

高所への運搬方法の違いがコンクリートの品質に与える影響

鹿島建設(株) 正会員 ○高木智子 松本修治 阿部雅弘 横田健一 柳井修司

1. はじめに

コンクリートを高所へ圧送する場合、圧送の可否やスランプの低下を考慮して、荷卸しのスランプを設定する必要がある。その対応として、一般にはスランプを大きくすることになり、単位水量や単位セメント量が増加することから、乾燥収縮の増大や温度ひび割れの発生が懸念される。また、圧送による空気量の変化も指摘されており¹⁾、硬化後の強度特性や凍結融解抵抗性への影響も無視できない。スランプや空気量の変化を小さくして高所へ運搬する方法として、バケットによる揚重が行われるが、ポンプによる圧送とバケットによる揚重の差異がコンクリートの品質変化に与える影響について同一条件で比較した知見は多くない。本報では、運搬方法の違いがコンクリートの品質変化に与える影響を明らかにする目的で、愛媛県一般県道岩城弓削線岩城橋の岩城島側の主塔にて比較を行ったので、その結果について報告する。

2. 試験概要

本試験では、高所への運搬におけるコンクリートの品質変化を確認する目的で、運搬前後のスランプ、空気量および圧縮強度を確認した。

(1) コンクリートの使用材料および配合

コンクリートの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。コンクリートの種類は40 18 20 Nで、単位セメント量を380kg/m³、膨張材を20kg/m³とし、合計400kg/m³を単位結合材量とした。混和剤には、PAE化合物を主成分とする高性能AE減水剤を使用した。

(2) コンクリートの製造および現場までの運搬

コンクリートの製造は岩城島内のレディーミクストコンクリート工場で行い、練混ぜには強制二軸ミキサを用いた。1バッチあたりの練混ぜ量を1.0m³、練混ぜ時間を70秒とした。現場までの運搬時間は15分程度であった。

(3) 高所への運搬条件

配管を含む運搬条件と測定対象部位を図-1に示す。コンクリートポンプによる運搬は、図中の圧送Aと圧送Bの施工部位を対象とした。地上からの高さはAが83.5m、Bが86.7mであり、配管の水平換算距離¹⁾は416mと428mである。コンクリートポンプは理論吐出量43m³/h、理論吐出圧15.4MPa(高圧仕様)を使用し、輸送管には125A(5B)の径で、高圧仕様のものを用いた。

バケットによる運搬は、図中のバケットAとバケットBの施工部位を対象とした。地上からの高さは124.5mである。打込みにはタワークレーンと容量2.5m³のバケットを使用した。なお、バケット下部には、扁平な断面形

表-1 使用材料		
材料	記号	摘要
水	W	地下水・上澄水
セメント	C	普通ポルトランドセメント， 密度 3.16g/cm ³ ，比表面積 3,230cm ² /g
膨張材	Ex	石灰系膨張材，20 型 密度 3.16g/cm ³ ，比表面積 3,760cm ² /g
細骨材	S	広島県東広島市黒瀬町小多田産砕砂， 表乾密度 2.58g/cm ³ ，F.M. 2.72
粗骨材	G	広島県東広島市黒瀬町小多田産碎石 2005， 表乾密度 2.63g/cm ³ ，実積率 58.6%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤，主成分 PAE 化合物
	AE	空気量調整剤，主成分アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

表-2 コンクリートの配合 (40 18 20N)									
目標 空気量 (%)	水結合 材比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	Ex	S	G	SP	AE
4.5	43	47.1	172	380	20	798	913	4.6	1A

