

V-65

高流動性地下連続壁コンクリートのポンプ圧送特性

川崎人工島東工事共同企業体

正会員 中川 修

本州四国連絡橋公団（元東京湾横断道路）

佐野 幸洋

東京湾横断道路 川崎工事事務所

正会員 池田 秀昭

川崎人工島西工事共同企業体

正会員 鈴木 健一

大成建設 技術研究所

正会員 大友 健

1. まえがき

東京湾横断道路川崎人工島の地下連続壁工事においては、施工上の要求から高強度で流動性の良い連壁コンクリートが使用されている¹⁾。工事においては、コンクリートは洋上のプラント船で製造され、大型アジテータと中継ポンプを介して人工島上の地下連続壁まで運搬され打ち込まれる。この場合最大の圧送距離は300m以上にも及ぶことになり、筒先での流動性の低下や圧送負荷の増大が問題となった。

本報告は、本工事に先立ち実施した高流動性連壁コンクリートのポンプ圧送実験の結果を示したものであり、高流動性コンクリートの配合がポンプ圧送による品質の変化や圧送負荷に及ぼす影響を検討したものである。

2. 圧送実験条件

圧送実験に使用したポンプ機種および圧送配管の構成を図-1に示す。コンクリートはコンクリートプラント船で練りまぜ、CP船の有するポンプおよびラダー配管を経たのち、川崎人工島上の中継ポンプに受け、6B固定配管内（実長149m）を再度圧送した。圧送によるコンクリートの品質の変化については、ミキサ下のアジテーターから採取した圧送前試料と人工島上の固定配管の吐出口から採取した圧送後試料とを比較した。圧送負荷については、人工島上の固定配管部に取り付けた圧力センサーにより計測した。圧送速度はストローク数と実測の吐出量から算出した。圧送速度は基本的には $45\text{m}^3/\text{hr}$ 程度とした。

圧送したコンクリートの種類は表-1に示す4種類である。高性能A E減水剤量（SP量）を一定として単位水量を変えた場合および単位水量を一定としてSP量を変化させた場合について検討した。

3. 圧送によるコンクリートの品質の変化

圧送前のコンクリートのスランプフローと圧送後のスランプフローの関係を図-1および図-2に示す。圧送によるスランプフローの変化状況は配合により異なっている。

単位水量の小さい145-SP1.7の配合では、圧送前のスランプフローが54~60cmであるのに対して圧送後は30cm程度まで極端にロスする現象が生じた。単位水量が $150\text{kg}/\text{m}^3$ の場合には、SP量が1.6%（圧送前58cm程度）と1.7%（圧送前67cm程度）の場合はほぼ同様の傾向を示し、圧送により平均5cm程度（最大10cm）のスランプフローのロスが生じた。これに対してSP量を1.8%とした場合には、圧送前が68cm程度の場合でも圧送後はスランプフローが増大した。ただしこの場合はコンクリート

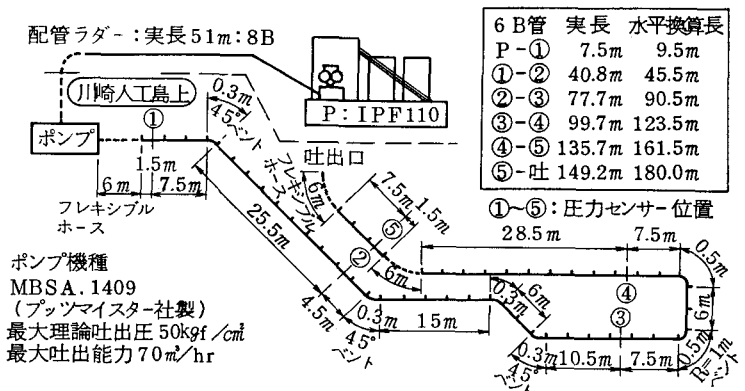


図-1 ポンプ機種および圧送配管の構成

表-1 コンクリートの配合および材料

配合種類	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S	G	SP	
①145 SP1.7	34.5	48.0	145	420	827	958	1.7%	
②150 SP1.6	35.7	48.0	150	420	821	950	1.6%	
③150 SP1.7	35.7	48.0	150	420	821	950	1.7%	
④150 SP1.8	35.7	48.0	150	420	762	950	1.8%	

セメント: フライアッシュ20%混入低発熱高炉B種 (D社製)
 細骨材: 山砂 (君津産)
 粗骨材: 石灰石砕石 2005 (大分産)
 高性能A E減水剤: ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体 (N社製) (TTB用調整品)

が分離ぎみとなる傾向にあった。

このことから、コンクリートの単位水量が少なく、練上がりスランプフローが小さい場合には、スランプフローが急激にロスする傾向があること、SP量がある程度まで添加しないと長距離の圧送ではスランプフローがロスすることが推察される。SPを多めに添加した場合に練上がりスランプフローが大きいと分離する傾向にあるため、ここではSPを1.8%程度添加し、練上がりスランプフローを60～65cmに抑えることで筒先で最も流動性の良いコンクリートを得ることができるものと考えられる。

