

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

東京土木支店 土木技術部 (東北支店駐在) 宮本誠士
 東北支店 土木営業部 諸橋克敏
 ピー・エス・コンクリート (株) 北上工場 赤坂暢彦

1. はじめに

硬化コンクリート中の空気量は、凍害を受けるコンクリート構造物の耐久性に大きく影響されている。しかし、プレストレストコンクリート (以下、PCという) 工場にて製造される高強度プレキャスト部材における空気量と耐凍害性との関連性については明らかにされていない。そこで、PC工場にて製作されるプレキャストPC桁を対象に空気量と耐凍害性に関する各種調査を実施した。本稿では、上記の目的で実施された一連の調査の結果について報告する。

2. 調査概要

2.1 調査方針

目標空気量を荷卸時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)」に提示される6.0% (新仕様) としたコンクリートを用いたプレキャストPC桁の気泡組織と耐凍害性を確認した。

2.2 調査対象

対象とするプレキャストPC桁は、JIS A 5373²⁰⁰⁴附属書2推奨仕様2-1道路橋用橋げたに記載される中空断面のスラブ橋桁であるBS16を選定した。試験体はBS16の切り出しモデルとし、PC鋼材は図-1に示すように鉄筋に置きかえた。

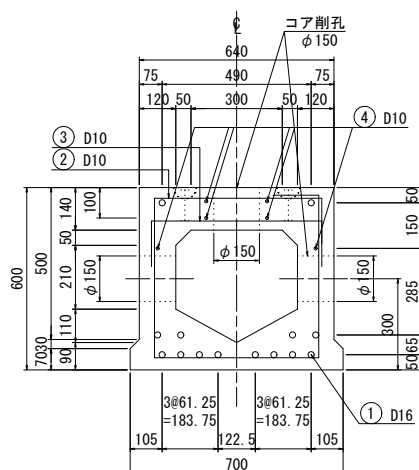


図-1 試験体断面図

2.3 試験体の製作

コンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートは設計基準強度50N/mm²、プレストレス導入時強度35N/mm²とし、空気量を6.0%とした配合Aと4.5%とした配合Bの2配合とした。新仕様の配合Aについては、空気量を7%以上とした既往の研究が少ないことから、6.0~6.9%を目標とし、強度発現を確保するため、現況仕様よりも水セメント比を小さくした。

試験体の製作は、コンクリートが両ウェブに均等に入るよ

うに留意しながら3層に分けて打込み、工場の規格に従い締め、型枠表面のエア抜きおよび仕上げを行った。また、蒸気養生は工場で通常行われる設定で行い、脱枠後は散水養生などの追加養生を行わずに屋外に保管した。

表-1 配合

配合	設計基準強度 (N/mm ²)	空気量 (%)	水セメント比 (%)
A	50	6.0	35.2
B	50	4.5	36.6

2.4 調査項目および調査方法

空気量調査は、フレッシュ時および硬化コンクリートについて実施した。耐凍害性は、硬化コンクリートの気泡間隔係数およびスケーリング量等の結果より判断した。気泡間隔係数は、試験体上面と側面よりφ150mmのコアを採取し、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調査を行った。スケーリング量は、採取したコアをφ150×80mmに成形し、3%NaCl水溶液を湛水させ、-20℃×16時間の凍結と20℃×6時間の融解を1サイクルとした凍結融解を100サイクルまで行い測定した。

また、コンクリート表層品質の評価として表層透気性を調査した。

3. 調査結果および考察

3.1 フレッシュ性状および圧縮強度

フレッシュ性状と圧縮強度の試験結果を表-2に示す。スランプは所定値内であり、空気量は新仕様である配合Aで目標の6.2%、現況仕様である配合Bで4.4%となった。また、圧縮強度は新仕様とした場合でも所定の強度が得られ、強度発現性が問題とならないことを確認した。

表-2 フレッシュ性状および圧縮強度試験結果

配合	スランプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度(N/mm ²)	
			1日	28日
A	13.0	6.2	41.6	59.4
B	14.0	4.4	40.6	60.4

3.2 表層透気性

表層の透気性に関する調査状況を写真-1に示す。透気係数は試験体上面と側面について各3箇所ずつ測定を行った。一般のコンクリート構造物で測定される透気係数は品質クラス「一般」の0.1~1×10⁻¹⁶m²であると想定されるが、今回の結果はいずれもその1/10~1/100ほどで品質クラス「良」またはは

「優」にあたり、表層品質が極めて高いことが確認された。また、一般のコンクリート構造物ではブリーディングの発生により上面の透気係数が大きくなると考えられるが、今回の調査結果は側面の透気係数が若干大きい傾向にあった。これは、今回用いたコンクリートがブリーディングの少ない配合であることから上下方向の透気性の差が小さくなったことや、蒸気養生により水分が供給された上面は水分の供給のない側面より緻密になったことなどが影響したものと推察される。



