

超低粘性型PCグラウトの第二東名高速道路矢作川橋主桁部への適用

日本道路公団 中部支社 正会員 ○坂田康行
 日本道路公団 中部支社 忽那幸浩
 オリエンタル・大成・川田共同企業体 正会員 今井昌文
 オリエンタル・大成・川田共同企業体 正会員 奥山 元

1. はじめに

第二東名高速道路矢作川橋は、世界初の波形鋼板ウェブPC斜張橋であり、最大支間長 235m は橋長 820m とともに波形鋼板ウェブPC橋として世界最大である。また、国内最大の総幅員 43.8m に対して、波形鋼板ウェブを用いた5室箱桁構造の主桁も世界初の試みである。図-1 に全体一般図を示す。同図に示す波形ウェブPC箱桁は、図-2 に示すように支保工施工する1次張出し区間とワーゲン施工する2次張出し区間に大別される。1次張出し区間の張出し鋼材には、PC鋼材の接続を必要としないことから、耐久性に優れたエポキシ樹脂塗装PC鋼より線 (19S15.2) を外ケーブル方式で用いた。一方、施工ブロック毎に接続を必要とする2次張出し区間の張出し鋼材には、施工性の観点からPC鋼棒 (φ32 : SBPR930/1180) を内ケーブル方式で用いた。PC鋼棒はPCグラウトにより防食するが、グラウト充てんの良否はPC構造物の耐久性に大きく影響する。したがって、グラウトの充てんは確実・完全に行わなければならない。しかしながら、ダクトは接続されたPC鋼棒の全長に渡って連通するため1ケーブル当たりのグラウト長さは170mと長大になること、PC鋼棒とシースの空隙率は49.4%程度とPC鋼より線の場合(12S15.2, シース内径80mmの場合:空隙率66.9%)に比べて小さいこと、また、支圧版(アンカーグローブ)のPC鋼棒貫通孔とPC鋼棒間の空間は非常に狭隘であることなど、PCグラウトの確実な充てんに関して施工条件の厳しさが懸念された。ここで、新たに開発された、低粘性型¹⁾よりさらに粘性の低いPCグラウト(以下、超低粘性型と呼ぶ)の本工事への適用が提案されたことより、グラウト充てん実験を実施し、超低粘性型PCグラウトの本工事への適用性、施工方法およびグラウト充てん確認方法について検討を行った。

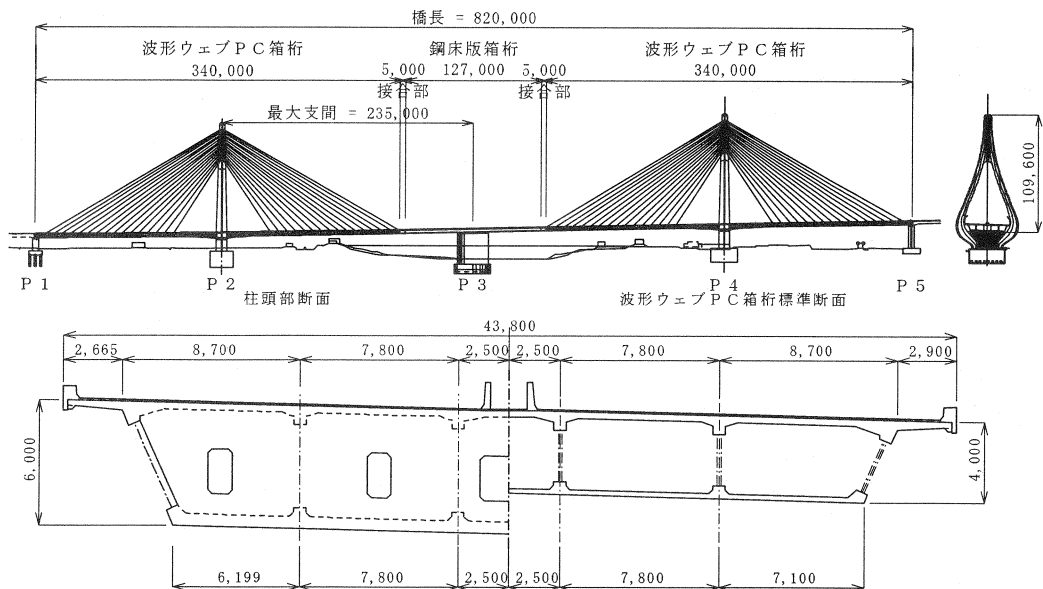


図-1 全体一般図 (寸法単位 : mm)

