

# 表面含浸材を用いたコンクリートの表層強度に関する実験

|            |     |         |
|------------|-----|---------|
| 八戸工業高等専門学校 | 学生員 | ○ 田中 大樹 |
| 八戸工業高等専門学校 | 正会員 | 菅原 隆    |
| 八戸工業大学     | 正会員 | 阿波 稔    |
| 八戸工業大学     | 正会員 | 庄谷 征美   |

## 1. はじめに

コンクリート表層部は、外部から受ける種々の劣化要因に対して保護層の役割を果たす重要な部位である。近年では、コンクリート表層部の品質を改善する方策として含浸材が用いられている。表面含浸材は、劣化因子の浸透を防止、コンクリートへのアルカリ性の付与、鋼材の防錆効果の付与、脆弱部の強化などを目的として使用されるもので、その効果は用いる含浸材の種類によって様々である。

そこで本研究では、表層部を改善する方策として、2種類の異なる性質の表面含浸材を用いたコンクリートの、材齢1年までにおける表層強度および凍結融解作用を受けたコンクリートの表層強度について検討したものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料および配合

使用材料は、普通ポルトランドセメント（密度  $3.16\text{g/cm}^3$ ）、骨材は細骨材として川砂（密度  $2.58\text{g/cm}^3$ ）、粗骨材として碎石（ $G_{\max}$ :25 mm、密度  $2.93\text{g/cm}^3$ ）、混和剤としてAE剤（ヴィンソル）を用いた。配合は表1に示す通りで、水セメント比 55%のAEコンクリートで目標空気量 3%、目標スランプ 8cmとした。使用する表面含浸材は、含浸材Cと含浸材Rの性質の異なる2種類とした。

表1 コンクリートの配合

| W/C<br>(%) | S/a<br>(%) | 単用量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | AE<br>C × % | Air<br>(%) | Sl.<br>(cm) |
|------------|------------|--------------------------|-----|-----|------|-------------|------------|-------------|
|            |            | W                        | C   | S   | G    |             |            |             |
| 55         | 45         | 168                      | 305 | 821 | 1040 | 0.01        | 3.0        | 7.0         |

### 2.2 表面含浸材

#### (1) 表面含浸材 C

含浸材 C は、珪酸ナトリウムとシリコン系の2種類の異なる浸透性材料を併用することを特徴としている。第1液として珪酸ナトリウム系含浸材を塗布することで、空隙中のカルシウムイオン等とイオン置換反応を起こし、珪酸カルシウムを主体とする不溶性物質が析出され、空隙を充填する。そして、2液として、シリコン系含浸材を塗布することにより、コンクリート表層部に吸水防止層を形成し、外部からの劣化要因を遮断する。

#### (2) 表面含浸材 R

含浸材 R は、無機質で安全性の高いナトリウム・カリウムシリケートなどを主成分とした透水性の含浸材で、コンクリート中の水酸化ナトリウムと水に反応し、ガラス状結晶体を生成して内部の空隙を埋める。反応は水酸化カルシウムがある限り繰り返され、雨水等の水分が、未反応の含浸材と共に内部へと浸透することで再反応を起こし、内部の空隙を埋めていく性質を持っている。

### 2.3 供試体の作製

供試体は  $10 \times 10 \times 40\text{cm}$  の角柱供試体の5連型枠（図1）を用い、側面に逆円錐台形鋼片を深さ 3mm、5mm、7mm でそれぞれ4本ずつセットしたものを各5本ずつ作製した。供試体の種類は、無処理のケース（N）、含浸材 C を塗布したケース（C）、含浸材 R を塗布したケース（R）の3ケースとした。

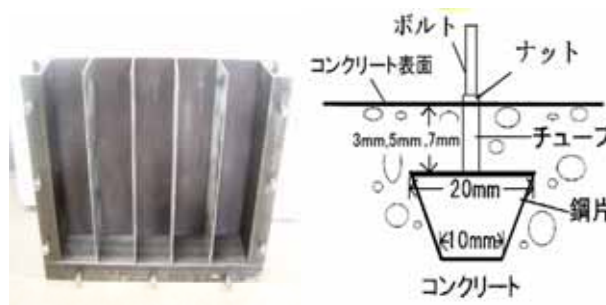


図1  $10 \times 10 \times 40\text{cm}$  供試体型枠と埋め込み鋼片

## 2.4 養生・表面処理の方法

養生は脱型後、5 日間水中養生を行い、その後は恒温恒湿室で各試験材齢まで気中養生とした。含浸材の塗布は、コンクリート表面の水分量が低下し始め、含浸しやすい状態になると思われる材齢 14 日とした。なお、含浸材 C は材齢 14 日に 1 液、材齢 21 日に 2 液を塗布した。

## 2.5 実験方法

### (1) 引抜き試験

引抜き試験は、ポストシステム試験機を用いて、埋め込み鋼片を引抜く方法で行った。試験材齢は 15、42、90、180 日、1 年とした。なお、材齢 15 日用の供試体は各供試体の基準値とするため、含浸材の塗布は行っていない。

