

PC 部材の大断面修復を対象とした高流動コンクリートに関する検討

(社) プレストレスト・コンクリート建設業協会
(独) 土木研究所構造物マネジメント技術チーム

正会員 ○谷口 秀明*1 正会員 藤田 学*1
正会員 久田 真*2 正会員 渡辺 博志*2

1. はじめに

塩化物イオンの浸透が PC 鋼材に達した場合には、PC 鋼材を完全に露出させ、その部分を修復するような大断面修復が必要になる可能性がある。その場合、はつり・修復作業時並びに供用後の部材挙動の検討と適切な補修材料の選定を事前に行うことが重要である。しかし、これまでかぶり部分等の小断面修復を対象とした補修材料が多く、そのような材料では PC 構造物の大断面修復に対応できない。そこで、筆者らは、PC 桁下面の大断面修復を対象とした断面修復材の一つとして高流動コンクリートの適用性を検討したので、ここに報告する。

2. 断面修復材に対する要求性能の検討

本研究では、PC 部材の断面修復後の性能を検討する実験モデルとして、道路橋用 PC 橋桁 AS10 (JIS A 5373) を用いて、桁長の 1/2 程度、下端から桁高の 1/3 程度の断面修復を行うこととした。ここで、PC 橋桁下面の断面修復に使用する高流動コンクリートに主な要求性能は、表-1 に示すとおりである。PC 橋桁の大断面修復を考えた場合、断面修復には PC 橋桁コンクリートと同程度のヤング係数を有し、収縮等も小さいものを選定しなければ、断面修復後の PC 橋桁の変形、プレストレストロスが大きいことが構造解析で明らかになった。

3. 高流動コンクリートの配合検討及び品質（性能）の確認

(1) 配合の検討： 表-1 に示した要求性能を考慮し、実験結果をもとに決めた使用材料及び配合を、表-2、表-3 に示す。

(2) コンクリートの品質： 表-3 の流動性状、ブリーディング、圧縮強度及びヤング係数の試験結果は、表-1 に示した要求性能

を満足するものである。図-1 は、表-3 に示した配合で発泡剤使用量のみを変化させた場合の初期膨張量を表

表-1 高流動コンクリートに対する主な要求性能

自己充填性	断面寸法、鋼材の最小あき等により自己充填性ランク1が必要である。
流動性、粘性	流込み位置からの円滑な流入を考え、スランプフロー650mm前後、V ₇₅ 漏斗時間10～15秒を目安とする。
ノンブリーディング性	打込み後のはつり面との間に空けき発生を考え、ブリーディング率(JIS A 1123)は0%を目安とする。
初期膨張性	硬化前に打上り面が沈下せず、はつり面に密着できるように初期膨張性が必要である。
早強性	通行開始までの日数、施工時の外気温等による。実験では材齢7日で桁コンクリートと同等とする。
付着性	はつり面との付着性は必要であるが、明確ではないため、一般的な1～1.5N/mm ² を目安とする。
ヤング係数、強度	PC桁コンクリートと同等。実験では設計上のヤング係数33kN/mm ² 、圧縮強度50N/mm ² を目安とする。
低収縮性	収縮・クリープ変形の小さいものが良いが、具体的にはなっていないので市販品の組合せで可能な低収縮性を確認する。

表-2 使用材料

種類・物性・成分				密度 (g/cm ³)	記号
水				1.00	W
粉体	セメント	結合材	早強ポルトランドセメント	3.13	C
	混和材	石灰系	石灰系膨張材	3.16	E
		石灰系微粉末	工業用炭酸カルシウム、比表面積5910cm ² /g	2.66	LF
細骨材	川砂		栃木県鬼怒川産、F. M2. 79	2.54	S1
	砕砂		栃木県葛生産、硬質砂岩、F. M3. 01	2.64	S2
粗骨材	砕石1505		栃木県栗野町産、硬質砂岩、F. M6. 20、実積率63.5%	2.62	G
混和剤	高性能 AE減水剤		ポリカルボン酸エーテル系化合物と分子内架橋ポリマーの複合体		SP
	収縮低減剤		低級アルコールアルキレンオキシド化合物界面活性剤		RS
	発泡剤		特殊処理アルミニウム、特殊変性アルコール、ポリカルボン酸系混和剤の混合液		AL
	消泡剤		ポリアルキレングリコール誘導体		NA

表-3 高流動コンクリートの配合及び試験結果

質量と容積の区分	W/B (%)	W/P (%)	s/ mor	s/a (%)	上段：単位量 (kg/m ³)， 下段：絶対容積 (L/m ³)										試験結果									
					W	P			S		G	SP	RS	AL	NA	SF (mm)	FT50 (s)	Tv (s)	Uh (mm)	UT30 (s)	AIR (%)	BL (%)	F7 (N/mm ²)	E7 (kN/mm ²)
						B		LF	S1	S2														
						C	E																	
質量	34.2	30.3			175	491	20	67	599	267	734	12.1	8.5		0.002	649	7.6	14.0	345	8.3	0.6	0.0	73.2	35.5
容積	107.4	93.1	0.48	54.6	175	157	6	25	236	101	280			0.3										

SF:スランプフロー、FT50:500mmフロー到達時間、Tv:V漏斗流下時間、Uh:U型充填高さ、UT30:U型充填試験の300mm高さ到達時間、AIR:空気量、BL:ブリーディング率、F7、E7:材齢7日の圧縮強度とヤング係数（標準水中養生）

