

プレキャスト部材の硬化後の空気量および気泡径分布に関する実態把握

鹿島建設(株) 正会員 ○橋本 学 高木英知 林 大介

1. はじめに

既往の研究において、プレキャスト部材製作時のテーブルバイブレータによる締固めによって、コンクリート中の空気量が減少することが報告されている¹⁾。本報ではプレキャスト部材のうち、皿型側溝およびコンクリート蓋に関して、4地区の工場を対象に硬化後の空気量および気泡径分布を測定した結果について報告する。

2. 調査対象および測定方法

全国のプレキャスト工場のうち北海道、山形、新潟、宮崎の4地区を選定し、各地区で製造している皿型側溝(北海道、山形、新潟)およびコンクリート蓋(宮崎)について、それぞれの製品の気泡径分布を測定した。地区別の使用材料一覧を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。混和材に高炉スラグ微粉末や、細骨材の一部にフライアッシュまたは溶融スラグを用いている地区があり、混和剤は山形のみAE減水剤を、その他の地区では高性能減水剤を使用している。コンクリートの配合は、北海道ではスランプフロー60cmの高流動コンクリートを、その他の地区では8cmの普通コンクリートを使用している。設計の空気量は、凍害が懸念される3地区(北海道、山形、新潟)では4.5%、宮崎のみが2.0%である。製品図および製造方法を表-3に示す。皿型側溝の打込み位置は全て下側(下側が打込み面)からで、コンクリート蓋のみ側面からである。テーブルバイブレータの振動数は2000~3000vpmで、振動時間は20秒から180秒までと地区によって異なる。

表-1 使用材料

地区	材料名	記号	摘要	地区	材料名	記号	摘要
北海道	練混ぜ水	W	上水道水	新潟	練混ぜ水	W	上水道水
	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:3340cm ² /g		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:3370cm ² /g
	混和材	FA	Ⅱ種 密度:2.32g/cm ³ , 比表面積:4290cm ² /g, 強熱減量:2.2%		細骨材	S	妙高市下濁川産 砂, 密度:2.57g/cm ³ , 粗粒率:2.84
	細骨材	S	勇払産 陸砂,密度:2.69g/cm ³		粗骨材	G	妙高市下濁川産 砂利 1005, 密度:2.60g/cm ³ ,実積率:63.7%
	粗骨材	G	音江産 砕石 1505 密度:2.69g/cm ³ 音江産 砕石 2005 密度:2.70g/cm ³		混和剤	Ad	高性能減水剤, 主成分:ポリカルボン酸エーテル系化合物とポリリョール誘導体の複合体
	混和剤	Ad	高性能減水剤, 主成分:メタクリル酸ポリマー				
山形	練混ぜ水	W	地下水	宮崎	練混ぜ水	W	地下水
	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:3,300g/cm ²		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:3260cm ² /g
	細骨材	S	東根市観音寺産 砕砂, 密度:2.58g/cm ³ , 粗粒率:2.99		混和材	BFS	高炉スラグ微粉末 6000, 密度:2.91g/cm ³ , プレーン値:5650cm ² /g
	溶融スラグ	MS	コンクリート用溶融スラグ 密度:2.89g/cm ³		細骨材	S	北九州市産, 石灰砕砂, 密度:2.68g/cm ³ , 粗粒率:2.80 宮崎県東郷町, 砕砂, 密度:2.58g/cm ³ , 粗粒率:2.90
	粗骨材	G	白石白川大卒都婆羽山内産 砕石, 密度:2.69g/cm ³ , 実積率:61.3		粗骨材	G	宮崎県日向市, 砕石 1505, 密度:2.61g/cm ³ ,
	混和剤	Ad	AE減水剤, 主成分:ポリカルボン酸エーテル系化合物		混和剤	Ad	高性能減水剤, 主成分:ポリカルボン酸コポリマー

表-2 コンクリートの配合

地区	水結合材比(%)	細骨材率(%)	スラング またはスラング フロー(cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)							
					W	C	BFS	FA	MS	S	G	Ad
北海道	45.0	45.7	60	4.5	162	360	—	110 ^{※1}	110	776	925	3.24 ^{※2}
山形	44.5	46.8	8	4.5	156	351	—	—	45 ^{※1}	789	952	3.62 ^{※2}
新潟	42.9	39.0	8	4.5	160	373	—	—	—	678	1074	3.73 ^{※2}
宮崎	48.0	37.0	8	2.0	166	242	104	—	—	534	1154	1.56

※1 フライアッシュおよび溶融スラグは細骨材の一部として使用, ※2 所定の空気量を確保するためにAE剤を使用

キーワード: 工場製品, 凍害, 空気量, 気泡径分布, 気泡間隔係数

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

表-3 製品図および製造方法

	北海道	山形	新潟	宮崎
製品図				
打込み位置	下側	下側	下側	側面
振動方法, 振動時間	テーブルバイブレータ (振動数: 2900vpm), 60 秒程度	テーブルバイブレータ (振動数: 2000-3000vpm), 20-30 秒程度	テーブルバイブレータ (振動数: 2500vpm), 90 秒程度	テーブルバイブレータ (振動数: 2900vpm), 180 秒程度
その他	FA を使用しているため, AE 剤の使用量が多くなる	-	製品の薄い箇所を充填するため, 粗骨材の最大寸法が 10mm	表面気泡の低減を目的として, 振動時間を長く設定している