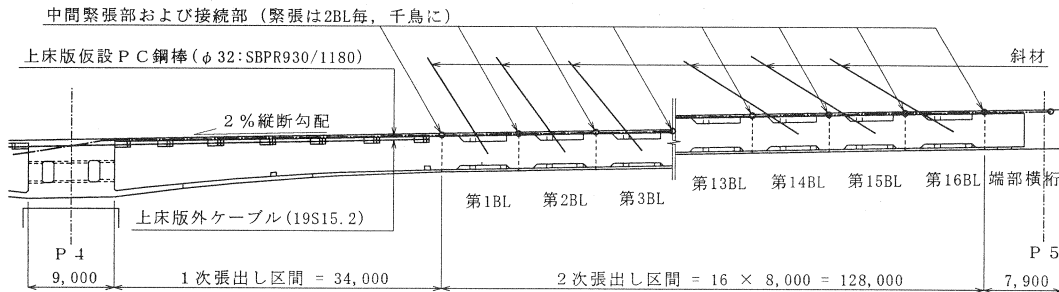


図-2 波形ウェブPC箱桁 張出し鋼材状態図 (寸法単位: mm)

2. 実験概要

2. 1 グラウト選定実験

表-1 グラウト選定実験要因

実験要因		
グラウトの流動性	グラウトの呼称	JPロート流下時間 (秒)
	超低粘性型	4~6
	低粘性型	6~14未満
	高粘性型	14~23
シース	高密度ポリエチレン製シース	
グラウト注入勾配	0% (水平配置)	
	2% (昇り勾配配置)	

表-2 グラウトの配合

	W/C (%)	上段: kg/m ³ 、下段: kg/ハッチ			練り量 (kg)	混和剤量
		C	W	A.D.		
超低粘性型	42	1358	570	16.30	1000	C×1.2%
		100	42	1.20	73.65	
低粘性型	45	1305	587	13.05	1000	C×1.0%
		100	45	1.00	76.65	
高粘性型	45	1305	587	13.05	1000	C×1.0%
		100	45	1.00	76.65	

表-1 にグラウト選定実験要因を示す。比較するPCグラウトの種類は、超低粘性型、低粘性型および高粘性型の3種類である。JPロート流下時間の管理範囲は、低粘性型が6~14秒未満、高粘性型が14~23秒である。これに対し、新たに開発された超低粘性型は4~6秒である。なお、これらのPCグラウトは何れもノンブリーディングタイプである。表-2には各PCグラウトの配合を示す。水セメント比(W/C)は、超低粘性型の場合42%であり、低粘性型および高粘性型の45%より小さい。また、超低粘性型のセメント重量に対する混和剤量は1.2%であり、低粘性型および高粘性型の1.0%より大きい。グラウト選定実験に用いた供試体を図-3に示す。グラウト充填距離は接続部シースを有した9.5mであり、その間に定着部および鋼棒の接続部を模擬している。定着具のPC鋼棒貫通孔径38mmに対してPC鋼棒径は32mmであり、その空間は6mmである。実験における比較検討項目は、注入圧力および気泡が残存し易いシースリブ凸部へのグラウト充填状態である。なお、注入速度は何れのPCグラウトも毎分5ℓ一定で行った。

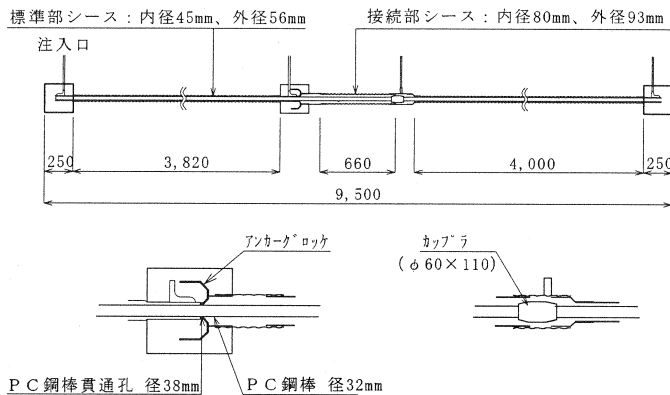


図-3 グラウト選定実験供試体 (寸法単位: mm)

