

長距離ポンプ圧送を考慮したコンクリート配合の検討

清水建設(株)土木本部 正会員 熊野 知司
清水建設(株)土木本部 正会員 名倉 健二
(株)エヌエムビー中央研究所 正会員 高田 誠

1. はじめに

近年、施工現場においては、コンクリート打設にポンプ圧送が採用される機会が多く、いくつかの指針が制定されている¹⁾²⁾。この中で、例えばシールドの二次覆工のように様々な条件的制約からかなりの長距離に及ぶポンプ圧送を行う必要のある事例が増えている。長距離ポンプ圧送を行う場合には、管内での閉塞や圧送に伴うコンクリートの品質の変化が特に問題となり、ポンプの機種選定は勿論、コンクリートの配合においても十分な検討が必要となる。

著者らは、夏期に実圧送距離823m(水平換算距離約850m)のポンプ圧送で施工されるコンクリートに対して配合面からの検討を加え、さらに、選定した配合の施工性の検証を目的とした実施工時の現場実験を行った。本文はこの一連の検討の結果を報告するものである。

2. 施工条件

表-1に計画した輸送管・ポンプの仕様および要求されるコンクリートのスランプを示す。施工上の留意点は、施工が夏場になることおよび工程上の条件から早期脱型が必要となることである。

3. 実験概要

(1) 配合選定実験

表-2に使用材料を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、混和剤はAE減水剤遅延形と高性能AE減水剤(ナフタリン系遅延形)の2種類とした。

表-3に配合選定実験の配合を示す。実験項目は、施工条件を考慮して、フレッシュコンクリートの経時変化試験と若材齢強度試験を行うことにした。経時変化試験は試験温度30℃でスランプおよび空気量を30分おきに120分まで測定した。若材齢強度試験は養生温度を20℃および30℃とし、圧縮強度を20時間程度まで測定した。

(2) 現場実験

実験項目は、圧送前後におけるフレッシュコンクリートの品質試験、脱型時若材齢強度試験、見掛けの管内圧力損失および吐出量とした。品質試験はスランプ、スランプフローおよび空気量の測定を圧送前後に採取した試料を用いて行った。若材齢強度試験は脱型時まで現場養生した供試体の圧縮強度試験を行い、養生温度と時刻を記録した。見掛けの管内圧力損失は、管吐出口における圧力を0とし、ポンプ前面圧が配管全長における圧力損失であると仮定して、ピストン前面圧を水平換算距離で除して求めた。また、吐

表-1 輸送管およびポンプの仕様

仕 様	
輸送管	輸送管長 823m
	管径 5B(125mm)
ポンプ	曲管 90° 6カ所 45° 2カ所
	フレキシブルホース 4m
	最大吐出量 33m ³ /h
スラフ	最大ピストン前面圧 90kgf/cm ²
	21cm以上

表-2 使用材料

材 料	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント 比重3.16
細骨材	千葉県君津市産 表乾比重2.60 FM 2.50
粗骨材	高知県仁淀産 表乾比重2.70 実積率61.5%
混和剤	AE減水剤遅延形 高性能AE減水剤遅延形

表-3 配合選定試験の配合

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混 和 剤	
			W	C	S	G	種 類	添加量(C×%)
AE1							AE減水剤	0.25
AE2	53.6	45.5	185	345	783	972		0.375
AE3								0.50
SP1	53.6	50.0	185	345	859	892	高性能AE減水剤	1.60
SP2	49.9	46.6	172	345	816	972		1.80
SP3	49.9	48.0	172	345	841	945		2.00

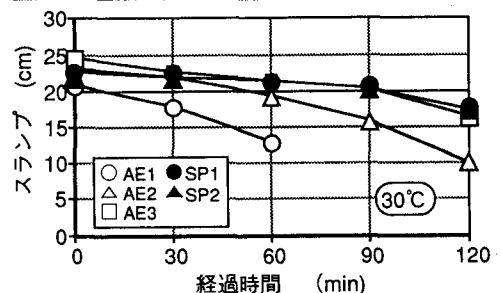


図-1 スランプの経時変化

出量はアジテータ車一台分のコンクリート(5.5m³)を圧送するのに要した時間をストップウォッチで測定することにより求めた。なお、各試験は水平換算距離を要因にとり、約100～150mに1回の割合で行った。

