

高吸水性樹脂を混和したコンクリートの実用化に関する検討

技術本部 技術研究所 久徳貢大
 技術本部 技術研究所 小島利広

1. はじめに

高吸水性樹脂は自身の質量の数十倍から数百倍の水を吸収して膨潤し、乾燥すると脱水されて収縮する性質を持っている。高吸水性樹脂をコンクリートに混和すると、練混ぜ時に吸水して膨潤し、硬化後には吸収した水を放出して体積を減じて空隙が残る。筆者らは耐凍害性向上の観点から、比較的細かい粒径の高吸水性樹脂による微細空隙の形成に期待して実験を行い、高吸水性樹脂の混和が凍結融解抵抗性を向上させることを確認している。高吸水性樹脂が形成する総空隙量はその粒径と混和量で決定されるため、AE剤によるエントレインドエアと比べると気泡間隔が制御しやすく、空気泡と異なり硬化前に消失することが無い。加えて、高吸水性樹脂をコンクリートに混和することで収縮を低減する効果も確認されており、これもAE剤には無い利点である。

高吸水性樹脂を混和したコンクリートの実用化を目的とし、本報告では、プレキャスト工場の実機バッチャープラントで製造した試験体を使用して、本技術を適用したコンクリートと通常のAEコンクリートを比較した結果を述べる。

2. 試験概要

2.1 使用材料

使用材料およびその略号を表-1に示す。高吸水性樹脂（以下、SAPと略記）は膨潤後の平均粒径が約50 μm と比較的細かいものを選定した。また、このSAPは練混ぜ時の水のような電解質濃度の高い液中でも安定した吸水能を有する。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートは表-2に示すように、水セメント比が35%のコンクリートとし、空気量を4.5%としたAEコンクリート、AE剤を混和しないNon-AEコンクリート、AE剤の代わりにSAPを混和したコンクリートの3種類とした。なお、ペーストの容積

表-1 使用材料

| 材 料 | 略 号 | 特性および仕様 |
|--------|-----|-----------------------------------------------|
| セメント | C | 早強ポルトランドセメント, 密度:3.14g/cm ³ |
| 水 | W | 上水道水 |
| 細骨材 | S | 砕砂, 吸水率:1.06%, 表乾密度:2.61g/cm ³ |
| 粗骨材 | G | 砕石2005, 吸水率:0.67%, 表乾密度:2.91g/cm ³ |
| 高吸水性樹脂 | SAP | 吸水能:約40倍(質量比), 膨潤後粒径:約50 μm |
| 高性能減水剤 | SP | 主成分:カルボキシル基含有ポリエーテル系化合物 |
| AE剤 | AE | 主成分:ポリエキセンエチレンアルキルエーテル硫酸ナトリウム |

表-2 コンクリートの配合

| 配合名 | W ₁ /C (%) | スランブ (cm) | | 空気量 (%) | | AE剤の添加 | s/a (%) | 単位量 (kg/m ³) | | | | | |
|--------|-----------------------|-----------|------|---------|-----|--------|---------|--------------------------|----------------|-----|-----|------|----------|
| | | 目標値 | 実測値 | 目標値 | 実測値 | | | W | | C | S | G | SAP (粉体) |
| | | | | | | | | W ₁ | W ₂ | | | | |
| AE | 35.0 | 12.0 | 10.5 | 4.5 | 4.8 | 有り | 42.0 | 153 | 0 | 437 | 726 | 1120 | - |
| Non-AE | 35.0 | 12.0 | 10.0 | 3.0 | 2.1 | 無し | 42.0 | 161 | 0 | 459 | 726 | 1120 | - |
| SAP | 35.0 | 12.0 | 12.0 | 3.0 | 2.0 | 無し | 42.0 | 145 | 30 | 414 | 726 | 1120 | 0.732 |

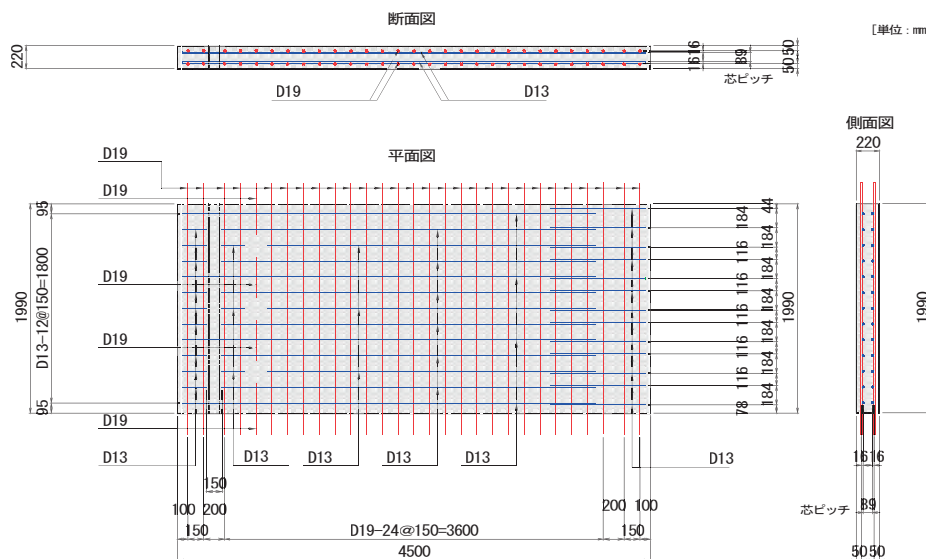


図-1 床版試験体の配筋



写真-1 床版試験体完成



写真-2 床版試験体切断状況

を統一するため、単位骨材量を一定とした。SAP配合におけるSAPの添加量は、これまでの検討結果から、膨潤したSAPの容積がコンクリートの3.0%となるように決定した。表中のW₂は、SAPが膨潤するに要する水量である。なお、粉体のSAPの単位量は膨潤したSAPの質量と吸水能の関係から決定した。

