

アーチリブに充填する軽量高流動コンクリートの施工試験

ー 一般国道8号 上輪橋補強工事 ー

宮地鐵工所 正会員○北原 稔 国土交通省長岡国道事務所 平田 五男
長岡技術科学大学 フェロー 丸山 久一 太平洋セメント中央研究所 正会員 棚木 隆

1. まえがき

上輪橋はアーチ支間 120 m の上路式鋼ローゼ橋であるが、近年の交通量の増大や車両の大型化による影響及び強風による横揺れや海塩粒子の飛散による部材の腐食により、床版、鋼部材共応力的に過酷な状況に置かれている。

このため、昭和 40 年の建設当時から近年に至る間多くの部分的な補修や補強が実施されてきたが、今回、より抜本的な補強による耐荷力や耐震性の向上をめざして、アーチリブへのコンクリート充填、アーチ基部ヒンジ支承のコンクリート巻き立てによる固定化などの補強を行うことにした。

アーチリブへのコンクリート充填は、アーチリブの局部座屈を防止すると共に、鋼・コンクリートの合成による剛性増加を期待して全長に渡って施工するが、地震時慣性力の低減とアーチリブ内に隙間なく充填される必要性から、軽量高流動コンクリートを使用することになっている。これは今までにない新しい補強工法であり、コンクリートも使用実績の少ない新しいものなので、現場でのスムーズな施工のため、事前のコンクリート施工試験による適切な配合選定と充填性の確認が重要であると思われる。

ここでは、このために実施された配合選定試験と充填性試験について報告する。

2. 配合選定試験

充填コンクリートの要求性能（ポンプ圧送性やアーチリブ内の流動性に問題がなく、適度な材料分離抵抗性があり、アーチリブ内の隅々まで隙間なく充填されること）を考慮すれば、自己充填性を有する軽量コンクリートが望ましいが、このコンクリートでは側圧の減少速度が遅くて打設間隔が長くなってしまうことが考えられる。その点ではバイブレータの使用を前提とした軽量高流動コンクリートに利点がある。

このため、表-1 に示す3種類の軽量コンクリートについて試験を行い、さらに現場施工性も考慮して、本工事で使用するコンクリート配合を決定することにした。試験要領として、研究室で練られた軽量コンクリートについてそれぞれフレッシュ性状と圧縮強度を確認し、U形試験器を用いた自己充填性試験を行った。さらに、型枠にコンクリートを流し込み、充填状況や材料分離（骨材の浮きなど）を透明アクリル面から観察した。

また、脱型後の供試体表面の充填状況を観察すると共に、切断して供試体内部の骨材分布状況の観察も行った。

試験結果から、1) 軽量高流動(1)、軽量高流動(2)のコンクリートは、供試体角部の粗骨材露出や部分的な未充填状況が観察され、供試体の切断面において一部粗骨材の分布が少ない箇所が見られたので、自己充填性は低く材料分離も生じやすいと判断されること、2) バイブレータ使用の場合、その効果は局所的であり、狭隘なアーチリブ内での作業性を考慮すると、良好な充填性を確保する上で問題が生じる恐れがあること、3) 軽量自己充填のコンクリートは、供試体表面はなめらかで切断面の粗骨材も一様に分布しており、充填性や材料分離抵抗性に優れていることなどがわかった。

一方、現場施工上の制約とコンクリート打設計画の工夫により、多少側圧の減少速度が遅くても全体のコンクリート打設工程に悪影響を与えない施工計画が可能となった。

したがって、本工事で使用する最も望ましいコンクリート配合として、軽量自己充填コンクリートを選定することにした。

3. 充填性試験

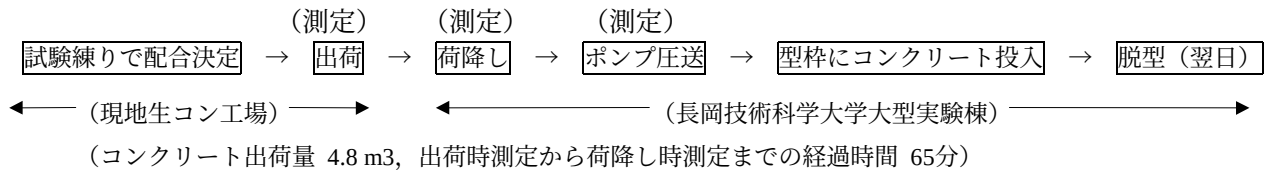
配合選定試験で選定された軽量自己充填コンクリートについて、1) 現地生コン工場における所期の性能を持つコンクリートの製造と品質管理、2) アーチリブ内を流動させてコンクリートを充填するが、実際の流動距離に対する流動性や材料分離抵抗性、3) アーチ中央部では橋面からの下向きポンプ圧送打設となるが、その作業性及びコンクリートのスランプロスや材料分離の程度、4) アーチリブ内ダイヤフラム上縁付近の空気孔配置の有効性などに問題がないか確認することにした。