写真-1 表層透気性に関する調査状況

3.3 硬化コンクリート中の空気量と気泡間隔係数

試験体表層と内部の空気量および気泡間隔係数の調査結果を図-2および図-3に示す。凍結防止剤の影響と凍害の複合劣化が懸念される上面の表層に着目すると、現況仕様4.5%試験体は空気量3.3~4.0%、気泡間隔係数256~275 μm であるのに対し、新仕様6.0%試験体は空気量4.6~6.0%、気泡間隔係数218~232 μm と改善された。また、上面と側面あるいは表層と内部の差異は、それほど大きくないことも確認され、今回の製作方法に則れば、気泡組織が均等に分布し得ると考えられる。

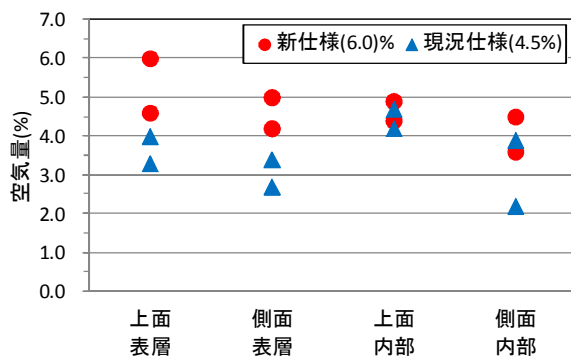


図-2 硬化コンクリート中の空気量

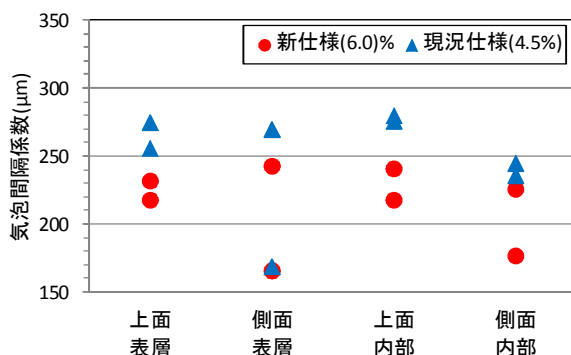


図-3 硬化コンクリート中の気泡間隔係数

3.4 コンクリート表層のスケーリング量

図-4にスケーリング量の測定結果を示す。スケーリング量は空気量や部位の違いによらず概ね同程度で線形的に増大し、最終100サイクルで0.26~0.28 kg/m^2 となった。

100サイクル後の試験体は、凍結融解の影響を受けても、骨材の露出が確認されることはなく、本調査の試験体は極めて健全な状態を保っていると言える。

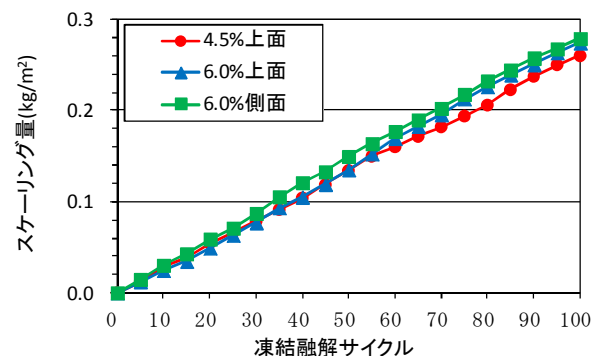


図-4 スケーリング量の推移

4. まとめ

実物大のプレキャストPC桁を製作し各種調査を行った結果、次のことが確認された。

- 1) 目標空気量を荷卸時6.0% (新仕様) としたコンクリートの場合でも、材齢1日で35 N/mm^2 、材齢28日で50 N/mm^2 が確保され、強度発現性が問題とならないことが確認された。
- 2) 上面の表層に着目すると、現況仕様4.5%試験体は空気量3.3~4.0%、気泡間隔係数256~275 μm であるのに対し、新仕様6.0%試験体は空気量4.6~6.0%、気泡間隔係数218~232 μm と改善されることが確認された。
- 3) 凍結融解試験では、現況仕様4.5%試験体および新仕様6.0%試験体とも所定の試験期間でスケーリングがほとんど発生せず、試験期間を延長しても非常に耐凍害性が高いことが確かめられた。

以上より、コンクリートの目標空気量を荷卸時6.0% (新仕様) とした場合、凍害環境下で望まれる気泡間隔係数250 μm 程度以下を満たす結果となり、凍害と塩害の複合劣化に対する耐久性を向上させたプレキャストPC桁の製作が可能であると結論付けられる。

なお、本調査の実施にあたり、関係各位に多大なるご支援とご協力を頂いたことに対しまして感謝の意を表します。

Key Words : 耐凍害性, 空気量, 気泡間隔係数



宮本誠士



諸橋克敏



赤坂暢彦