

V-210

微粉材による貧配合、硬練りコンクリートのポンプ圧送性の改善

東京電力㈱ 正会員 島山 昭
東京電力㈱ 正会員 関根 裕治
大成建設㈱ 正会員 坂本 全布

1. はじめに

本研究は、一般にポンプ圧送が困難とされる貧配合、硬練りコンクリート（単位セメント量 $250 \sim 150 \text{ kg/m}^3$ 、スランプ 8 cm ）について、 0.3 mm 以下のモルタル量に着目し、このモルタル量を確保するため微粉材の添加を行い、屋外圧送実験にもとづき、その圧送性および品質について検討したものである。

2. 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメント、骨材はポンプ圧送にぎびしい条件となる碎石、砕砂とした。砕砂は最大寸法 5 mm 、表乾比重 2.63 、粗粒率 2.87 、碎石は最大寸法 20 mm 、表乾比重 2.68 、粗粒率 6.71 で、岩質はともに砂岩、角礫岩、花崗せん緑岩の混合である。

0.3 mm 以下のモルタル量の調整に用いた微粉材は、現在シールド工事の裏込め材として用いられている石粉で、けい岩を破碎して製造されている。微粉材の粒径加積曲線を、図-1に示す。なお、混和剤としてはAE減水剤を用いた。

3. コンクリートの配合

粗骨材最大寸法 $25 \sim 20 \text{ mm}$ 、砕砂を用いた場合の既往の圧送実績をスランプと 0.3 mm 以下のモルタル量の関係で表わすと図-2のようになる。これよりスランプ 8 cm のコンクリートを安定圧送するのに必要な 0.3 mm 以下のモルタル量は 323 kg/m^3 以上と推定される。

次にスランプ $8 \pm 1.5 \text{ cm}$ 、空気量 $4 \pm 1 \%$ の条件のもとで、単位セメント量を $250, 220, 200, 150 \text{ kg/m}^3$ と変化させ、 0.3 mm 以下のモルタル量が 323 kg/m^3 以上となるよう微粉材量、細骨材率および単位水量を定め、さらに加圧ブリージング試験の脱水量曲線が標準曲線B、C内に入るように室内試験により配合調整を行った。その結果は、表-1のとおりである。また加圧ブリージング試験結果の一例を図-4に示す。

4. 圧送実験

コンクリートは生コン工場で製造し、トラックアジテータにより運搬した。生コン製造から圧送開始までの時間は45分であった。コンクリートポンプ車は、IHI-100B

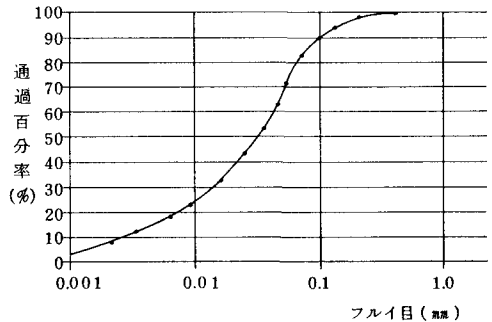


図-1 微粉材（石粉）の粒径加積曲線

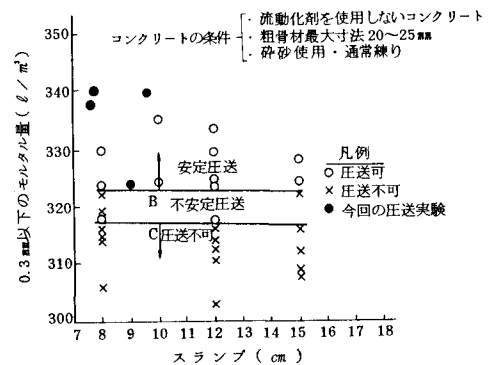


図-2 スランプと 0.3 mm 以下のモルタル量の関係

表-1 コンクリートの配合

配合 NO.	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメン ト比 W/C (%)	細骨材 率 a/A (%)	単 位 量 (kg/m³)						0.3mm 以下の モルタル 量 (kg/m³)
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	微粉材	混和剤	
1	8±1.5	4±1	6.84	4.8	171	250	879	974	30	0.625	325
2	"	"	7.91	4.5	174	220	801	1002	100	0.55	338
3	"	"	8.80	4.4	176	200	780	1015	120	0.50	340
4	"	"	11.73	4.2	176	150	742	1048	170	0.357	340

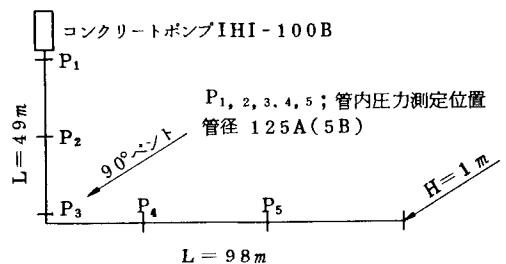


図-3 配管状況（平面図）

を、配管は125A(5B)管を用いた。実験に用いた配管状況は図-3に示すように実長は147m、水平換算距離は161mである。1配合の圧送量は5.5m³/hとし、吐出量を20, 30, 40, 50m³/hに変化させ、管内圧力を5箇所で測定した（表-2参照）。コンクリートの品質試験として圧送前後でスランプ、空気量、温度、単位容積重量、ブリージング率、圧縮強度および弾性係数の測定を行った（表-3参照）。また圧送直前に加圧ブリージング試験を行ない標準曲線内にあるかどうかをチェックした（図-4参照）。