皿型側溝は図に示す中心部を W100×L100×H60 (or 70) mm (H は側溝凹部の厚み) でカットし, コンクリート蓋についてはφ150×H95mmでコアリングした. それらから厚さ 20mm でスライスした 2 試料を用意し, 鏡面研磨した後に ASTM C 457 (リニアトラバース法) に従い, 気泡径分布および硬化後の空気量を測定した. 2 試料の測定した値の平均値を測定値とした. なお, 2 試料の値にばらつきがないことを確認している.

3. 測定結果

地域別の気泡径分布の比較を図-1 に, 気泡径ごとの空気量および気泡間隔係数の比較を図-2 に示す. 硬化後の空気量 (全気泡) は, 北海道 1.7%, 山形 1.4%, 新潟 2.5%, 宮崎 0.7% でいずれの地区でも設計空気量に対して減少している. 既往の研究²⁾では, 凍害に有効とされる気泡径 0.15mm 未満の空気量は 0.45% 以上とされており, 山形では 0.11% であることから耐凍害性を確保できない可能性がある. また, 気泡間隔係数は北海道 313 μm, 山形 749 μm, 新潟 320 μm, 宮崎 360 μm で, 一般的に耐凍害性を確保するために必要とされる 200~300 μm をいずれも満足しなかった. 耐凍害性の評価として, JIS A 1148 「凍結融解試験方法」で示される供試体 (10×10×40cm) の作製方法 (JIS A 1132) では, 突き棒 (2 層, 40 回) による締固めのみで, テーブルバイブレータで長時間締め固めることを想定しておらず, 実情との乖離が課題として挙げられる.

4. おわりに

プレキャスト部材について, 硬化後の空気量は, 設計の空気量よりも大幅に減少する可能性があることを明らかにした.

参考文献

- 1) 高橋和雄: コンクリート製品の振動による空気量の減少について-コンクリート製品の凍結融解作用に対する耐久性に関する研究(V)-, 農業土木論文集, 第 143 号, 1989.10.
- 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.23-1, pp.35-47, 2012.1.

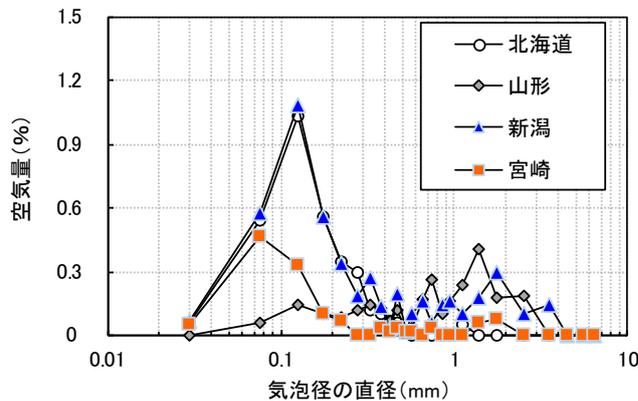


図-1 気泡径分布の比較 (地域別)

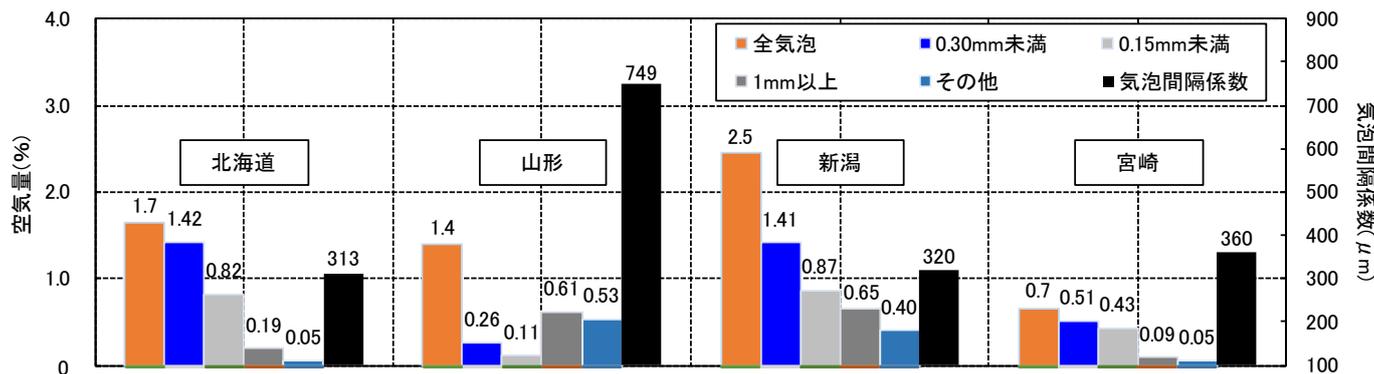


図-2 気泡径ごとの空気量および気泡間隔係数の比較 (地域別)