

V-314

吹付けモルタルの硬化性状に関する研究

青木建設 研究所 正会員 駒田憲司 正会員 谷口秀明
 東急建設 技術研究所 正会員 福田 淳 佐藤 務
 東急建設 営業第二本部 正会員 西岡 哲

1. はじめに

筆者らは、成形の自由度が高く、現場でも製造しやすい吹付け技術を用いたプレキャスト(以下 PCa)型枠の製造技術の開発を行ってきた[1]。PCa 型枠の製造に吹付け技術を用いる場合、従来のトンネルの一次覆工などに用いられている吹付けコンクリートと違い、吹き付けたコンクリートあるいはモルタルが外気と接触する箇所での供用となることが考えられるため、硬化後のコンクリートあるいはモルタルについて検討する必要がある。そこで筆者らは、吹付けによる PCa 型枠製造技術の開発の一環として、吹付けモルタルによる PCa 型枠の硬化性状について検討を行った。本報では、吹付け及び急結剤が凍結融解抵抗性、気泡間隔係数や気泡径分布および自己・乾燥収縮に及ぼす影響について述べる。

2. 実験概要

(1)使用材料および配合；モルタルの材料として、水(W)、早強ポルトランドセメント(C,比重 3.13)、鬼怒川産川砂(S,表乾比重 2.60,F.M2.57)、高性能減水剤(SP,ポリカルボキシレートを誘導体)、空気量調整剤(起泡剤)及び液体急結剤(硫酸アルミニウム系)を使用した。モルタルの水セメント比は 35%, 砂セメント比は 1.5 とした。

(2)実験方法；吹付け距離 30cm で 10×10×40cm の鋼製型枠に吹き付け試験体を作製した。吹付けモルタルの硬化性状として、気泡間隔係数と気泡径分布の測定、凍結融解試験および自己・乾燥収縮試験を実施した。気泡間隔係数と気泡径分布の測定は供試体を材齢 28 日まで標準水中養生を施した後に中央部で輪切りにし、その面について測定した。測定方法は ASTM C 457 に準拠した。凍結融解試験方法は、JSCE-G501-1986 に基づく。モルタルの乾燥収縮に使用する供試体は、一般に 4×4×16cm の鋼製型枠で作製することになっているが、そのような型枠に吹き付けることは困難となることから、自己収縮、乾燥収縮ともに 10×10×40cm の鋼製型枠を用いた。

表-1 実験の組み合わせ

養生条件は、自己収縮試験体はビニールラップで封緘養生とし、乾燥収縮試験体は JIS A 1129 に準拠した。測定は供試体内部の埋込み型ひずみ計にて行った。

各試験の組み合わせを、表-1 に示す。ここで、No.6 は自己充填モルタルの流し込み成形である。

No	製造方法	目標フロー (cm)	QSA	AE	フレッシュ時の 空気量(%)			気泡・凍結融解			自己・乾燥収縮		
					M	P	N	採取位置			採取位置		
								M	P	N	M	P	N
1	吹付け・平置き	FL15=20	無	無			2.4						○
2	吹付け・平置き	FL15=25	無	無			2.7			○			
3	吹付け・平置き	FL15=25	無	有	15.0		2.9	○		○	○		○
4	吹付け・平置き	FL15=25	有	無			2.9			○			
5	吹付け・平置き	FL15=25	有	有			3.9			○			○
6	流し込み・無振動	FL0=27.5	無	有	11.0				○			○	

FL15.0: 15打0打フローの目標値、QSA: 急結剤使用の有無(有:2.5%)、AE: 空気量調整剤の使用の有無
 採取位置: M:ミキサ、P:筒先、N:スル

4. 実験結果および考察

(1)凍結融解試験結果；いずれも相対動弾性係数に差異は認められず、300 サイクル実施後もすべて 100% であった。すなわち、今回の実験のように水セメント比が小さな吹付けモルタルは、吹付け及び急結剤の有無に関わらず、凍結融解作用に対する抵抗性に優れるものと判断される。

(2)気泡間隔係数および気泡径分布の測定結果；気泡間隔係数および気泡径分布を、図-2 に示す。気泡間隔係数は、いずれも 141~206 μ m の範囲であり、吹付けや急結剤による顕著な差異は見られなかった。既往の研究[2]によれば、気泡間隔係数が 250 μ m 以下のコンクリートは水セメント比に関わらず、凍結

キーワード：プレキャスト型枠、吹付けモルタル、気泡間隔係数、凍結融解抵抗性、自己収縮、乾燥収縮
 〒300-26 茨城県つくば市要 36-1 (株)青木建設 研究所 Tel 0298-77-1114、Fax 0298-77-1137