表-2には各PCグラウトの配合を示す。水セメント比(W/C)は、超低粘性型の場合42%であり、低粘性型および高粘性型の45%より小さい。また、超低粘性型のセメント重量に対する混和剤量は1.2%であり、低粘性型および高粘性型の1.0%より大きい。グラウト選定実験に用いた供試体を図-3に示す。グラウト充填距離は接続部シースを有した9.5mであり、その間に定着部および鋼棒の接続部を模擬している。定着具のPC鋼棒貫通孔径38mmに対してPC鋼棒径は32mmであり、その空間は6mmである。実験における比較検討項目は、注入圧力および気泡が残存し易いシースリブ凸部へのグラウト充填状態である。なお、注入速度は何れのPCグラウトも毎分5ℓ一定で行った。

2. 2 グラウト充填確認実験

グラウト充填確認実験に用いた供試体を図-4に示す。グラウト充填距離は4ヶ所の接続部シースを有

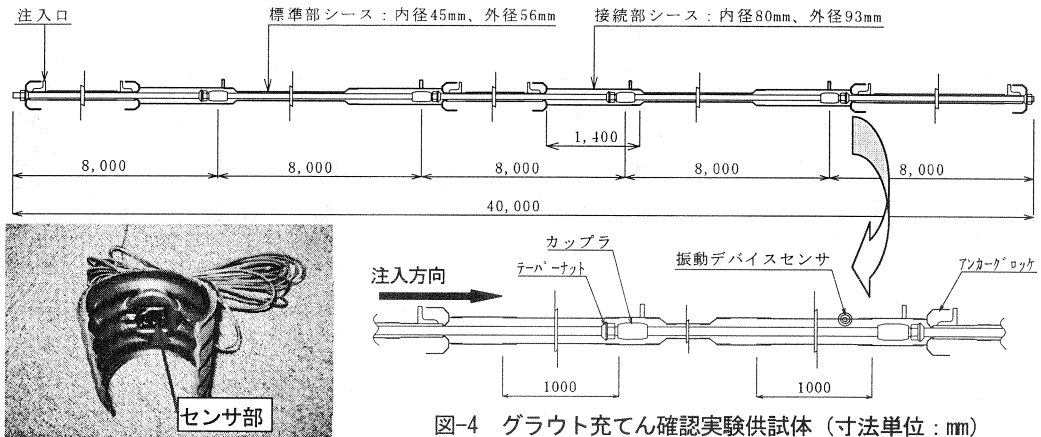


図-4 グラウト充てん確認実験供試体 (寸法単位: mm)

写真-1 振動デバイスセンサ

した 40m であり、実長の概ね 1/4 の長さである。実長は約 170m と長大であることから、端部の注入口の他に中間注入口を設けてグラウトを注入する方法 (ステップバイステップ式) を用いる必要がある¹⁾。よって、本実験ではグラウト充てん距離を 40m とし、ステップバイステップ式グラウト注入を念頭に施工法を検討した。また、最終排出口に最も近い接続部シースには振動デバイスを設置し、非破壊によるグラウト充てん検知を試みた²⁾。アタッチメントに取り付けた状態の振動デバイスを写真-1 に示す。

3. 実験結果および考察

3. 1 グラウト選定実験

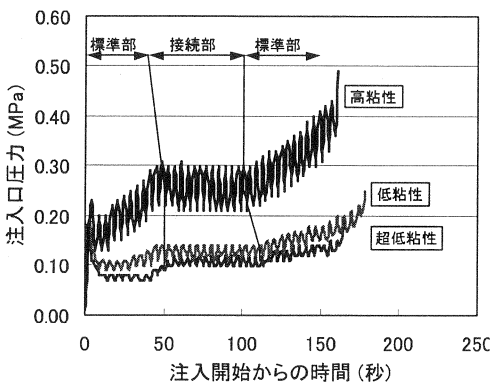


図-5 注入口圧力変化 (配置勾配 0%)

表-3 グラウト選定実験時の PC グラウトの品質

グラウトタイプ	JPORT 流下時間 (秒)	グラウト温度 (°C)	JPORT 流下時間規格値 (秒)
超低粘性型	4.9	20	4~6
低粘性型	7.6	20	6~14未満
高粘性型	15.6	21	14~23

