

高所へ圧送した際のフレッシュおよび硬化コンクリートの空気量の変化

鹿島建設(株) 正会員 ○高木智子 橋本 学 松本修治 林 大介

1. はじめに

コンクリートの圧送によって圧送後の品質が変化することが懸念される。コンクリートの空気量に関して、一般的に圧送によって若干減少する傾向にあるが、一方で、圧送距離が 50m を超える場合、増加することも示されている。コンクリートの品質は、打ち込まれたコンクリートに対して評価することが重要と考えるが、硬化コンクリートの空気量、さらには気泡径分布にまで着目した検討はそれほど多くない。本報では、高所かつ長距離圧送した際の、圧送後の硬化コンクリートの空気量の変化について報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。コンクリートの種類は 40 18 20N で、配合の特徴として結合材量（普通ポルトランドセメント+膨張材）が 400kg/m^3 と多く、温度ひび割れの防止の観点から膨張材を、混和剤は高性能 AE 減水剤を使用している。

表-1 使用材料

材料名	記号	摘要
練混ぜ水	W	地下水・上澄水
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント、 密度: 3.16g/cm^3 、比表面積: $3230\text{cm}^2/\text{g}$
膨張材	Ex	水酸化カルシウム系膨張材、 密度: 3.16g/cm^3
細骨材	S	東広島市黒瀬町小多田 砕砂、 密度: 2.58g/cm^3 、F.M.:2.72
粗骨材	G	東広島市黒瀬町小多田 砕砂、 密度: 2.63g/cm^3 、実積率:58.6
混和剤	Ad	高性能 AE 減水剤 主成分:PAE 化合物

(2) 実験内容

コンクリートの出荷はレディーミクストコンクリート工場とし、練混ぜは 1.0m^3 練りの二軸ミキサを用い、1 バッチあたりの練混ぜ量を 1.0m^3 、練混ぜ時間 70 秒とした。現場までの運搬時間は 10~15 分であった。

図-1に示すように、今回の検討で対象としたリフトは 6, 7, 8 リフトであり、1 リフトの高さは 4.5m で、それぞれ地上から 53.5-58.0m、58.0-62.5m、62.5-67.0m の L, R 側の 2 箇所とした。コンクリートポンプ車は 8t 車級 (K 社製, PY100-26H, 最大吐出量 $77\text{m}^3/\text{h}$) を用いた。また、輸送管は高压用の 5 吋管を用い、8 リフト R 側で水平距離 33m、鉛直距離 70m (水平換算距離で 357m) であった。

測定項目としてフレッシュコンクリートは、スランプ試験 (JIS A 1101) と空気量 (JIS A 1128) とし、硬化後のコンクリートの空気量については、ASTM C 457 (リニアトラバース法) とした。圧送前を荷卸し時点のものとし、圧送後については筒先で採取した。硬化後の空気量は、JIS A 1132 に従い $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の供試体を作製し、供試体の中央から厚さ

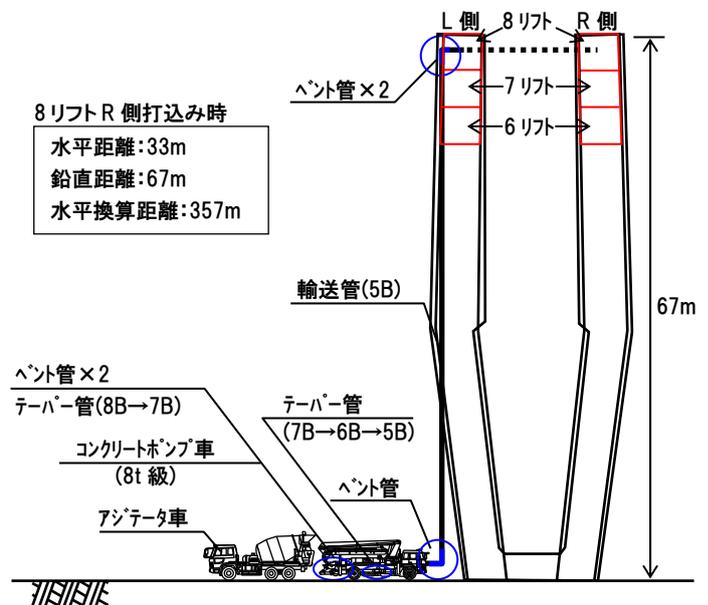


図-1 実験概要

表-2 コンクリートの配合

水結合 材比(%)	細骨 材率(%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)					
				W	OPC	Ex	S	G	Ad
43.0	47.1	18	4.5	172	380	20	798	913	4.60

キーワード：高所圧送，空気量，気泡径分布，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

20mm でスライスして鏡面研磨した後に測定した。

3. 実験結果

圧送前後のスランブ、フレッシュおよび硬化後の空気量の結果を表-3 に、フレッシュおよび硬化後の空気量の増減を図-2 に示す。圧送後のスランブは 1.5cm~2.5cm の範囲で、空気量についてもフレッシュ、硬化後ともに、全ての箇所において増加する傾向が認められた。

