

## V - 208

## セメント系鉱物質促進材を用いた蒸気養生コンクリートの基礎的性質

|              |     |        |
|--------------|-----|--------|
| 電気化学工業㈱      | 正会員 | 小菅 啓一  |
| 日本プレスコンクリート㈱ | 正会員 | 藤井 健太郎 |
| 日本プレスコンクリート㈱ | 正会員 | 武富 昌之  |
| 日本プレスコンクリート㈱ | 正会員 | 渡辺 敬一  |
| 東京工業大学       | 正会員 | 坂井 悦郎  |

## 1. はじめに

コンクリート製品工場における製造の合理化や型枠回転数の増加による一日当たりの生産性の向上は、労働時間の短縮や週休2日制の完全定着等と関連して非常に重要な問題である。筆者らは既にエトリンガイの生成を制御した鉱物質促進材を用いて、打設後の仕上げ時間の短縮や蒸気養生と組み合わせることによる初期の強度発現性の優れたコンクリートの製造が可能であることを報告した[1]。

本報告では、このような鉱物質促進材を用いたコンクリートの基礎的性質について、その微細組織と関連させ検討を加えるとともに、その作用機構について報告する。

## 2. 実験概要

## 2. 1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.15）、骨材は新潟県姫川産川砂（比重2.62）と碎石（比重2.67）を用いた。高性能減水剤（SP）としてはメラミン系のものを使用した。表-1に実験に用いたセメント系鉱物質促進材（Ett）の化学組成を示す。なお、Ig.lossは構成鉱物中の結晶水を含む値である。

表-1 セメント系鉱物質促進材（Ett）の化学組成

| 比重   | 比表面積<br>(cm <sup>2</sup> /g) | 化 学 組 成 (%) |                                |      |                 |
|------|------------------------------|-------------|--------------------------------|------|-----------------|
|      |                              | Ig. loss    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | SO <sub>3</sub> |
| 2.23 | 4150                         | 25.0        | 10.5                           | 18.0 | 43.9            |

## 2. 2 コンクリート配合と養生条件

表-2に試験に用いたコンクリート配合を示す。

表-2 コンクリート配合と養生条件

| No | Gmax<br>(mm) | スランプ<br>(cm) | 空気量<br>(%) | W/B*<br>(%) | s/a<br>(%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |      | SP<br>(B×%) | 養 生 条 件                             |
|----|--------------|--------------|------------|-------------|------------|----------------------------|-----|-----|-----|------|-------------|-------------------------------------|
|    |              |              |            |             |            | W                          | C   | Ett | S   | G    |             |                                     |
| 1  | 25           | 5            | 4.5        | 38.5        | 42.0       | 154                        | 400 | 0   | 741 | 1044 | 1.5         | 前置1hき、昇温1h<br>蒸気養生65℃×3h<br>脱型後水中養生 |
| 2  |              |              |            |             |            | 154                        | 384 | 16  | 739 | 1041 | 2.0         |                                     |

(B: C+Ett)

## 2. 3 測定方法

コンクリートのスランプとブリーディング量および凝結時間を、また、所定の時間後に圧縮強度を測定した。さらに、Ett混和によるコンクリートの諸特性を比較するために、曲げ強度・引張強度や弾性係数を測定し、長さ変化は4.5hを基長としてその後の水中での変化および水中（20℃）1日後を基長として気乾養生（20℃ 65%RH）での変化を測定した。透水性試験は材齢28日でアウトプット法を用いて行い、化学抵抗性は5%硫酸および10%硫酸ナトリウムを用いて材齢28日後の供試体を6ヶ月間浸漬し、その間の重量減少を測定した。中性化試験は促進試験機（30℃、60%RH、5%CO<sub>2</sub>）を用い6ヶ月まで実施した。また、練混ぜ直後のセメントペーストをcryo-SEMにより観察し[2][3]、硬化体の細孔構造は水銀圧入法により測定した。

## 3. 実験結果と考察

## 3. 1 フレッシュコンクリート性状と強度発現性状

表-3にフレッシュコンクリートの性状を、写真-1に練混ぜ直後のEttを混和したセメントペーストの

cryo-SEM写真を示す。スランブ、空気量が同等のコンクリートであるにも関わらず、ブリーディングはEttを混和した場合には生じていない。これは、Ettを混和したことにより写真-1に示すような微細なAFt（エトリンガイト）が練混ぜ直後より多量に生成し、微粉を混和した場合と同様に、コンクリートの保水性が増大しているためと、AFt自体も多量な水分を結晶水として固定できることによると考えられる。

