

V-260

粗骨材最大寸法 60mm・80mm の高流動コンクリートのポンプ圧送性

大成建設技術開発第二部

正会員 福井 智

建設省土木研究所ダム部ダム構造研究室

正会員 永山 功

建設省土木研究所ダム部ダム構造研究室

正会員 渡邊和夫

北海道開発局忠別ダム事業所

江幡一男

大成建設技術研究所

正会員 横井謙二

1. はじめに

締固めを要せずに高品質の構造体が得られる高流動コンクリートの特性を活かしたダムの合理化施工を検討する上で、急速大量打込みの手段としてポンプ圧送工法の検討が不可欠である。本報告は、粗骨材の最大寸法が大きく、粉体量が比較的小さいダム用の高流動コンクリート¹⁾のポンプ圧送性を評価するために実施した圧送実験の結果をまとめたものである。

2. コンクリートの仕様・配合・使用材料

圧送実験に使用した粗骨材最大寸法(Gmax)60mm、80mm の高流動コンクリートの基本的な仕様・配合・使用材料を表-1 に示す。ここに示すスランブフローおよび60cm フロー時間は大型スランブコーン¹⁾によって測定した値である。

粉体材料は、低熱ポルトランドセメントと石灰石微粉末とし、高性能 AE 減水剤にはポリカルボン酸エーテル系を、充填性および分離抵抗性を高めるための混和剤には水不溶性多糖類ポリマー系²⁾を使用した。

単位水量および高性能 AE 減水剤量を調整し、圧送前のスランブフローと60cm フロー時間とを変化させた。

3. 圧送ポンプおよび配管

コンクリートの圧送には図-1 に示す配管を使用した。使用ポンプはダブルピストンエンジン駆動型(P 社製)で理論最大吐出圧力が4.1N/mm²のものである。配管径は200mm、配管実長は128m と185m（水平換算長202m, 269m）の2種類である。

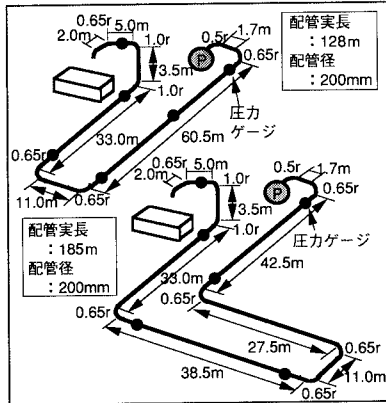


図-1 配管構成

表-1 コンクリートの仕様・配合・使用材料

スランブフロー : 80±7cm 空気量 : 5.0±1.0%												
60cmフロー時間 : 10~15秒 漏斗流下時間 : 20秒以下												
粗骨材 最大寸 法 (mm)	水セ メン 比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)									
			水	セ メン ト	石灰 石微 粉末	粗骨 材	粗骨材				高性能 AE 減水剤	分離 低減 剤
							8040	6040	4020	2005		
60	54.1	45.3	138	255	170	793	—	164	372	420	6.16	0.3
80	53.3	45.3	136	255	170	791	313	—	309	341	6.59	0.3
セメント			低熱ポルトランドセメント (N社製) 比重 3.22									
石灰石微粉末			舗装用炭カル粉末 (KK社製) 比重 2.70 比表面積 3000cm ² /g									
細骨材			河床砂礫砕砂 (忠別川産) 比重 2.61									
粗骨材			河床砂礫砕石 (忠別川産) 比重 8040:2.61, 4020:2.62, 2005:2.61									
高性能 AE 減水剤			ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマー (N社製)									
分離低減剤			水不溶性多糖類ポリマー (T社製)									

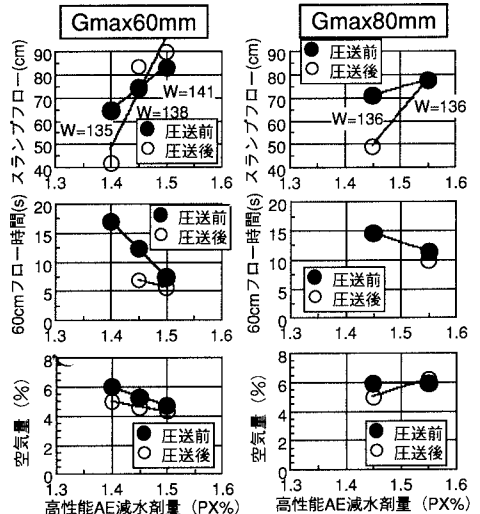


図-2 圧送前後の性質の変化

4. フレッシュコンクリートの性質

粗骨材最大寸法 60mm、80mm 各配合の、圧送前後でのスランブフロー、60cm フロー時間、空気量の変化を高性能 AE 減水剤量との関係として図-2 に示す。なお、圧送前試料はコンクリート練上りから 20 分程度経過時に、圧送

キーワード：高流動コンクリート、ポンプ圧送、スランブフロー、管内圧力損失

〒169-0073 東京都新宿区百人町 3-25-1 TEL 03-5386-7571 FAX 03-5386-7576

後試料は 50 分程度経過時に採取した。

図によれば、単位水量および高性能 AE 減水剤が多い配合では、圧送後のスランプフローは圧送前と同等か大きくなる傾向にあるが、これらが少ないと圧送後のスランプフローが極端に小さくなる傾向が見られる。したがって、圧送前後の品質の変化を抑えるためには、高性能 AE 減水剤の使用量を適切に調整することが必要である。なお、圧送による空気量の変化はわずかであった。

