

軽量コンクリートを用いた合成アーチ橋の耐震性について（その1）

（株）錢高組 土木本部技術部

正会員 松尾 保明

九州大学 大学院 工学研究院

フェロー 大塚 久哲

（株）錢高組 土木本部技術部

正会員 山花 豊

（株）錢高組 土木本部技術部

正会員 布下 浩

1. はじめに

コンクリートアーチ橋の合理的な架設工法に、鋼管アーチを先行架設し、鋼管内にコンクリートを充填した後、スプリング部から順次コンクリートを巻立ててアーチリブを完成させる合成アーチ巻立て工法がある。本工法では、アーチリブに発生する応力度が架設段階でピークに達することになるため、アーチリブ自重を軽量化することが、鋼管アーチ部材の軽減と更なるアーチリブ断面の縮小化につながる。

コンクリート構造物の軽量化には軽量骨材コンクリート（以下、軽量コンクリートと記述する。）の使用が有効であり、近年、人工軽量骨材の製造技術の向上によって高強度で低吸水性の高性能軽量骨材が開発されたことにより、軽量コンクリートを橋梁上部工などに採用する事例も増加している。本検討では、アーチリブに軽量コンクリートを適用した場合の試設計を行い、普通骨材コンクリートを用いた場合との比較検討を行った。また、本稿では、架設段階での応力状態からレベル1地震時の耐震検討までについて述べることとする。

2. 検討方針及び検討モデル

検討対象は、図 - 1 に示すアーチスパン 100m、アー

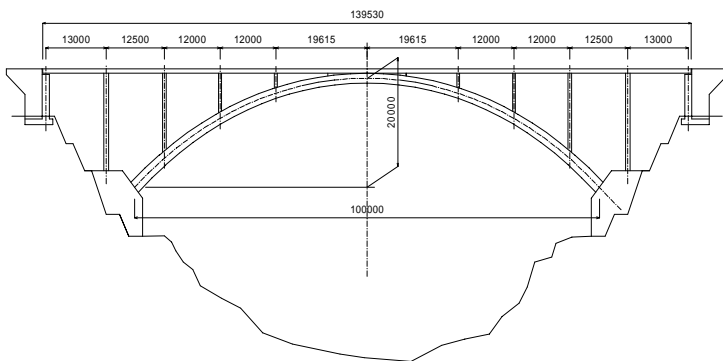


図 - 1 全体一般図

チライズ 20m の中規模のコンクリート合成アーチ橋とする。アーチリブの断面形状は図 - 2 に示すとおりであり、鋼管アーチは、普通コンクリートの場合には(1800 ~ 1200) × 600, フランジ厚 16mm, ウェブ厚 12mm, 軽量コンクリートの場合には(1400 ~ 900) × 500, フランジ厚 12mm, ウェブ厚 9mm の変断面形状とした。

表 - 1 にコンクリートの設計用諸数値を示す。設計基準強度は 40N/mm² とし、軽量コンクリートのクリープ係数は普通コンクリートの 75% に設定した。1)

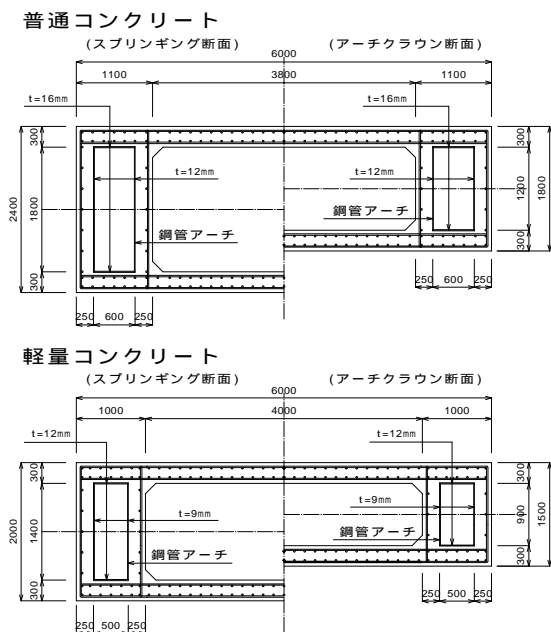


図 - 2 アーチリブ断面形状

表 - 1 コンクリート諸数値

	普通コンクリート	軽量コンクリート
設計基準強度 N/mm ²	40.0	40.0
RCの単位重量 kN/mm ³	24.5	18.0
弾性係数 kN/mm ²	31.0	19.0
クリープ係数	1.9	1.4
乾燥収縮度	160 × 10 ⁻⁶	160 × 10 ⁻⁶

キーワード：耐震性能、合成構造、合成アーチ、軽量コンクリート

連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿Ⅷ-タワー 11F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

3. 各施工段階での断面力比較

各施工段階でのスプリング部の断面力比較を図-3、表-2に示す。なお、施工はコンクリート充填鋼管に左右両側のスプリング部から9ブロックの巻立て施工を行い、最終ブロックでアーチクラウン部の閉合を行う。

