

異なる打込み方法が凍結融解抵抗性に与える影響に関する実験的検討

鹿島建設(株) ○正会員 橋本 学 正会員 林 大介
正会員 柳井修司 フェロー 坂田 昇

1. はじめに

運搬によってフレッシュコンクリートの空気量が減少¹⁾し、凍結融解抵抗性が低下することが懸念される。そこで、コンクリートの運搬の中でも圧送とコンクリートバケットによる運搬方法に着目し、運搬方法の違いがコンクリートの空気量、気泡分布および凍結融解抵抗性に与える影響について実験的検討を行った。

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にそれぞれを示す。使用材料は、レディーミクストコンクリート工場の常用のものを使用し、コンクリートの配合は、工場が保有する JIS 規格に適合したもので、配合 1 は 24-8-20BB で、配合 2 は呼び強度 30-8-20N であった。配合 1 は圧送による運搬のみで、配合 2 は圧送およびバケットによる運搬にて実験を行った。

(2) 実験方法

工場で練り混ぜたコンクリートをアジテータ車に 4.0m³ 積み込み、実験箇所まで 30 分程度で運搬した。受入時にスランプおよび空気量を測定後、コンクリートポンプによる圧送およびバケットによる運搬にて、予め作製した型枠 (□-1.2m×2.4m×0.4m) に高さ 1.5m の位置からコンクリートを自由落下させた。打込み直後のコンクリートから試料を採取し、再度、空気量を測定した。その後、φ40mm のパイププレートにて締め固めた。硬化後のコンクリートは、試験体の側面 (型枠面) から □-10cm×10cm×40cm の供試体を切り出し、型枠に接する 10cm×40cm の一面を除く全てをエポキシ樹脂にてコーティングし、JIS A 1148 (A 法) に従い、凍結融解試験を実施した。また、別途、切り出した 10cm×10cm (t=2cm) 角の供試体の気泡間隔係数および気泡分布を測定した。実験項目を表-3に示す。

3. 実験結果

配合 1 および配合 2 の目標スランプ、目標空気量はともに 8cm、4.5% であったが、配合 1 ではコンクリートを意図的に材料分離させ、その影響を確認することを目的として、計画配合の 156kg/m³ に対し、細骨材の表面水率の調整によって現場配合の単位水量を 170kg/m³ とした配合にて、受入時のスランプを 18.0cm、空気量が 4.4% とした。配合 2 では、2 台のアジテータ車を用い、圧送用の 1 台目ではスランプが 9.0cm、空気量が 4.4% で、バケット用の 2 台目はスランプが 10.5cm、空気量が 5.0% であった。運搬後のフレッシュ時の空気

表-1 使用材料

材料名	記号	適用
水	W	回収水・地下水、密度:1.00g/cm ³
セメント	BB	高炉セメント B 種、密度:3.04g/cm ³
	OPC	普通ポルトランドセメント、密度:3.16g/cm ³
細骨材	S1	川砂 表乾密度 2.62g/cm ³ , 粗粒率:2.95
	S2	山砂 表乾密度 2.58g/cm ³ , 粗粒率:2.20
粗骨材	G1	川砂利 表乾密度 2.66g/cm ³ , 実積率:63.5
	G2	碎石 表乾密度 2.70g/cm ³ , 実積率:59.0
混和剤	Ad1	AE 減水剤 (標準形, 主成分:リグニンスルホン酸)
	Ad2	AE 剤 (主成分:高アルキルカルボン酸系陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤の複合体)

表-2 コンクリートの配合

配合名	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)							Ad1	Ad2
				W	BB	OPC	S1	S2	G1	G2		
配合 1	50.5	41.6	4.5±1.5	156 (170)	309	—	571 (542)	186 (178)	543	548	3.09	3.09(2.5A)
配合 2	42.5	37.3	4.5±1.5	165	—	388	490	160	556	564	4.27	3.88(2.5A)

() は単位水量調整後の値、Ad2: 1A=C×0.04%

キーワード: 空気量, 凍結融解抵抗性, 気泡分布, 圧送

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:042-489-8007

量について、図-1に示すとおり、配合1は受入時の4.4%に対し、圧送運搬で1.7%となり、2.7%減少した。配合2の圧送用の1台目では4.4%に対し、3.1%となり、1.3%の減少が認められた。一方で、配合2のバケット用については、受入時の5.0%に対し、運搬後では4.0%となり減少量が最も少ない結果であった。

配合1の減少量がなくなった理由として、単位水量のみを増加させたことで、流動性は高くなる一方で粘性が低下し、連行した空気が抜けやすい状態にあったものと考えられた。また、自由落下によって材料分離したことも要因の一つとして考えられた。