5. 圧送特性と所要ポンプ圧力の算定方法

吸込み効率（実吐出量と理論吐出量の比）の実測値を図-3 に示す。吸込み効率はおおよそ 85% であり、粗骨材最大寸法やスランプフロー（圧送前後の平均値を使用、以降同様）の影響は認められない。

実吐出量 3 水準（ $Q=20, 40, 60 \text{ m}^3/\text{hr}$ ）におけるスランプフローと直管部の管内圧力損失の関係を図-4 に示す。図によれば、管内圧力損失はスランプフローと直線関係がある。しかし、粗骨材の最大寸法による差異は認められない。

また、図-5 は、実吐出量と管内圧力損失の関係を示したものである。管内圧力損失は実吐出量と比例関係にある。

次にベント管（半径: $r=0.65\text{m}$ ）および上向き垂直管での圧力損失を直管部の圧力損失との比較により水平換算長さとして示したものを図-6 および図-7 に示す。図より、ベント管 1 本は直管 1.4m、上向き垂直管 1m は水平管 2.4 m に相当することがわかる。

また、ポンプ機構内での圧力損失に関して、理論吐出圧力（主油圧から算定したピストン前面圧）とポンプ吐出圧力（ポンプ出口で実際にコンクリートを押し出す圧力）の比（前面圧換算係数）は、図-8 に示すように、平均で 1.2 であった。

これらの実測値から得たポンプ所要前面圧の算出式を表-2 に示す。

6. まとめ

ダブルピストンエンジン駆動型のコンクリートポンプおよび直径 200mm の配管を使用して、粗骨材最大寸法 60mm、80mm の高流動コンクリートのポンプ圧送性を確認した。その結果、コンクリートのスランプフロー、実吐出量および配管構成からポンプの所要前面圧を算出する式が得られた。

参考文献

- 1) 大友ほか：粗骨材最大寸法 60mm・80mm を用いた高流動コンクリートの配合検討，土木学会第 53 回年次学術講演会概要集 V，1998.10
- 2) 奈良ほか：コンクリート用分離剤 β -1,3 グルカンの性質，コンクリート工学論文集，Vol.5, No.1, 1994.1

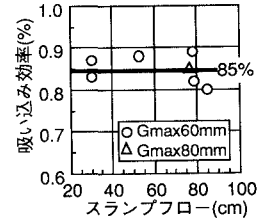


図-3 吸込み効率実測値

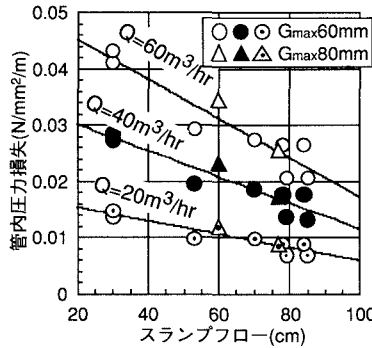


図-4 スランプフローと管内圧力損失

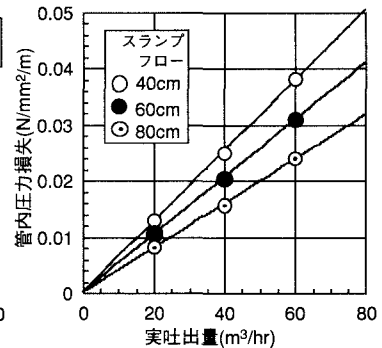


図-5 実吐出量と管内圧力損失

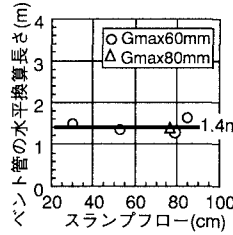


図-6 ベント管の水平換算長さ

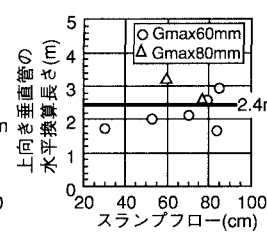


図-7 上向き垂直管の水平換算長さ

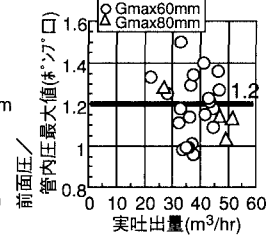


図-8 ポンプ機構内での圧力損失

表-2 ポンプ所要前面圧の計算方法

$P_p = 1.2 K L_e$
P_p : ポンプの所要前面圧 (N/mm^2)
1.2: 前面圧換算係数
K : 水平管 1m 当りの管内圧力損失 ($\text{N/mm}^2/\text{m}$)
$K = (-0.000006 \text{ SF} + 0.0009) Q$
SF : コンクリートのスランプフロー (cm)
Q : 実吐出量 (m^3/hr)
L_e : 水平換算長 (m) $= L + 1.4 B + 2.4 H$
L : 水平管長さ (m)
B : ベント管長さ (m)
H : 上向き垂直管長さ (m)