図-1に凝結時間を示した。スランブを同一とした場合は図中の実線に示されるごとく、Ettの混和量の増加とともに、凝結時間は短くなり、4%混和で約1/2程度の値となっている。なお、参考のために減水剤添加量が同一のブレンコンクリートの場合も示した。このようにEttを混和した場合は凝結時間を短くすることにより、前置き時間を短縮することが可能となる。

図-2に圧縮強度の測定結果を示した。無混和の場合には脱型に必要な強度を得るのに5h程度必要であるのに対し、Ettを混和することにより3h程度で脱型が可能となっている。その後の強度発現も無混和に比べて優れており、長期的にも無混和の場合より高い強度を示している。このような初期において優れた強度発現性と長期における良好な強度増進を示す理由としては、Ettの主成分が高強度混和材の主原料として利用されている無水セッコウであり、水銀圧入法により測定した細孔径分布より、無混和の場合に比較してAFtをより多量に生成することによりセメント・コンクリート硬化体の空隙量は減少し、微細組織が緻密化しているためと説明することができる。

### 3.2 コンクリートの諸特性

図-3に圧縮強度と曲げ・引張強度の関係を示したが、無混和・混和に関係なく同一の直線関係を示し、Ett混和による影響を受けていない。なお、弾性係数と強度の関係も同様の関係を示している。また、コンクリートの諸特性は、いずれの測定値もEtt混和によりほとんど影響を受けず、無混和の場合と同様な値を示している。促進中性化試験においては今回の試験範囲では中性化は観察されなかった[1]。

表-3 フレッシュコンクリートの性状

| No | Ett (%) | C.T. (°C) | S1 (cm) | Air (%) | ブリーディング率 (%) |
|----|---------|-----------|---------|---------|--------------|
| 1  | 0       | 19.5      | 5.0     | 4.3     | 2.4          |
| 2  | 4       | 19.5      | 4.5     | 4.5     | 0            |

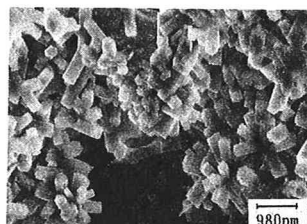


写真-1 セメントペーストのcryo-SEM写真

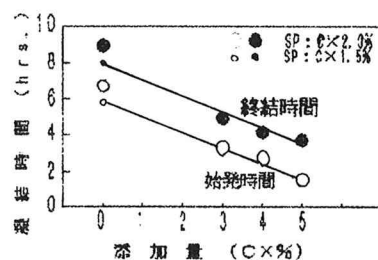


図-1 添加量と凝結時間の関係

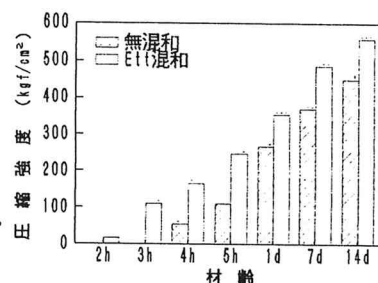


図-2 Ettを混和したコンクリートの圧縮強度

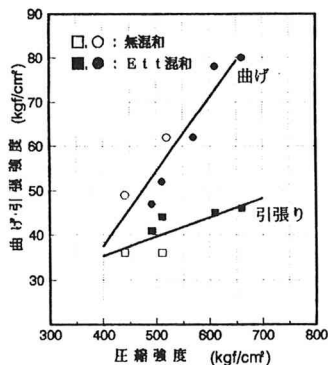


図-3 圧縮強度と曲げ・引張強度の関係

#### 【参考文献】

- [1] 坂井悦郎、渡邊芳春、清水久行、松永嘉久：無水セッコウ系混和材を用いた早期脱型コンクリートの性質、コンクリート工学年次論文報告集、Voi.15, No.1, 297-302, 1993
- [2] 養蔵、坂井悦郎、伏井康人：セメント技術年報、40, 43-46 (1986)
- [3] 小菅啓一、真下昌章、坂井悦郎：セメント・コンクリート論文集、No.45, 74-79 (1991)