

九州工業大学 正・員 ○高山 俊一
同 上 学生員 村田 佳彦
同 上 学生員 堤 博文

1 まえがき

最近、現場でのコンクリート打設は、大部分コンクリートポンプを使用して行われている。しかし、ポンプによる打設のために、品質の劣るコンクリートが選択されることもあり、ポンプ圧送について未解決の部分も多い。特に、低水セメント比の高強度コンクリートのポンパビリチーに関する研究はほとんど行われていないのが実情である。そこで、本研究では実際に大型ポンプ車を用い、水セメント比28%、単位セメント量600 kg/m^3 程度の高強度コンクリートのポンパビリチーについて種々の実験を行った。比較のため、普通コンクリートについても行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料 セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.16)、粗骨材は、碎石(最大寸法20 mm 、比重2.72、粗粒率6.38)、細骨材は細砂(河口砂、比重2.56、粗粒率1.90)および粗砂(陸砂、比重2.54、粗粒率3.14)を50%ずつ混合し、それぞれ使用した。また、高強度コンクリートには高性能減水剤(略称M、主成分; β -ナフタリンスルホン酸ホルマリノ縮合物、セメント重量の1.5%)を、普通コンクリートには空気連行性減水剤を規定量使用した。

2.2 実験方法 高強度コンクリートを2配合、普通コンクリートを1配合、計3配合について圧送試験を行った。コンクリートの示方配合を表-1に示す。コンクリートは生コン工場で練混ぜたものをミキサー車で実験現場に運び、それをポンプ車に移して圧送を行った。1配合のコンクリート量を10 m^3 とし、設定吐出量を20、30、40 m^3/h として各吐出量は2.5 m^3 とした。試験の概要および測定項目を表-2に示す。配管場所はポンプ車(PTF-75BZ、ピストン式)から吐出先へむすかな登り勾配となっているが、写真-1に見られるように平らな現場である。管内圧力は圧力変換器およびストレーンゲージを配管の周囲に4枚貼付したものを用い、測定箇所は、7~10 m 毎に5箇所設置した。ポンプ圧送後、表-2に示すように、高強度コンクリートと普通コンクリートの諸性質を調べた。振動機は棒状型を使用し、振動時間は普通コンクリートで1分、高強度コンクリートで3分とした。

表-1 コンクリートの配合

配合	種類	目録スランプ (cm)	水セメント比 (%)	空気量 (%)	粗骨材率 (%)	単位量 (kg/m^3)				
						水	セメント	粗骨材	細骨材	減水剤
1	普通	10 $\pm$ 1	52	4	44.8	170	327	812	1053	0.817
2	高強度	21 $\pm$ 1	28	1	37	161	600	599	1075	9.00
3	高強度	16 $\pm$ 1	28	1	39	149	557	657	1084	8.355

表-2 試験の概略および測定項目

	出荷時 (生コン工場)	圧送前	圧送後	適用規格
まだ固まらないコンクリート試験	スランプ*	スランプ*	スランプ*	JIS A 1108
	空気量	空気量	—	JIS A 1128
	—	フロー	フロー	ASTM
	—	—	洗い分析	コンクリートライブラリー38号
硬化したコンクリート試験	コンクリート温度	コンクリート温度	コンクリート温度	棒状7 $\times$ 10 $\times$ 20 cm 温度計使用
	圧縮強度	圧縮強度	圧縮強度	JIS A 1108(ϕ 10 $\times$ 20 cm)
	—	—	曲げ強度	JIS A 1106(ϕ 10 $\times$ 40 cm)
	—	—	乾燥収縮量	ワイヤゲージ式(ϕ 10 $\times$ 40 cm)
	—	—	耐久性(磨耗試験)	水中摩擦試験法(ϕ 10 $\times$ 40 cm)
	—	—	水密性	浸透深さ方法(ϕ 15 $\times$ 30 cm)
ポンプ圧送試験	管内圧力、ピストンストローク数、主油圧、主油圧温度、ポンプの吐出量			

写真-1に見られるように平らな現場である。管内圧力は圧力変換器およびストレーンゲージを配管の周囲に4枚貼付したものを用い、測定箇所は、7~10 m 毎に5箇所設置した。ポンプ圧送後、表-2に示すように、高強度コンクリートと普通コンクリートの諸性質を調べた。振動機は棒状型を使用し、振動時間は普通コンクリートで1分、高強度コンクリートで3分とした。

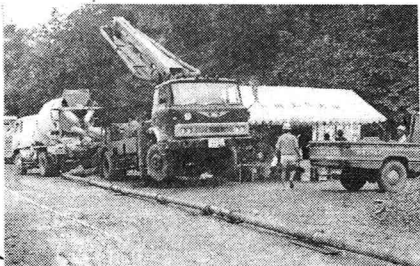


写真-1 ポンプ圧送試験状況

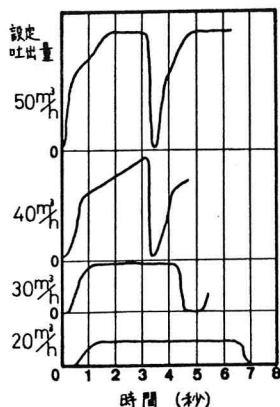


図-1 管内圧力の波形(高強度コンクリート)

