

プレキャスト PC 桁の気泡分布性状に関する調査

八戸工業大学大学院 学生会員 ○田澤 宏樹
 八戸工業大学大学院 学生会員 川邊 清伸
 八戸工業大学 正会員 阿波 稔
 PC 建設業協会東北支部 池田 正行
 PC 建設業協会東北支部 北野 勇一

1. はじめに

現在、国土交通省により整備されている復興道路・復興支援道路は、厳しい凍結融解作用や凍結防止剤の影響を受ける過酷な環境下にある。そこで、この地域に架設される橋梁については、従来のプレキャスト桁より高い凍害性を実現する必要があり、コンクリート内に連行される空気量や質の確保が極めて重要となる。

従来、プレキャスト PC 桁は蒸気養生により製造されている。しかし、工場にて製造されるプレキャスト製品の製造過程における残存空気量やその分布性状については、十分に明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、異なる工場で製造された PC 桁より、コンクリートコアを採取し、製造工場や部位ごとの気泡分布性状について調査し、考察した。

2. 調査概要

2-1. 調査方針

目標空気量を 4.5% (現況仕様) と「東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン (案)」¹⁾ に提示される 6.0% としたコンクリートを用いて製作す

るプレキャスト PC 桁の気泡組織を確認した。

2-2. 調査対象

試験体は桁長 16.6m の JIS 桁であり、その切出しモデル 3.0m を用いた。試験体は、プレストレスの有無による凍害発生過程への影響がないことから PC 鋼材を鉄筋に置き換えた (図-1)。また、工場はコンクリート配合や製作方法の違いを検討するため、岩手県内にある 3 工場を対象とした。

2-3. 試験体の製作

試験体の製作方法を表-1 に示す²⁾。バケットで運搬したコンクリートを 3 層に分けて打込み、各工場の規格に従い締固め、型枠表面のエア抜きを行った。また、蒸気養生は各工場で通常行われる設定で行い、脱型後は追加養生を行わず屋外に保管した。

2-4. 調査方法

試験体上面 (上床版) と側面 (ウェブ) より $\phi 150$ mm のコアを採取し (図-1)、表面より約 5mm (表層) と約 50mm (内部) の気泡組織を ASTM C457 リニアトラバース法により測定した。なお、各測定値は試験体 2 本の平均である。

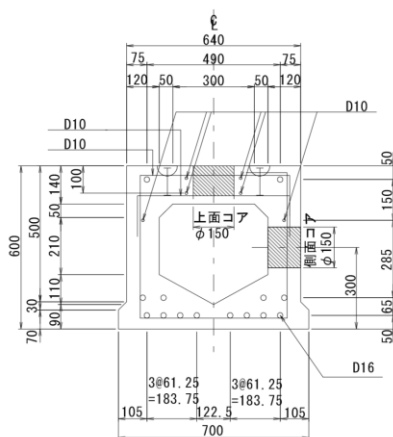


図-1 試験体断面²⁾

表-1 試験体の製作方法

工種	A工場	B工場	C工場
打込み	3層 (下部, ウェブ, 上部) に分け打込む。		
締固め	1~3層 : 棒状バイブレー タ $\phi 50 \times 2$	1~3層 : 棒状バイブレー タ $\phi 42 \times 2$	1層目 : 外部 振動機 30秒 2, 3層目 : 棒状バイ ブレータ $\phi 30 \times 2$
型枠表面 エア抜き	棒状バイブレー タ $\phi 40 \times 2$	棒状バイブレー タ $\phi 40 \times 2$	棒状バイブレータ $\phi 30 \times 2$
仕上げ	金ごてを用いコンクリート上面を仕上げる。		

キーワード：プレキャストコンクリート, PC 桁, 気泡分布

連絡先：青森県八戸市妙字大開 88-1 TEL0178-25-8076

表-2 気泡組織の測定結果

工場	A工場				B工場				C工場			
	フレッシュ時の空気量				フレッシュ時の空気量				フレッシュ時の空気量			
フレッシュ時の空気量	4.4%		6.2%		4.4%		6.6%		3.8%		6.3%	
測定位置	表層	内部	表層	内部	表層	内部	表層	内部	表層	内部	表層	内部
気泡数(個)	573	578	862	721	364	364	871	821	529	468	622	742
平均気泡径(μm)	260	313	248	262	332	462	345	349	223	289	259	238
硬化後の空気量(%)	3.7	4.5	5.3	4.7	3.0	4.1	7.4	7.1	2.9	3.3	4.0	4.3
気泡間隔係数(μm)	266	278	225	230	360	423	262	241	248	296	244	222