図-1に硬化コンクリートの空気量の比較を示す。図-1の硬化後の全気泡および気泡径0.15mm未満²⁾の空気量は気泡分布より求めたもので、運搬後のフレッシュの空気量に対し、硬化後の全気泡は硬化過程で減少する傾向にあり、圧送(配合1)では、1.7%に対し1.3%で0.4%減少し、圧送(配合2)およびバケット(配合2)においても同様の傾向で、それぞれ0.4%、0.7%減少する結果となった。

図-2に型枠に接する一面のみを解放した状態での凍結融解試験結果を示す。圧送(配合1)では180サイクル時点で相対動弾性係数が60%以下となり、バケット(配合2)が最も高い値を示した。この理由について、図-3に示す坂田らの既往の研究²⁾より整理することとした。坂田らは、気泡径0.15mm未満の空気量、気泡間隔係数および耐久性指数には相関が認められ、気泡径0.15mm未満の空気量を0.45%以上連行することで、耐久性指数60%以上が確保されると考察している。今回の実験結果についても、0.15mm未満の空気量が最も少なかった圧送(配合1)において、気泡間隔係数が最も高く、相対動弾性係数も60%以下となり、圧送(配合2)およびバケット(配合2)の順に0.15mm未満の空気量が多くなり、耐久性指数も高くなる結果となった。この結果は、既往の研究と同様の傾向として整理できることが確認された。

4. まとめ

異なる打込み方法が凍結融解抵抗性に与える影響に関する実験的検討を行った結果、圧送およびバケット運搬ともに運搬後の空気量の減少は認められるものの、適切な配合にて打ち込まれたコンクリートについては、運搬方法に関わらず高い凍結融解抵抗性を示した。一方で、材料分離が生じたコンクリート配合では、運搬前後の空気減少量が著しく、凍結融解抵抗性を確保できない可能性があることが示唆された。

参考文献

- 1) コンクリートのポンプ施工指針 [2012年版], 土木学会, pp.34-35, 2012.6
- 2) 坂田昇ほか: コンクリートの気泡組織と耐凍害性の関係に関する考察, コンクリート工学論文集, Vol.23, No.1, pp.35-47, 2012.1

表-3 実験項目

試験項目	試験方法
スランブ	JIS A 1101「コンクリートのスランブ試験方法」
空気量	JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法」
硬化後の空気量および気泡間隔係数	ASTM C 457(リニアトラバース法)
凍結融解抵抗性	JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法(A法)」

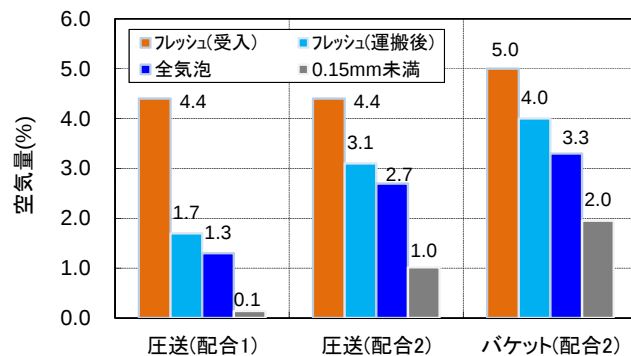


図-1 フレッシュおよび硬化後の空気量の比較

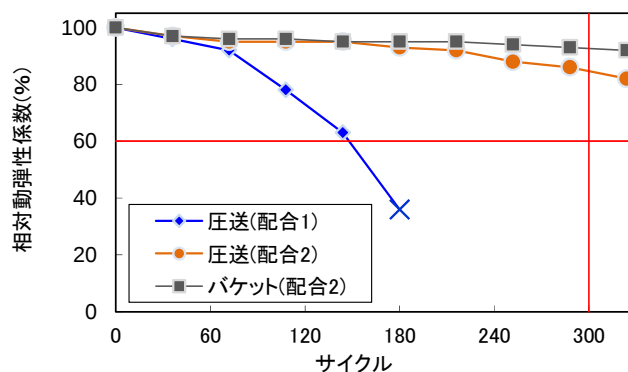


図-2 凍結融解試験の比較

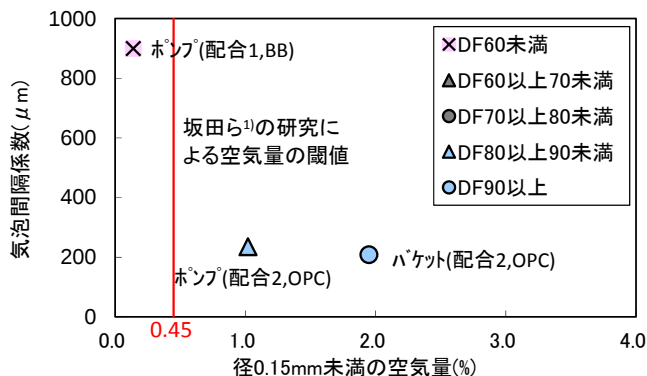


図-3 0.15mm 未満の空気量と気泡間隔係数の関係