3. 結果および考察

3.1 ポンプ圧送試験結果

図-1に、電磁オシログラフで記録

した管内圧力の波形の1例を示す。同図によると、管内圧力は、ポンプ車のピストンの動きに対応して規則的であつたことがわかる。図-2に、圧力損失と実吐出量の関係を示す。圧力損失は、円管1m長さに対応する管内圧力の低下によつて算出した。同図より、普通コンクリートは、圧力損失が0.1~0.2% $\frac{kg}{cm^2 \cdot m}$ であり変化がないのに対して、高強度コンクリートの圧力損失は、吐出量が20%と小さい場合、普通コンクリートと比べて大きな違いはないが、30、40%と大きくなるにつれて急増する傾向がみられる。これは、高強度コンクリートが粘性に富んでいるためであると考えられる。

3.2 洗い分析試験結果 材料分離の程度は、既報の材料分離係数によつて判断した。図-3に、材料分離係数と試料採取深さの関係を示す。同図によると、高強度コンクリートは普通コンクリートと比べて、上、下層の材料分離係数の差が小さく、材料分離が小さいものと考えられる。

3.3 硬化コンクリートの諸性質 図-4に、所定の振動後、各層から採取したコンクリートの、材令4週での測定結果を示す。同図より、動弾性係数は上層で小さく、下層で大きくなり、材料分離係数の傾向と類似していると考えられる。動弾性係数については高強度コンクリートは、普通コンクリートに比べて偏差が小さく、上層、下層とのばらつきが小さいものと考えられる。図-5は、各層から採取したコンクリートについて、ゲイメルゲージ法によつて乾燥収縮量を測定した結果である。同図によると、粗骨材がほとんどなく、モルタルだけの普通コンクリートの上層の試料が、特に収縮量が大きくなつてゐる、その他の試料については、収縮量も少なく材令が60日を過ぎると収縮量がほとんど増加していないのがわかる。

終りに、本実験を行うにあつて、多大な御協力を頂いた本学学生、高崎秀二君に感謝の意を表します。

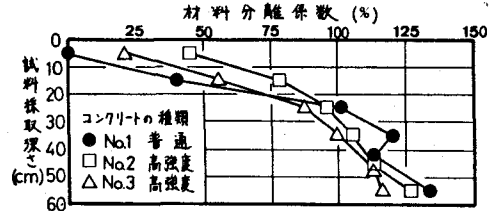
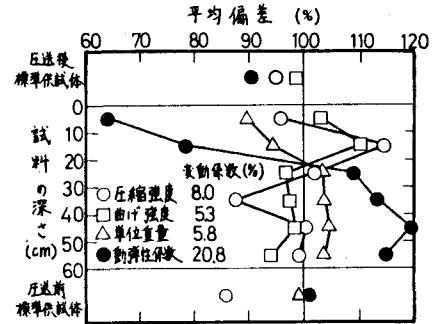
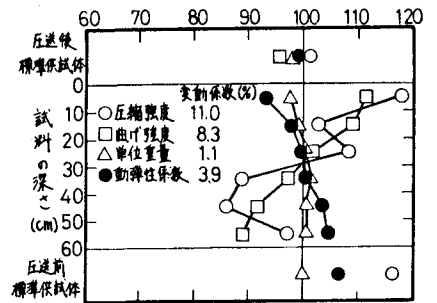


図-3 材料分離係数と試料採取深さの関係



普通コンクリート



高強度コンクリート

図-4 試料採取深さと各測定値の関係

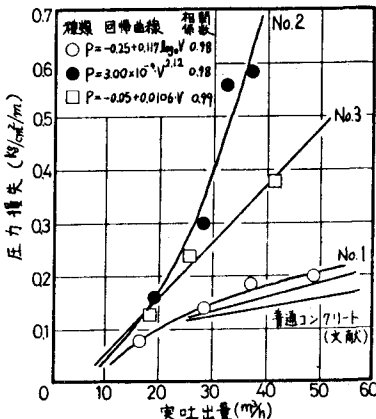


図-2 圧力損失と実吐出量の関係

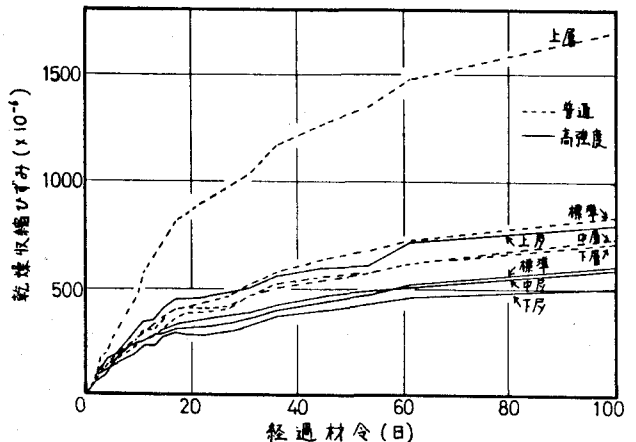


図-5 各層の乾燥収縮量