融解作用に対する抵抗性が高いとしており、高い耐凍害性が有ることを示唆できる。また、気泡径 20~40 μm 付近がピークになるものの、その比率は試験体によって異なった。累積比率では、高流動モルタルの No.6 に顕著な違いがあり、AE 剤を用いたモルタルを吹き付けた No.3 は、それを用いない No.2 等と No.6 の中間的な気泡径分布を示している。一方、10 μm 以下の細孔径分布測定結果を、図-3 に示す。ミキサで採取した No.3 および高流動モルタルを筒先で採取した No.6 には、1 μm 前後に顕著なピークが見られる。既往の研究[3]によると、細孔径 100~2000 $\text{\AA}$ の容積が 0.005 cm^3/g 以下、2000~75000 $\text{\AA}$ の容積が 0.02 cm^3/g 以上となる場合、耐凍害性があるとされている。しかし、吹き付けた場合の細孔径は、この範囲外であるが、先の凍結融解試験結果より、高い耐凍害性を示している。つまり、この範囲での細孔径分布の差は、耐凍害性に影響を及ぼすものではないと考えられる。

(3)自己・乾燥収縮試験結果；自己・乾燥収縮ひずみ測定結果を、図-4 に示す。自己収縮ひずみは、吹き付けたものの方が吹き付けない(No.6)ものよりも約 100×10^{-6} 小さな値となったが、全体的に収付けや急結剤による顕著な傾向は見られなかった。乾燥収縮の養生条件下での自己・乾燥収縮ひずみは、急結剤使用の有無による影響は見られなかった。

5. まとめ

今回の実験により、以下のような知見を得られた。

- 1)吹付けや急結剤の有無により、気泡間隔係数や気泡径分布に若干の差は生じるが、耐凍害性に影響を及ぼす範囲ではなかった。細孔径分布については、吹付けたものと吹付けでないものに顕著な差異は生じるものの凍結融解作用に対する抵抗性に影響を及ぼすものではなかった。
- 2)低水セメント比のモルタルの場合、吹付け及び急結剤の有無に関わらず、凍結融解抵抗性に優れていた。
- 3)自己収縮については、吹付けたものの方が吹付けでないものより若干小さくなるが、急結剤の有無による影響はなかった。乾燥収縮条件下での自己・乾燥収縮についても、急結剤による影響はなかった。

【謝辞】本実験に当たりご教示頂いた筑波大学教授の山本泰彦氏に、また、本実験を遂行するに当たりご協力いただいた(株)上田商会、(株)J・fec、(株)ポリス物産、(株)日本セメントの皆様に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- [1] 谷口ほか；吹付け技術を用いたプレキャスト型枠の製造技術の開発，土木学会第 52 回年次学術講演概要集第 6 部，pp.474-475，1997.9
- [2] 飛坂ほか；低水セメント比化によるコンクリートの耐凍結融解性の向上，コンクリート構造物の凍害とその対策（日本建築学会シナガ 論文集），pp.19-26，1992.2
- [3] 鈴木ほか；高性能 AE 減水剤を用いたコンクリートの耐凍害性について，第 45 回シナガ技術大会講演集，pp.514-519，1991

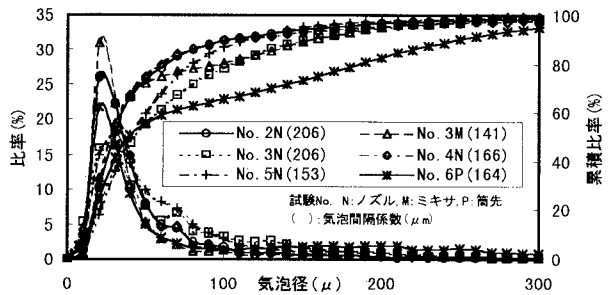


図-2 気泡分布および気泡間隔係数

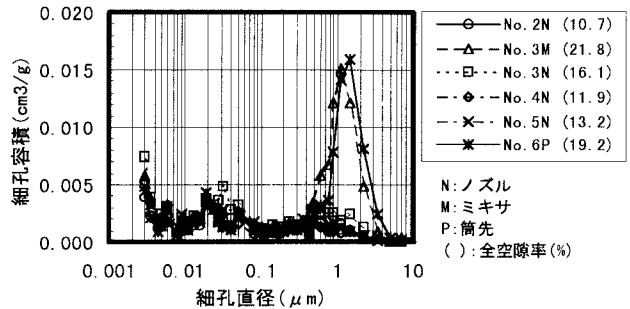


図-3 細孔径分布測定結果

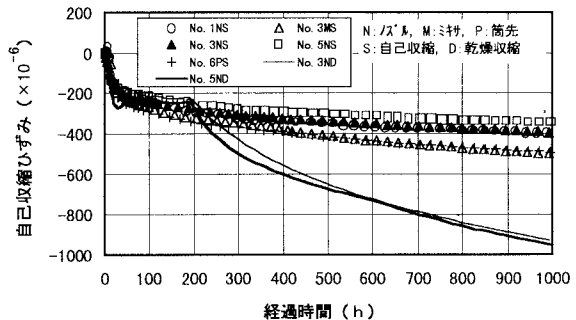


図-4 自己・乾燥収縮試験結果