

コンクリートアーチ橋の耐荷力及び劣化状況の調査

アール・シー構造設計	正員	○	河村 廣次
岩手大学	正員		藤原 忠司
岩手大学	正員		帷子 國成

1. まえがき

岩手県一関市厳美溪に架かる長者滝橋は鉄筋コンクリートの充腹式二連固定アーチであり、昭和14年の架設で設計条件が現在とは大きく異なるため、その耐荷力が懸念されている。また、コンクリートの劣化も随所にみられ、その懸念をより一層強めている。一方、長い間この橋に慣れ親しんできた地元の人々の間では、厳美溪の優れた景観にほどよく調和していることもあって、本橋の保存を望む声も強い。本調査の目的は、長者滝橋の架け替えあるいは補修の要否を検討する際の、基礎資料を得ることにある。

2. 調査概要

① 形状

本橋の設計図面が残されていないため、形状寸法の測定を行い、図-1のような一般図を得た。

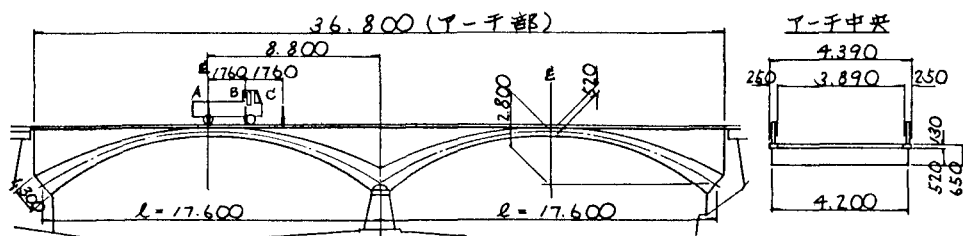


図-1 形状

② 材料

アーチリブから直径10cmのコンクリートコアを採取し、圧縮強度、ヤング係数、中性化深さなどを求めた。また、舗装面下の中詰め材を調べるため、内視鏡を用いた。内視鏡観察は、比較的小さな直径の開孔でも可能であり、孔壁を崩す恐れが少ないため、この種の調査では有効な手段であるのを認識した。観察の結果、砂利と玉石が中詰め材として用いられているのが判明した。なお、鉄筋については、試料の採取ができなかったため、その性質を推定に頼っている。

③ 耐荷力

20トンのダンプトラックの後輪を図-1のA、B、C点に載せ、アーチリブ下縁のコンクリートおよび下側に配置されている鉄筋のひずみを測定した。鉄筋は、直径12mmの丸鋼が33cm間隔でリブの軸方向2段にかぶり7cm程度で配置されているものと推察される。載荷によって発生するとと思われるコンクリートおよび鉄筋の応力を計算し、実測のひずみを応力に換算した値との比較も行っている。

④ 劣化状況

劣化の形態、面積、深さ等を観察し、被害図を作成した。

3. 結果および考察

コンクリートコア供試体の試験結果を表-1に示す。圧縮強度およびヤング係数ともに小さな値であり、これは当時、良質のセメントが入手困難であったためとも推察されるが、中性化深さから容易に認められる

ように、コンクリートの風化が進んでいるのも、その一因であると考えられる。

載荷試験によるコンクリートおよび鉄筋のひずみと応力は、表－２の通りである。コンクリートのヤング係数には実測値を用い、鉄筋については $2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ と仮定して、応力を算出した。なお、ひずみの測定は多数の箇所で行っているが、表には、最も応力が大きいと思われる後輪載荷点の直下における値のみを示している。発生した応力は、コンクリートおよび鉄筋ともいずれの載荷位置においても極めて小さく、耐力上ほとんど問題とならない。

幾つかの荷重状態（いずれも 20t 車）を想定し、弾性荷重法によって断面力を求め、さらに断面に発生する応力を算出した結果が、表－３である。

表のケース①では、橋の全幅を有効幅員とし、衝撃を考慮していないので、載荷試験の状態に最も近いと言える。この計算値と表－２の実測値とを比較すると、両者はほぼ等しい応力となっており、計算値の妥当性がうかがわれる。最も大きな応力を与えるのは、T 荷重に衝撃を考慮したケース③であり、コンクリート上縁では 24 kgf/cm^2 程度の圧縮応力が、下側鉄筋には 26 kgf/cm^2 程度の引張応力が発生する計算結果となっている。本橋の鉄筋量は極めて小さいと推察されるが、断面力からすれば、軸方向力が曲げモーメントに比較して極めて大きいアーチ特有の傾向を示しており、鉄筋はほとんど不要であったとすら思われる。また、コンクリートに発生する圧縮応力も小さく、実際の強度が劣る点を考慮しても、なお十分な安全性を有していると判断される。この計算結果からも、本橋の耐力には十分な余裕があると考えられよう。

劣化状態としては、主として凍害によると思われる被害が橋全体に見受けられ、とくに構造上最も重要なアーチのクラウン部分に深さ 5～10cm にも及ぶ剥離があるのは看過できない。リブの下側や側面には鉄筋の露出も見受けられる。これらの劣化は進行性と考えられるため、たとえ現在の耐力は十分であるとしても、断面の減少によるその将来の低下が懸念される。また、劣化は景勝の地にある本橋の美観を損ねている感があり、速やかな補修が望まれよう。

4. あとがき

長者滝橋のように重厚なコンクリートアーチは、当時の流行であったと思われるが、長年月を経て、耐力や耐久性に懸念が持たれる例も少なくないと思われる。本調査の結果が、そのようなアーチ橋の検討の際に、参考となれば幸いである。

終わりに、本報告の公表を快諾下さった調査の事業主体である一関市建設部の増子次長をはじめ橋梁係の方々に深甚の謝意を表します。

表－１ コア試験

試験項目	試験値
圧縮強度 (kg/cm^2)	154
ヤング係数 ($10^5/\text{kgf/cm}^2$)	1.86
単位容積重量 (t/m^3)	2.3
中性化深さ (mm)	31

表－２ 載荷によるひずみと応力

	コンクリート		鉄筋	
	ひずみ (10×10^{-6})	応力度 kgf/cm^2	ひずみ (10×10^{-6})	応力度 kgf/cm^2
A	4	1 (引張)	0	0
B	2	0	0	0
C	4	1 (圧縮)	7	15 (圧縮)

表－３ 計算応力

ケース	荷重	断面厚 cm	材 質	備 考	断 面 力		応 力 kgf/cm^2		
					曲げモーメント M t-m	軸 方 向 力 N t	コンクリートの応力度		鉄筋の応力度
							上 縁 σ_c	下 縁 σ_c	σ_s
①	T	B55	C65	過載なし	4.20	40.62	16.7	-1.5	0
				衝撃なし	4.22	39.67	15.2	-1.1	0
					3.65	37.54	10.7	0.6	1.9 (圧縮)
②	L	B55	C65	過載あり	6.43	46.21	22.6	-5.3	1.7 (引張)
				衝撃あり	6.42	45.89	20.6	-4.3	1.3 (引張)
					5.46	41.76	13.9	-1.3	0
③	T	B55	C65	過載あり	7.04	48.01	24.2	-6.3	2.4 (引張)
				衝撃あり	7.24	45.98	22.1	-5.9	2.6 (引張)
					6.61	42.01	15.5	-2.9	1.0 (引張)