次に、一例として6リフト R 側の圧送前後の硬化後の気泡径分布の比較を図-3 に、気泡径分布から硬化後の全気泡（全空気量）、0.30mm 未満、1mm 以上、その他の気泡径に分類したものを図-4 に示す。なお、その他箇所のデータについては、6 リフト R 側と同様の傾向であったため本報では割愛した。図より圧送によって気泡径 0.30mm 未満の空気量は、2.2%から 4.1%まで増加する一方で、気泡径 1mm 以上の空気量は 0.9%から 0.3%まで減少する傾向が認められた。気泡径 0.30mm 未満の微細な空気量が増加していることから、圧送の過程で何らかの起泡作用が働いたものと考えられる。既往の研究では、高性能 AE 減水剤を用いた場合、コンクリートポンプ車のホッパ内での攪拌によって空気量が増加しやすい傾向にあること²⁾、また、圧送中についてはベント管中でせん断層流の複雑な動きにより化学混和剤の起泡作用が再活性されること、コンクリートが輸送管を圧送される過程で大きな気泡が微細気泡に分割されることなど¹⁾が考えられた。

4. おわりに

本検討では材料や配合、施工方法など限られた条件ではあるが、圧送後に気泡径 0.30mm 未満の空気量が増加する結果が得られた。これは、圧送過程で化学混和剤の起泡作用により微細な気泡が連行されたものと考えられるが、この影響要因については引き続き検討が必要である。今回得られた知見より、コンクリートの空気量に関しては、打込み後の硬化コンクリートとして、気泡径ごとの空気量を把握することが重要であることが示唆された。

参考文献

- 1) 宮田敦典ほか: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.
- 2) 山崎順二ほか:コンクリートの圧送における空気量の変化とその制御方法に関する検討, 日本コンクリート工学会, コンクリート中の気泡の役割・制御に関する研究委員会 報告書, pp.187-192, 2016.6.

表-3 スランブおよび空気量の測定結果

測定箇所	スランブ (cm)		フレッシュ空気量 (%)		硬化後の空気量 (%)	
	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後
6リフトL	17.5	19.0	3.7	3.9	4.6	5.9
6リフトR	17.5	19.0	4.3	4.8	4.9	5.4
7リフトL	18.0	—	3.7	—	4.1	6.4
7リフトR	17.5	19.0	4.4	5.6	3.8	4.9
8リフトL	18.5	21.0	4.6	5.1	4.4	5.0
8リフトR	18.5	20.5	4.0	5.4	4.2	6.3
平均	17.9	19.7	4.1	5.0	4.3	5.7

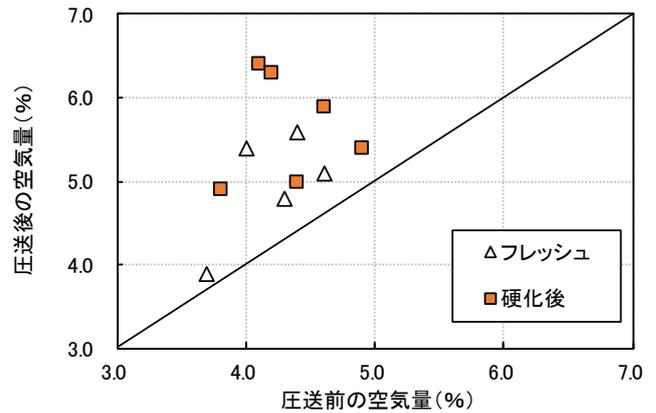


図-2 圧送前後の空気量の比較

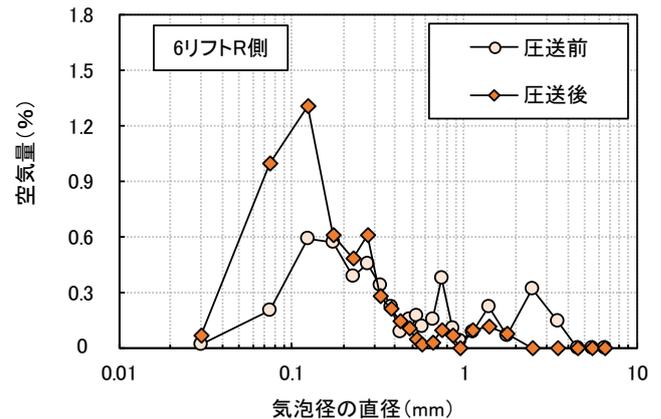


図-3 圧送前後の気泡径分布の比較 (6リフト R 側)

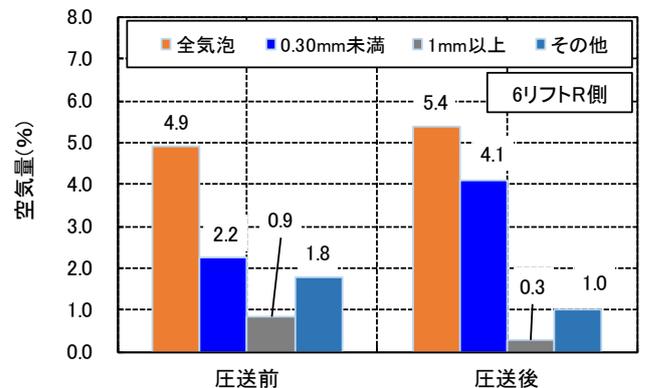


図-4 気泡径ごとの空気量の比較 (6リフト R 側)