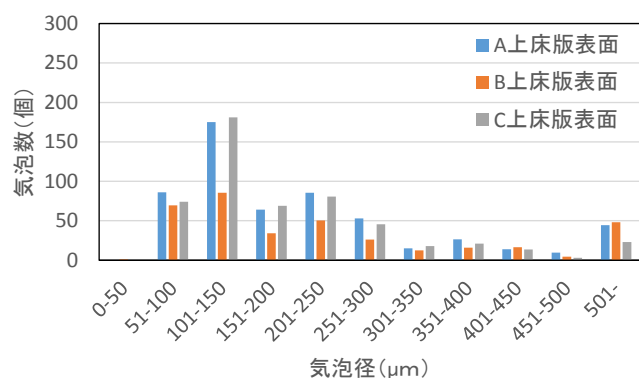


図-2 目標空気量 4.5% (上床版表層部)

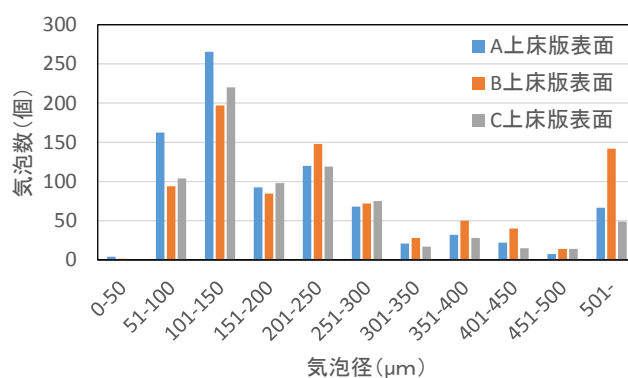


図-3 目標空気量 6.0% (上床版表層部)

3. 調査結果および考察

3-1. 硬化後の空気量と気泡間隔係数

プレキャスト PC 桁における上床版の硬化後の空気量測定結果を表-2に示す。目標空気量を4.5%と設定した配合の場合、フレッシュコンクリートの空気量と比較し硬化後では、表層5mm位置で-0.7~-1.4%、内部50mm位置で+0.1~-0.5%の変動が確認され、内部よりも表層部において、空気量の減少がより大きくなる傾向にあった。一方、目標空気量を6.0%と設定した配合の場合、表層部で+0.8~-2.3%、内部で+0.5~-2.0の変動であり、特にC工場において2%程度の残存空気量の低下が認められた。これは使用材料や試験体の締固めに起因する製作方法の違いによるものと考えられる。また、凍結防止剤と凍害の複合劣化の影響を受けやすい上床版の表層部に着目すると、目標空気量4.5%の試験体は、硬化後の空気量が2.9~3.7%、気泡間隔係数が248~360 μm の範囲であるのに対し、目標空気量6.0%の試験体では空気量が4.0~7.4%、気泡間隔係数が225~262 μm の範囲と空気量・質ともに改善する傾向が確認された。C工場において硬化後の空気量が4%程度であっても、気泡間隔係数が250 μm 以下となっている原因は、他の工場と比較し平均気泡径が小さいためと考えられる。

3-2. 気泡分布性状

図-2および図-3は、目標空気量を4.5%および6.0%とした試験体の上床版表層部の気泡分布を示したものである。これらの結果より、目標空気量を6.0%とすることによって、何れの工場においても耐凍害性の向上に寄与すると考えられる150 μm 以下の微小な空気泡が多く増加していることが確認される。

4. まとめ

目標空気量を6.0%とした場合、環境作用を受けやすい表層部において硬化後の空気量が1.1~4.4%増加することが確認された。また、各工場の気泡分布性状にバラツキが認められるものの、耐凍害性の向上が期待できる気泡径150 μm 以下の微小な空気が増加し、250 μm 以下の気泡間隔係数が達成できることが分かった。

【参考文献】

- 1) 東北コンクリート耐久性向上委員会：東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン(案)，pp.86，2009.3
- 2) 北野勇一，池田正行，岩城一郎，阿波 稔：プレキャスト PC 桁における空気量と耐凍害性に関する調査，プレストレストコンクリート工学会 第23回シンポジウム論文集，pp.627-632，2014.10