※1A= (C+Ex) × 0.001%

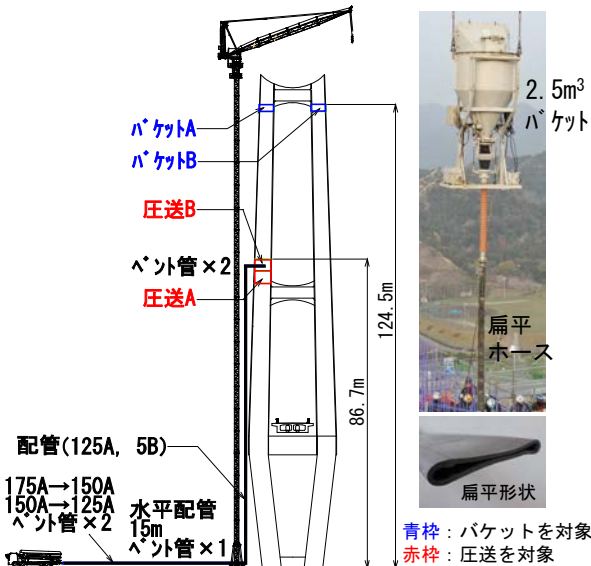


図-1 運搬条件と測定対象部位

キーワード：高所圧送，バケット，空気量，圧縮強度，高性能 AE 減水剤

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

状によってホース内のコンクリートの自由落下を抑制できる扁平ホース²⁾を繋げてコンクリートを打ち込んだ。

(4) 試験項目

試験項目として、スランプは JIS A 1101、空気量は JIS A 1128 に準拠した。圧縮強度は JIS A 1108 に従い、材齢 28 日に実施した。試験サンプルは、運搬前として荷卸し時に、運搬後として打込み箇所まで筒先から採取した。

3. 試験結果

運搬前後のスランプの比較を図-2 に、運搬前後の空気量の比較を図-3 に示す。圧送による運搬では、スランプが A、B とともに 1.0cm 低下した。空気量は、圧送前の空気量が A で 3.1%、B で 4.0%であったものが、圧送後には A で 5.9%、B で 6.1%となり、それぞれ 2.8%、2.1%の増加を示した。

圧送による運搬では、ポンプのピストン前面圧が 7.5～8.6N/mm² 程度であり、加圧による脱水などの影響³⁾を受けていたが、本試験では、指針¹⁾に示されるものよりもスランプの低下は小さいものであった。これは、図-3 に示す空気量の増加が影響しているものと考えられる。圧送による流動性の低下を空気量の増加に伴うボールベアリング効果が補った結果として、圧送後のスランプの低下が抑制されたものと思われる。空気量が増加した要因としては、圧送時にコンクリートに作用する圧力に起因して高性能 AE 減水剤に含まれる AE 剤が再活性したものと推察される⁴⁾。一方、バケットによる運搬では、運搬前後のスランプや空気量の変化は非常に小さいものであった。これは、コンクリートがバケットの揺動を受けるものの、圧送のような加圧や変形を受けることなく運搬されたためと考えられる。

運搬前に対する運搬後の圧縮強度の低下率を図-4 に示す。圧縮強度の低下率は、圧送による運搬では、A で 13.5%、B で 9.4%低下した。一般的に空気量が 1%増加するごとに圧縮強度が 4～6%低下すると言われており⁵⁾、おおむね同様の傾向を示した。高所への圧送において、空気量の増加に伴う硬化コンクリートの品質が変化したため、事前に圧送後の品質変化を確認する必要性が改めて示された。一方、バケットによる運搬では、圧縮強度の低下率は 5%以下であり、小さいものであった。なお、いずれの施工においても運搬後の圧縮強度は、設計基準強度 40N/mm²を満足していた。

4. まとめ

高性能 AE 減水剤を用いた水結合材比 43%のコンクリートを高所へ圧送する場合、空気量が 2～3%増加し、圧縮強度が 10%程度低下した。そのため、圧送後のスランプの変化はもとより、空気量や圧縮強度についても考慮して配合を計画する必要性が改めて示された。一方、バケットによる運搬では、運搬前後のスランプ、空気量、圧縮強度の変化が小さく、品質変化を生じさせない運搬方法として、やはり有効であった。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートのポンプ施工指針 [2012 年版]，2012
- 2) 橋本学，柳井修司，石橋靖亨，伊豆内毅：吊るし打ちを前提とした扁平ゴムホースの材料分離抑制効果，第 1 回全国圧送技術大会論文報告集，pp.51-54，2018
- 3) 田沢栄一：ポンプ圧送技術の現状と問題点，コンクリート工学，Vol.21，No.11，pp.13-21，1983
- 4) 宮田敦典，中田善久，大塚秀三，岡本圭市：コンクリートポンプ工法における圧送距離が圧送前後の品質変化に及ぼす一考察，日本建築学会構造系論文集，第 78 巻，第 688 号，pp.1035-1044，2013.6
- 5) A.N.Talbot: A Proposed Method of Estimating the Density and Strength of Concrete and Proportioning the Materials by the Experimental and Analytical Consideration of Voids in Mortar and Concrete, Proc. ASTM, 1921