キーワード プレストレストコンクリート、高流動コンクリート、補修、断面修復

連絡先

*1 〒162-0821 東京都新宿区津久戸町 4-6 TEL.03-3260-2535

*2 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL. 0298-79-6761

している。発泡剤使用量と初期膨張率は比例関係なく、 $0.6\text{L}/\text{m}^3$ の値は $0.3\text{L}/\text{m}^3$ の 3.4 倍に増加した。実際の断面修復工事を考えると、強固な型枠を設けることが困難になる場合も予想されるため、初期膨張は旧コンクリートとの付着が確保できる範囲で小さくした方がよい。

図-2 は、埋込みひずみ計で測定した高流動コンクリートの膨張収縮ひずみである。型枠（ $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ ）及び錘の取外しは打込み翌日に実施し、以降は無拘束状態での測定値である。

また、図中には参考として表-3 の配合に対し、膨張材、収縮低減剤及び発泡剤を含まない場合の乾燥環境下のひずみも表した。それらの混和材料を使用すれば、材齢 120 日での封緘状態では -15×10^{-6} 、打込み翌日から乾燥状態であっても -165×10^{-6} となり、収縮量を大幅に低減することが可能である。

(3) 断面修復部での充填性： 図-3 に示すように PC 鋼材の配置により、コンクリートの流動・充填性が左右される可能性がある。写真-1 に示すとおり、断面修復箇所を模擬した試験体でコンクリートの流動状況を観察した結果、表-3 のコンクリートは底面を先行して流動し、PC 鋼材間の通過性がやや低下する現象が見られたものの、最終的に吹上げ口からオーバーフローし、密実に充填できることがわかった。一方、充填高さがわずかに満足しない高流動コンクリート（ $U_h=285\text{mm}$, $SF=611\text{mm}$, $T_v=25.7$ 秒）でも同様の実験を行った結果、流動速度が遅く、流入側側の天端板まで充填した後、吹上げ側では隙間を生じた状態で停止した。よって、指針¹⁾が定めた充填高さや目安となる漏斗流下時間であれば、PC 橋桁下面の充填が可能であると判断される。

(4) はつり面との付着性： チッピングを行ったコンクリートブロックを用い、図-3 に示したように高流動コンクリートの逆打ちを行った場合のチッピング面と高流動コンクリートの付着強度を測定した。表-4 に示すとおり、打継ぎ処理剤（アクリル系、打込み前日に噴霧）の有無に関わらず、発泡剤を使用しない場合には付着強度は $0\text{N}/\text{mm}^2$ となった。一方、発泡剤を使用した場合であっても、打継ぎ処理剤を塗布しない場合には付着強度が小さく、その必要性も確認された。ただし、それらの材料を使用しても $1\text{N}/\text{mm}^2$ 前後の値でばらつきも大きいことから、新旧コンクリートの付着性には過度に依存しない補修計画を行う方がよいと考えられる。

5. おわりに

本報では、高流動コンクリートの要求性能を明確にし、それを満足するための適切な配合設計と施工を行えば、PC 橋桁下面の大断面修復の材料として適用できる可能性があることを示した。ただし、実際の構造物では、本研究で検討していない性能を必要とする場合もあることから、適用に当たっては十分な事前検討が必要である。なお、本研究は著者らが所属する両団体における「PC 橋の改造技術に関する共同研究委員会」の活動の一環である。

参考文献： 1)土木学会：高流動コンクリート施工指針，1998

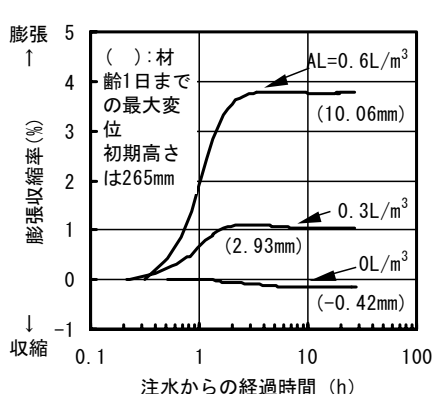


図-1 初期膨張収縮率の測定結果

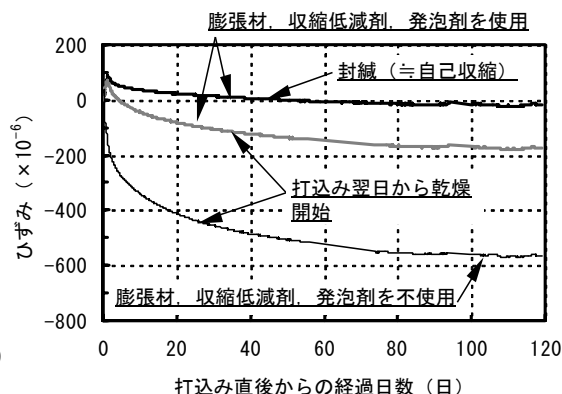


図-2 膨張収縮ひずみの測定結果

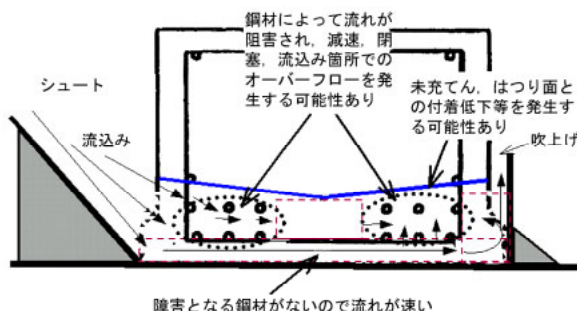


図-3 高流動コンクリートの流動予測



写真-1 模擬試験体内の流動状況

表-4 付着強度試験の結果

発泡剤	あり		なし	
	あり	なし	あり	なし
打継ぎ処理剤	あり	なし	あり	なし
最大	1.62	0.62	0	0
最小	0.82	0.00	0	0
平均	1.15	0.21	0	0

(単位: N/mm^2)