### (2) 凍結融解(F-T)試験

ASTM C-666 B 法に準じて気中凍結水中融解方式で行い、コンクリートの变化性状については、30 サイクル毎に質量及び共振周波数を測定した。試験材齢は 37 日とし、表層強度の測定は、0、100、200、300、500 サイクルとした。

## 3. 実験結果および考察

### (1) 材齢における表層強度

材齢 1 年間における表層強度を図 2 に示す。含浸材 C では、深さ 3、5mm においては材齢 180 日までに大きな変化は見られないが、材齢 1 年では大きく増加し、普通コンクリートの 1.2 倍の強度となっている。これは、含浸材 C では 2 液の含浸材を塗布する必要があるため、塗布期間の関係上、含浸材 R より効果を発揮するために時間がかかったものと考えられる。含浸材 R は、材齢 42 日より深さ 3mm で 1.3 倍の強度増加が見られたが、その後は一定であり、1 年後では普通コンクリートの 1.1 倍の強度となっている。5、7mm では材齢が進むにつれ増加し、1 年後には 1.2 倍の強度となっている。これは、材齢とともに含浸材による緻密化が内部に進んでいるものと考えられる。

### (2) 凍結融解抵抗性と表層強度

相対動弾性係数と F-T サイクル数の関係を図 3 に示す。500 サイクル時には、普通コンクリートの相対動弾性係数が 60%を下回ったのに対し、含浸材を塗布したコンクリートでは約 80%と相対動弾性係数の減少が抑えられていることがわかる。次に、各サイクルにおける表層強度の変化を図 4 に示す。3、5mm において、普通コンクリートでは 300 サイクルまでに大きな減少は見られなかったが、500 サイクル時では 0 サイクルに比べ 0.45 倍の値となった。それに対し、含浸材 C と含浸材 R を塗布したコンクリートは、300 サイクル以降での大きな表層強度の減少は見られず、500 サイクルでも初期値とほぼ同じ値を示した。

## 4. まとめ

本研究において、2 種類の含浸材を用いて材齢 1 年までの表層強度と凍結融解抵抗性について検討した結果、含浸材 C では長期材齢での表層強度の増加が大きく、含浸材 R では強度の増加は C ほどではないが、早い段階から効果が表れていることがわかった。また、凍結融解に対する抵抗性の向上もみられた。以上のことから、表面含浸材の使用はコンクリート表層部の品質改善を図るのに有効であることがわかった。

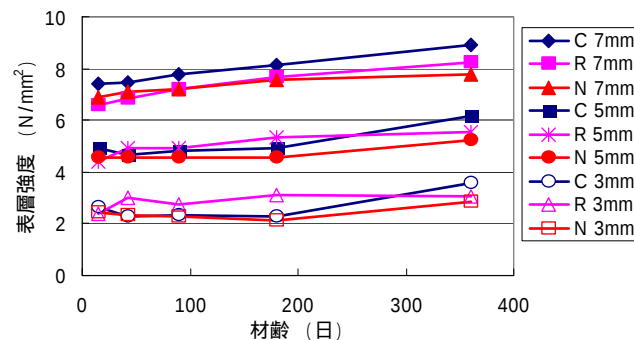


図2 材齢1年間までの表層強度

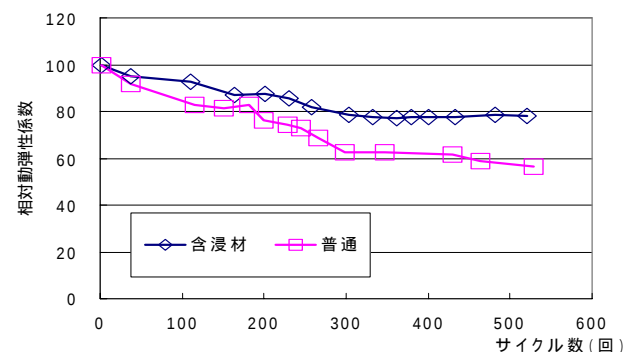


図3 相対動弾性係数と F-T サイクル

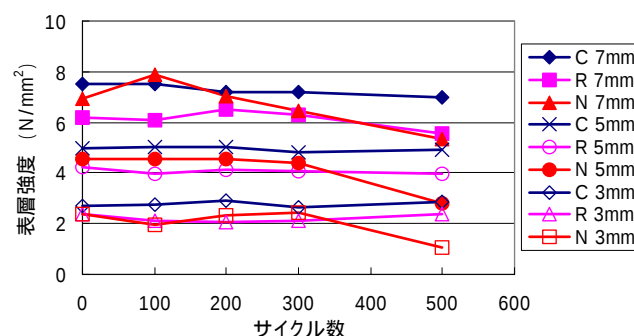


図4 F-T サイクル数と表層強度