表-2には圧送前後の静置試料の経時変化および圧縮強度の測定結果を示した。SP量が

1.6%の場合には圧送後の静置試料の経時変化がやや大きい、1.7%、1.8%の場合は圧送による変化はほとんど認められなかった。空気量は圧送によりやや大きくなる傾向であった。圧縮強度も圧送により大きくなる傾向が認められた。

4. 圧送負荷の測定結果

表-3にはコンクリートの配合種類および圧送条件と圧送負荷を、図-3にはスランプフローと管内圧力損失の関係を示した。スランプフローが圧送により極端にロスした場合には管内圧力損失も極端に大きくなる。またスランプフローが70cmを越え材料分離に近い状態では極端に小さくなる。しかし、スランプフローが50cm～70cmの範囲では、管内圧力損失はほとんど変化せず0.167～0.183 kgf/cm²/mの範囲にある。すなわち、コンクリートが連壁に打設するのに相応しいスランプフローの範囲では、その圧送負荷はほぼ一定であるものと考えられる。

5. まとめ

本圧送実験で得られた結果をもとに、本工事においては300m以上の距離を8B配管により圧送した。またコンクリートの配合についても、その後、材料ロットが変更したため、再度試験練りおよび試験圧送を実施した。その結果、単位水量 155kg/m³、高性能A/E減水剤使用量 1.8%で練上がりスランプフローの管理値を60±5cmとすることとした。実際の施工では、最大時間当たり打設量は 50m³/hrであり、コンクリートに過大な圧力が加わらないようにポンプ主油圧の記録により圧送圧を管理した（ポンプ主油圧で 100kgf/cm²程度以下）。この結果、圧送後のコンクリートのスランプフローは50cm以上に保たれ、良好な品質の高流動性連壁コンクリートを打設することができた¹⁾。

参考文献

1) 佐野幸洋：ここまですんだ東京湾横断道路，セメント・コンクリート，No. 551, 1993. 1

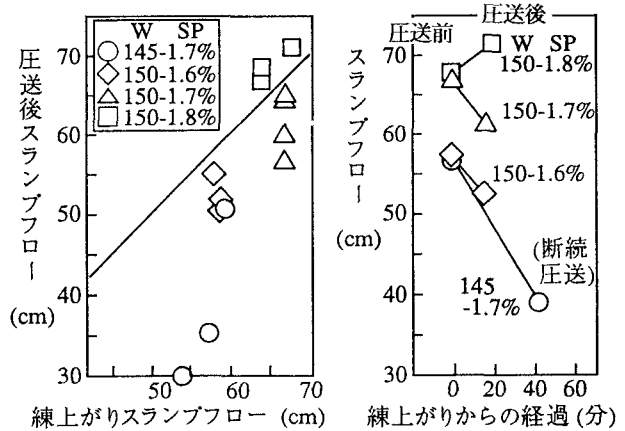


図-2 練上がりスランプフローと圧送後スランプフローの関係

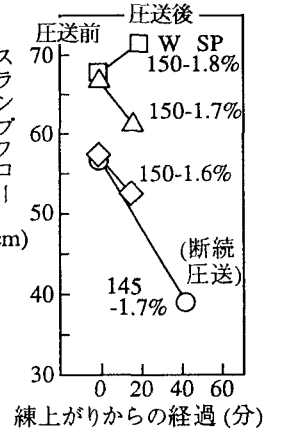


図-3 圧送によるスランプフローの変化

表-2 圧送前後のコンクリートの品質変化

配合種類	試料	スランプフロー (cm)		空気量 (%)	温度 (°C)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
		練上 30m	2hr			
①145 SP1.7	圧送前	56	65	2.2	14	559
	圧送後	30	33	2.7	17	-
②150 SP1.6	圧送前	57	64	2.3	16	540
	圧送後	55	57	2.8	17	532
③150 SP1.7	圧送前	67	67	2.3	15	500
	圧送後	60	64	3.3	17	549
④150 SP1.8	圧送前	65	69	1.7	16	469
	圧送後	67	69	2.5	17	539

表-3 配合種類・圧送条件と圧送負荷

配合種類	圧送時 スランプ フロー(cm)	圧送 速度 (m ³ /hr)	管内 圧力損失 (kgf/cm/m)	前面 吐出圧 (kgf/cm ²)
①145 SP1.7	30(α時)	30	0.142	33
	30(α時)	42	0.244	53
	51	47	0.181	45
②150 SP1.6	52	45	0.183	42
	60	30	0.139	35
③150 SP1.7	60	47	0.181	45
	68	45	0.172	41
④150 SP1.8	73	45	0.128	32

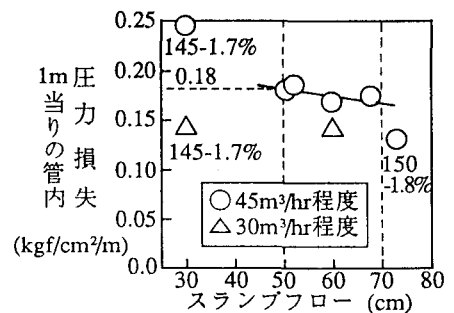


図-4 スランプフローと管内圧力損失の関係