2.3 練混ぜ方法および養生方法

実機バッチャープラントで各種材料を計量・投入してコンクリートを練り混ぜた。SAP配合では、吸水量補填のW₂をW₁と合わせて練混ぜ水とした。いずれの配合もスランプは、目標範囲を満たすように高性能減水剤の添加率で調整した。

通常の製品同様に蒸気養生を施した。3時間の前置き時間を経過後、昇温速度が+10°C/H、最高温度50°Cを4時間保持し、その後は蒸気を止めて自然放冷とする設定とした。脱枠はコンクリート打込翌日の蒸気養生終了後に行い、脱枠後は屋外で保管（気中養生）した。

2.4 模擬試験体の製作

SAP配合では図-1に示す床版を模擬した床版試験体を製作した（写真-1）。床版試験体では、凍結融解試験用供試体を切り出すため、予め供試体採取箇所鉄筋を配置せず組立てた。SAPを添加しない配合では900×900×220mmの無筋コンクリートの試験体を製作した。コンクリートの打込みや締固め、仕上げ等については、実際の製品製造と同様に行った。

2.5 試験方法

圧縮強度試験はJIS A1108に準拠した。模擬試験体製造時に、φ100mm×200mmの円柱型枠を使用して各配合9本（3材齢分）の供試体を製作した。円柱供試体製作ではテーブルバイブレータを用いて締め固めた。

凍結融解試験はJIS A1148（A法）に準拠した。材齢25日に模擬試験体の外観を観察し、有害な初期ひび割れ等がないことを確認し、100×100×400mmの角柱供試体を各配合3本ずつ切り出した（写真-2）。その後、材齢3ヶ月頃に凍結融解のサイクルを開始した。

3. 試験結果

3.1 施工性

SAP配合のコンクリートは、打込みや締固めおよび仕上げなどで、AEコンクリートと遜色ない良好な施工性を示した。

3.2 圧縮強度試験

材齢ごとの圧縮強度を図-2に示す。SAP配合は、Non-AE配合よりも15%程度強度が低下した。SAP添加量の3.0%が空気と同様の空隙と見なすと、約15%の強度低下は妥当である。

3.3 凍結融解試験

相対動弾性係数の経時変化と算出した耐久性指数を図-3に示す。Non-AE配合は早期に相対動弾性係数が低下し、耐久性指数は12%であった。一方でSAP配合はエントレインドエアを導入していないものの耐久性指数が100%であり、AE配合と同等の優れた凍結融解抵抗性を示した。実機バッチャープラントで製造された製品でも、SAPが形成した微細空隙とエントレインドエアは同等の効果を持つことが示唆された。

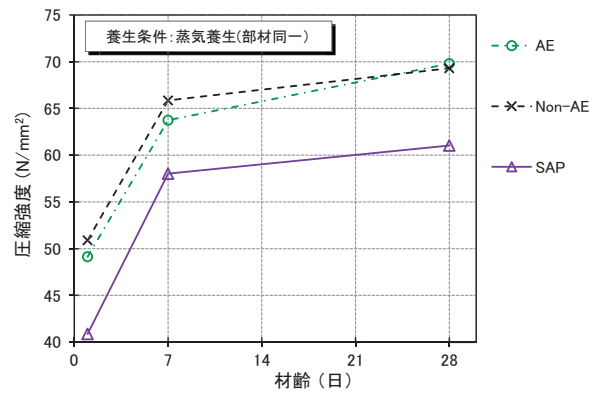


図-2 材齢と圧縮強度の関係

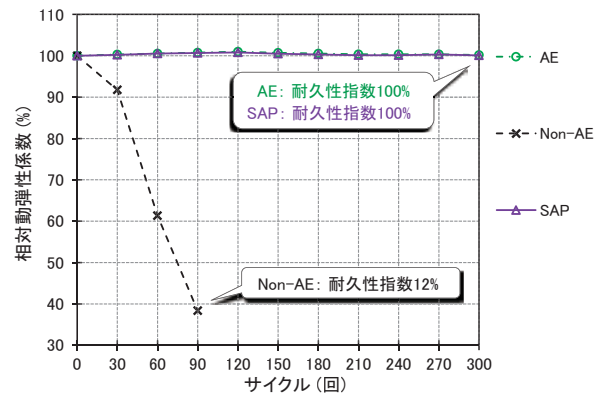


図-3 相対動弾性係数の経時変化

4. おわりに

凍結融解抵抗性の確保を目的に高吸水性樹脂を混和したコンクリートをプレキャスト製品工場の実機バッチャープラントで練り混ぜ、床版を模擬した試験体を試作した。AEコンクリートおよびNon-AEコンクリートを用いた場合と比較し、以下の結果を得た。

- ・高吸水性樹脂を混和したコンクリートは、実機バッチャープラントで製造可能である。
- ・その施工性は通常のAEコンクリートと遜色ない。
- ・高吸水性樹脂を混和したコンクリートで製造した製品は、AEコンクリートと同様に優れた凍結融解抵抗性を示す。

高吸水性樹脂を混和したコンクリートがプレキャスト製品工場利用可能なことを確認した。輸送や打込みおよび締固めなどによって変動する空気泡と比較して、その添加量で制御できる高吸水性樹脂の混和は、品質管理の上で優位となる。さらに、空気量管理に代わる本技術での品質管理が生産性向上の一助となることを期待する。

Key Words : 高吸水性樹脂, 凍結融解試験, プレキャスト



久徳貢大



小島利広