5. 圧送実験結果

(1) 圧送性

表-2に管内圧力測定結果を、また図-5に水平管1m当りの管内圧力損失と吐出量の関係を示す。今回の実験では、いずれの配合でも安定圧送が可能であることが明らかとなり、また単位セメント量が少なく0.3mm以下のモルタル量を等しくしたNo.2~No.4の配合では、ほぼ同等の圧送性を示している。

(2) 品質

表-3に品質試験結果を示す。スランプ、空気量およびブリージング率は、圧送後が圧送前より小さく、温度、単位容積重量、材令28日圧縮強度・弾性係数は圧送後が圧送前よりも大きい。これらの傾向は一般のコンクリートのポンプ圧送実績と同様である。圧送前の材令28日圧縮強度は、配合No.1~No.4においてそれぞれ275, 204, 149および122kgf/cm²を得た。なお配合No.1, No.2およびNo.3について凍結融解に対する抵抗性試験（ASTM-666(A)）を実施した結果、300サイクルで相対動弾性係数はいずれも90%以上を得た。

6. まとめ

本圧送実験結果から、貧配合、硬練りコンクリートの場合でも、微粉材により0.3mm以下のモルタル量のある値以上確保することにより、加圧ブリージング試験結果を標準曲線内に設定することが可能である。またこの配合のコンクリートは、ポンプによる安定圧送が可能であることが明らかとなった。さらに微粉材により配合調整されたコンクリートは、貧配合であっても品質上特に問題とはならないと判断される。

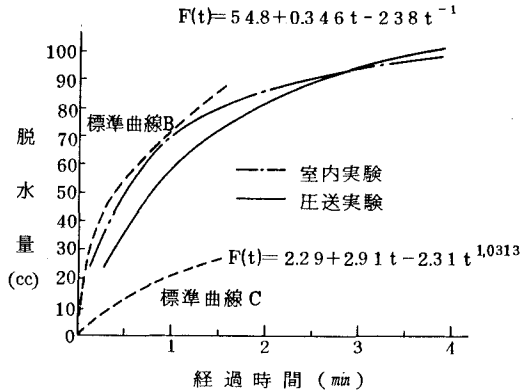


図-4 加圧ブリージング試験結果（配合No.3）

表-2 管内圧力測定結果

配合 NO.	吐出量 (m ³ /h)	コンクリート ポンプ主 油圧 (kgf/cm ²)	管内圧力 (kgf/cm ²)				
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
1 (C=250kg/m ³)	2.0	8.0	7.5	6.5	6.0	5.5	5.0
	3.0	8.0	12.0	10.5	9.0	8.0	7.0
	4.0	11.0	16.5	13.5	11.5	10.0	9.0
	5.0	14.0	21.0	17.0	14.0	12.0	11.0
2 (C=220kg/m ³)	2.0	8.0	12.0	9.5	7.5	6.5	5.5
	3.0	10.5	15.5	12.0	9.5	8.5	7.0
	4.0	11.5	18.5	15.0	11.5	9.5	8.0
	5.0	13.5	22.0	17.5	13.5	11.0	9.0
3 (C=200kg/m ³)	2.0	8.0	11.0	9.0	8.0	7.0	6.0
	3.0	9.0	13.5	11.0	9.5	8.5	7.5
	4.0	10.5	16.0	13.0	11.0	9.5	8.5
	5.0	11.5	18.5	15.0	12.5	11.0	9.5
4 (C=150kg/m ³)	2.0	8.0	11.0	8.5	7.5	6.5	5.5
	3.0	9.0	13.5	11.0	9.5	7.5	6.5
	4.0	10.5	16.0	13.0	11.0	9.5	8.0
	5.0	11.5	18.5	15.0	13.0	10.5	9.0

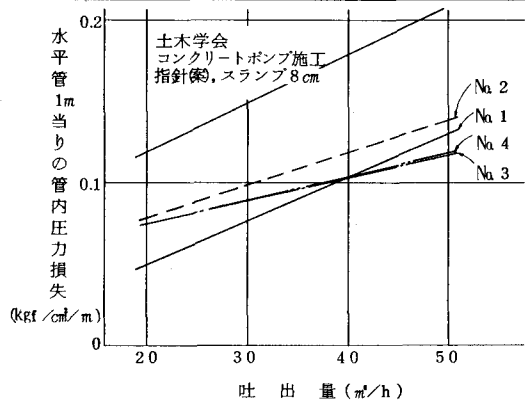


図-5 水平管1m当りの管内圧力損失と吐出量の関係

表-3 品質試験結果

配合 No.	スランプ (cm)		空気量 (%)		温度 (°C)		単位容積重量 (kg/m ³)		ブリージング 率 (%)		材令28日圧縮 強度 (kgf/cm ²)		材令28日弾性 係数 ×10 ⁴ (kgf/cm ²)	
	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後
1	9.0	7.2	4.5	4.2	17.5	19.0	2,292	2,299	6.4	4.8	275	284	2.44	2.45
2	7.7	7.2	4.3	4.1	16.5	17.0	2,290	2,295	5.6	4.9	204	208	2.22	2.26
3	9.5	7.8	4.6	4.0	16.0	18.0	2,276	2,291	6.1	4.9	149	153	2.08	2.09
4	7.8	7.7	3.3	3.0	16.0	16.0	2,302	2,310	5.6	4.9	122	125	1.95	2.00