4. 結果および考察

(1) 配合選定実験

図-1にスランプの経時変化を示す。試験温度30℃におけるスランプの経時変化は高性能AE減水剤がAE減水剤遅延型よりも小さく、スランプの保持性能に関しては高性能AE減水剤の方が優れているといえる。図-2に養生温度20℃における若材齢強度試験の結果を示す。若材齢強度の発現性状はAE減水剤遅延型の方が大きくなる傾向にある。

実施工の条件を考慮して、試験温度30℃で90分間スランプ21cm程度を保持し、しかも養生温度20℃、打設後18時間程度で圧縮強度35kgf/cm²以上の発現を配合選定の目安とすると、これに適する配合は、図-1および図-2より配合SP1となる。

(2) 現場実験

図-3に圧送前後におけるコンクリートの品質試験の結果を示す。圧送後の品質試験の測定値はいずれにおいても圧送前に比べて減少した。このうちスランプは1～1.5cm、空気量は0.5%程度の減少であったが圧送換算距離による有意な差は見られなかった。しかし、スランプフローは、水平換算距離600m以上において距離の増加に伴い圧送前後の差が増大する傾向がみられた。このことより、長距離ポンプ圧送による影響はスランプよりスランプフローに顕著に現れるといえる。

図-4に雰囲気温度をもとに算定した積算温度と若材齢圧縮強度との関係を示す。図より、現場実験における結果はほぼ配合選定実験による回帰線にプロットされ、強度発現が計画どおりであったことが確認された。

図-5に見掛けの管内圧力損失と吐出量との関係を示す。見掛けの管内圧力損失はほぼスランプ21cmの直線上³⁾にプロットされ、ポンプ機種の選定を含め圧送計画が妥当であったことが確認された。

5. おわりに

実施工は特に問題なく完了した。現場実験の結果、配合をふくめ圧送計画が妥当であったことが確認された。

<参考文献>

- 1)コンクリートのポンプ施工指針(案)、土木学会、1985年11月
- 2)コンクリートポンプ工法施工指針・同解説、日本建築学会、1994年1月
- 3)高性能AE減水剤を用いたコンクリートの施工指針(案)、土木学会、PP. 27～29、1994年6月

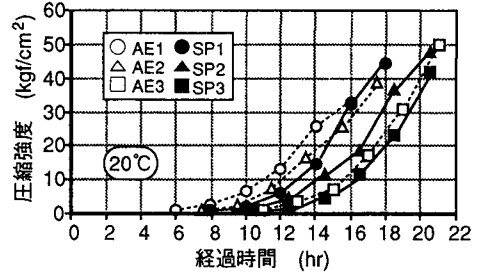


図-2 若材齢強度試験結果

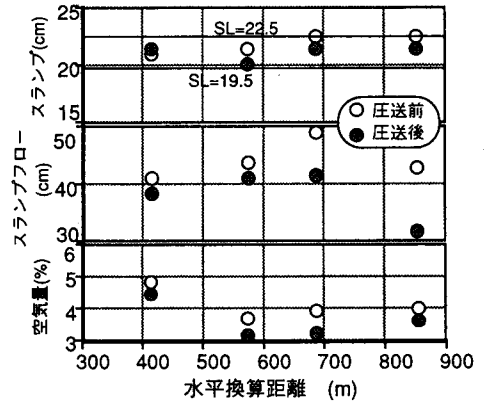


図-3 品質試験結果

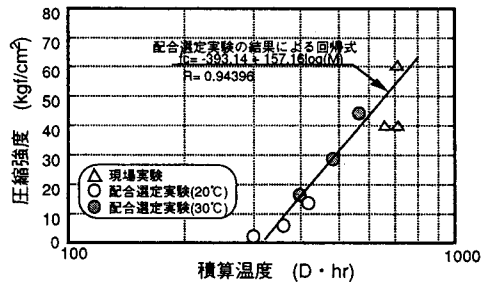


図-4 積算温度と若材齢強度との関係

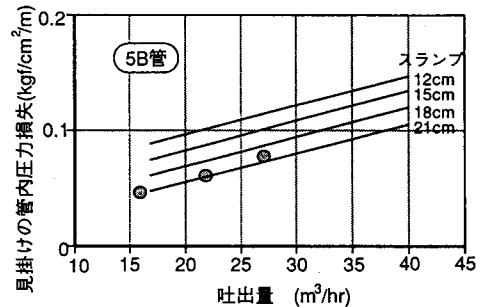


図-5 見掛けの管内圧力損失と吐出量との関係