表-4 注入口最終圧力と

注入口 1 箇所当たりのグラウト充てん距離

グラウトタイプ	注入口最終圧力 (MPa)		注入口 1 箇所当たりのグラウト充てん距離 (m)
	勾配 0%	勾配 2%	
超低粘性型	0.19	0.16	30
低粘性型	0.25	0.25	23
高粘性型	0.49	0.48	12

各グラウトにおける配置勾配 0% 供試体の注入口圧力変化を図-5 に示す。また、実験時における PC グラウトの品質を表-3 に示す。図-5 より、注入口圧力は高粘性型が最も高く、超低粘性型が最も低いことが分かる。最終注入口圧力を表-4 に示す。同表には、注入グラウトホースの許容圧力を 0.6MPa とした場合の注入口 1 箇所当たりのグラウト充てん距離を併記した。同表より、注入口 1 箇所当たりのグラウト充てん距離は、超低粘性型を用いた場合に 30m 程度となるのに対し、高粘性型を用いた場合には 12m 程度であることが分かる。すなわち、ステップバイステップ式注入方法において、中間注入口の数は超低粘性型を用いた場合に最も少なくできる。写真-2 に接続部シースのグラウト充てん状態を示す。何れのタイプもシースリップ凸部に空隙が観察されたが、空隙は独立しており連続はしていない。

	超低粘性型	低粘性型	高粘性型
接続部シース (内径 80mm)			
充てん率 (%)	99.8	98.8	99.4

写真-2 グラウト充てん状態 (配置勾配 0%)

3. 2 グラウト充てん確認実験

グラウト選定実験から、本橋のPCグラウトには超低粘性型が最も適しているものと判断しグラウト充てん確認実験を行った。注入速度毎分5ℓで行った実験の注入口圧力変化を図-6に示す。同図より、配置勾配 0%の場合の充てん距離 40mにおける注入口圧力は0.53MPa程度であることが分かる。配置勾配 2%の場合でも0.58MPaであった。また、同図に示すように0.74MPaまで再加圧を行い、再加圧により気泡が縮小することを確認した。振動デバイスによるグラウト検知は、主に高粘性型を対象に研究開発されてきたため、超低粘性型に適用する場合には感度が鈍化する傾向が認められたが、事前にキャリブレーションを行うことにより超低粘性型においても検知可能であることを確認した。

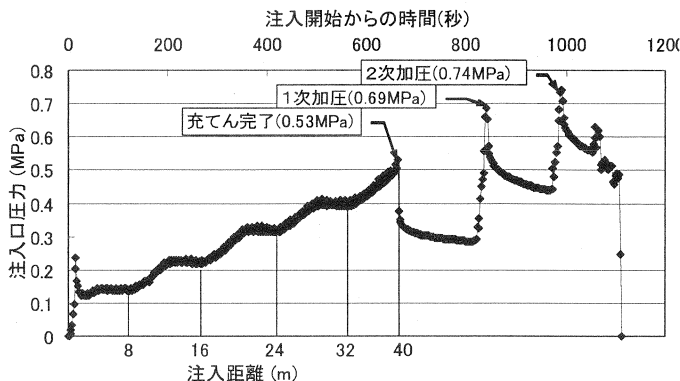


図-6 グラウト充てん確認実験 注入口圧力変化 (配置勾配 0%)

4. まとめ

- 1) 本実験の範囲では、低粘性型および高粘性型も高い充てん性を有したが、超低粘性型が最も高い充てん率を示した。
- 2) グラウト注入速度一定の場合、グラウト注入口圧力は超低粘性型が最も低く高粘性型が最も高くなる。
- 3) ケーブルが長大であり、ステップバイステップ式注入方法を用いる本工事では、高い充てん率を有し、中間注入口の数を最も少なくできる超低粘性型が適しているものと判断した。
- 4) 超低粘性型を用いた充てん確認実験より、再加圧によりシーススリブ凸部に残る気泡の径が縮小することを確認した。
- 5) 振動デバイスによるグラウト検知システムが、超低粘性型を用いた場合にも適用可能であることを確認した。

謝辞：本実験の実施に際し、貴重なご意見ご指導を頂きました池田尚治横浜国立大学名誉教授、辻幸和群馬大学教授、出雲淳一関東学院大学教授および日本道路公団関係各位に対し、ここに深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) (財)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル(改訂版), 2002. 10
- 2) 正司 明夫, 青木 圭一, 大城 壮司, 細野 宏巳：センサーによるグラウト充填の確認について, 第58回土木学会年次論文講演集, V316, 2003. 9