表-1 配合選定試験を行う軽量コンクリート

軽量コンクリートの種類	バイブレータ 使用の有無	供試体 番号
軽量高流動コンクリート(1) (目標スランプ 70- 50cm, 増粘剤なし)	使用する	1-1
	使用しない	1-2
軽量高流動コンクリート(2) (目標スランプ 70- 50cm, 増粘剤あり)	使用する	2-1
	使用しない	2-2
軽量自己充填コンクリート (目標スランプ 70- 65cm, 増粘剤あり)	使用しない	3

キーワード：鋼ローゼ橋、耐震補強、アーチリブ、コンクリート充填、軽量コンクリート、自己充填
連絡先：〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通3番地、宮地鐵工所、Tel：0436-43-2114, Fax：0436-43-8182

試験要領を下記のフローに示す。



型枠へのコンクリート投入は、実験棟屋内の床面に置かれた型枠に、ブームを8 mの高さに立てたポンプ車から圧送して行い、型枠の長さは、実橋でのコンクリート流動距離と同じ7.5 mとした。コンクリートの各種フレッシュ性状の測定は、出荷時、荷降し時、ポンプ圧送後の各段階で行い、品質の変化を確認した。表-2 に軽量自己充填コンクリートの配合を示す。

表-2 軽量自己充填コンクリートの配合

スランプフロー (cm)	空気量 (%)	単位容積 質量 (t/m ³)	S/a (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能 AE減水剤 SP (P*%)	増粘剤 VIS (W*%)
					水 W	セメント C	フライッシュ FA	軽量 細骨材 S	軽量 粗骨材 G		
65±5	6.0±1.5	1.72	46.0	55.0	165	300	281	471	501	0.9	0.05

試験結果から、下記のことがわかった。

- 1) 荷降し時のフレッシュ性状及び硬化後の測定結果は表-3 に示す管理値または目標値をすべて満足しており、ポンプ圧送後では多少スランプフローが小さくなったが、型枠内での流動状況や脱型後の観察による充填状況から特に問題ないと判断できる。

表-3 測定項目と管理値または目標値 (スランプフローと空気量は表-2による)

測定項目	500mmフロー到達時間	単位容積質量	V75漏斗流下時間	U形充填性試験	圧縮強度
管理値または目標値	3～15秒	1.8t/m ³ 以下	13±5秒	300mm以上(障害R2)	18N/mm ² 以上

- 2) 所期の性能を持つコンクリートが得られたことから、現地生コン工場のコンクリート製造と品質管理能力に問題はない。
- 3) コンクリートが型枠内をスムーズに流動して順調に充填されたことから、アーチリブ内の実際の流動に対しても問題ないと思われる。なお、打設量 2.1 m³ に対して打設所要時間は6分15秒であった(約 20 m³/hr)。
- 4) 型枠内ダイヤフラムの両側上縁に2箇所づつ設置した空気孔は、良好な充填に有効である。
- 5) 表-4 に示すように、各段階でのフレッシュコンクリートの品質の変化が把握できたので、実橋施工における現場でのコンクリート品質試験は荷降し時についてのみ行えば良いと思われる。

表-4 各段階でのフレッシュ性状及び硬化後の測定結果

測定段階	スランプフロー (mm)	500mmフロー到達時間 (秒)	単位容積 質量 (t/m ³)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	V75漏斗 流下時間 (秒)	U形充填 性試験 (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)
出荷時	635*630	6.1	1.73	5.2	9.5	11.8	—	—
荷降し時	645*635	5.3	1.73	5.5	10.0	14.3	350	26.7
ポンプ圧送後	585*575	5.6	1.74	4.7	9.0	14.0	340	29.8

4. まとめ

配合選定試験と充填性試験により、アーチリブに軽量コンクリートを充填するという新しい補強工法に使用できるコンクリートが得られた。今後は実橋施工に向けて、今回の試験に対して実橋施工時の気温に見合ったコンクリート配合の調整や橋下からの上向きポンプ圧送(約 30 m) 打設時のスランプロスなどの確認が必要と考えている。

最後に、今回のコンクリート施工試験に対して技術アドバイザーとしてご協力いただきました鹿島建設(株)技術研究所の皆様に深く感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 野上, 柳井, 坂田, 岡本, 丸山: 軽量粗骨材を用いた高流動コンクリートの流動性評価試験, 土木学会第54回年次学術講演会, 平成11年9月
- 2) 柳井, 坂田, 渡邊, 信田: 高性能軽量コンクリートの自己充填性付与に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 21, No.2, 1999年