表-2 スプリング部断面力の比較

	普通コンクリート			軽量コンクリート			
	M(kNm)	N(kN)	S(kN)	M(kNm)	N(kN)	S(kN)	
架設時(最大時)	-26100	4400	2200	-18400	3100	1500	
死荷重時	-8800	31700	400	-3700	27000	100	
レベル1 地震時 ($K_h=0.20$)	面内:→	-36900	27200	2800	-25300	23100	2200
	面内:←	19400	36200	-2100	18000	30900	-2100
	面外	78800	31700	3400	55500	27000	2400

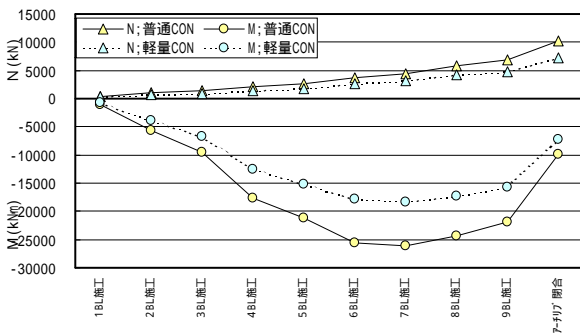


図-3 施工段階スプリング部断面力比較

スプリング部の作用断面力は第7ブロック施工時に最大値を示し、軽量コンクリートの断面力は普通コンクリートの約70%程度となった。

4. アーチリブ応力度

スプリング部応力度の結果を表-3に示す。アーチリブはコンクリート巻立て後、鋼管部材とコンクリートとが十分な付着を有しており一体挙動を示すものとして、鋼管フランジを引張材として考慮し、応力度の算出を行っている。2)

今回の部材寸法の設定においては、普通コンクリー

表-3 アーチリブ応力度の比較

			普通コンクリート			軽量コンクリート		
			架設時	震度法・橋軸	震度法・直角	架設時	震度法	震度法・直角
断面力	M	kNm	26100	36900	78800	18400	25300	55500
	N	kN	4400	27200	31700	3100	23100	27000
	S	kN	2200	2800	3400	1500	2200	2400
鋼管アーチ諸元			Flan-t16mm, Web-t12mm			Flan-t12mm, Web-t9mm		
鋼管フランジを考慮	配置鉄筋		D25@150	D25@150	D16@300	D25@150	D25@150	D16@300
	c	N/mm2	6.3	10.4	8.8	6.1	9.9	8.4
	s	N/mm2	197.4	120.4	49.9	200.4	108.8	23.4
	ss	N/mm2	170.3	94.8	44.8	167.6	79.8	19.2
	ss'	N/mm2	-56.7	-120.1	-124.7	-46.3	-108.8	-119.2
	m	N/mm2	0.44	0.56	1.02	0.40	0.59	0.71
許容値	ca	N/mm2	17.5	21.0	21.0	17.5	21.0	21.0
	sa	N/mm2	225.0	300.0	300.0	225.0	300.0	300.0
	ssa	N/mm2	175.0	210.0	210.0	175.0	210.0	210.0
	ma	N/mm2	0.68	0.82	0.82	0.50	0.60	0.60

c; コンクリート応力度、 s; 鉄筋応力度(SD345)、 ss; 鋼管応力度(SS400)、 ma; コンクリートの平均せん断応力度

表-4 数量比較

		普通コンクリート	軽量コンクリート	比率
コンクリート	m ³	865	655	0.76
鋼管重量	kN	925	545	0.59

トと軽量コンクリートの場合でアーチリブはほぼ同程度の応力レベルとなった。また、鋼管フランジおよび鉄筋に発生する引張応力度は施工段階でピークに達し、橋梁完成後のレベル1地震時にはアーチリブに大きな軸圧縮力が作用するため十分な余裕がみられた。なお、橋軸方向の主鉄筋は普通コンクリート、軽量コンクリートの双方ともD25@150の配置鉄筋とした。

5. まとめ

合成アーチ巻立て工法の場合、アーチリブに軽量コンクリートを採用することによって、架設時にアーチリブに作用する断面力は普通コンクリートを使用した場合の約70%程度に低減することができた。

また、アーチリブのコンクリート数量と鋼管アーチ重量の比較を表-4に示す。軽量コンクリートの使用により、コンクリート数量は約75%、鋼管アーチの重量は約60%に低減することが可能となった。この様に、コンクリート数量や架設材である鋼管アーチの重量が軽減できたことは、材料費の低減とともに、架設費に大きなコストを要するアーチ橋においては、総工事費をコストダウンするためにも有効な手段であるといえる。

<参考文献>

- 1) コンクリート標準示方書[構造性能照査]、土木学会、2002年制定
- 2) 谷野、大塚、山花：合成アーチ橋の耐震性に関する一考察(その1)、土木学会第56回年次学術講演会講演概要集、平成13年10月