	3.9	-4.4
B6	9.99	—	-11.8	0.49	-0.74
B7	8.8	—	-10.0	7.7	-7.4
B8	1.5.9	—	-1.9.5	1.1.5	-0.9.7
B9	15.91	-2.3.83	—	—	—
B10	0.5.9	-2.6	—	—	—
B11	14.94	-20.43	—	—	—
B12	0.92	-11.84	—	—	—

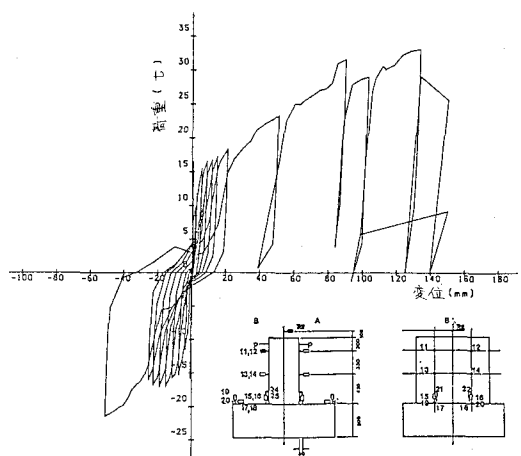


図-4 B1供試体の荷重-変位履歴曲線