

## ひび割れ抑制効果に関する実験的研究(その2)

関西電力(株) 福田 誠 (株)熊谷組 正会員 吉田 健治  
長岡工業高等専門学校 学生会員 ○ 小林 豊和 正会員 岩波 基

## 1. はじめに

関西電力(株)は、舞鶴発電所に2号機を増設中である。舞鶴発電所の既設サイロ架台にサイロを1基追設するにあたり、建築基準法の現行法令に適合させるため耐震補強として外壁、内壁を増し打ちする。その際、事前の検討より後から打設するコンクリートは外部拘束を受けひび割れが生じる可能性が高いことが分かった<sup>1)</sup>。そこで本研究は、膨張剤と混和剤によるひび割れ抑制効果を基本物性値の測定結果および既設コンクリートに外部拘束を受けるコンクリートの模型実験から確認するものである。

表-1 基本物性値測定試験

| 試験種別      | 圧縮強度<br>静弾性係数  | 割裂引張<br>強度試験 | 長さ変化<br>試験 |
|-----------|----------------|--------------|------------|
| コンクリートの種類 | 普通・膨張剤添加・混和剤添加 |              |            |
| 試験材令      | 3日、7日、28日      | 毎日           |            |
| 養生条件      | 標準・乾燥          | 標準           | 乾燥         |

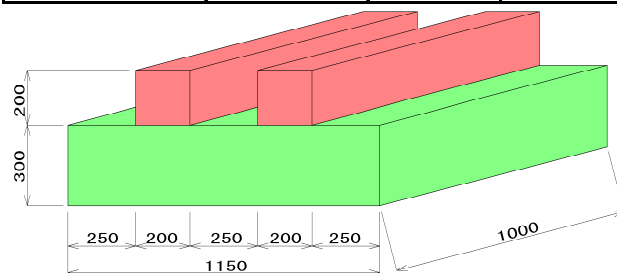


図-1 ひび割れ抑制効果試験

表-2 基本物性試験結果

|                               | 3日    | 7日    | 28日   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )   |       |       |       |
| 標準<br>標準養生                    | 10.18 | 21.35 | 31.62 |
| 膨張剤<br>標準養生                   | 17.85 | 24.77 | 35.40 |
| 混和剤<br>標準養生                   | 15.20 | 23.37 | 33.88 |
| 標準<br>乾燥養生                    | 10.42 | 20.38 | 28.35 |
| 膨張剤<br>乾燥養生                   | 14.14 | 20.99 | 30.30 |
| 混和剤<br>乾燥養生                   | 13.98 | 22.83 | 30.10 |
| 平均割裂引張強度 (N/mm <sup>2</sup> ) |       |       |       |
| 標準<br>標準養生                    | 1.52  | 1.49  | 2.08  |
| 膨張剤<br>標準養生                   | 1.81  | 1.89  | 1.94  |
| 混和剤<br>標準養生                   | 1.85  | 2.01  | 1.83  |
| 弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )     |       |       |       |
| 標準<br>標準養生                    | 17648 | 21728 | 29475 |
| 膨張剤<br>標準養生                   | 22643 | -     | 31798 |
| 混和剤<br>標準養生                   | 19440 | 26113 | 34181 |

## 2. 実験概要

## 2.1. 基本物性値の測定

ひび割れを予測するため表-1に示す基本物性試験を行った。

## 2.2. ひび割れ抑制効果試験

対策によるひび割れの抑制効果の影響を観察するため、図-1のような既設のコンクリートに拘束される後打ちの耐震壁を再現することを目指した試験体で実験を行った。

## 3. 基本物性値試験結果

表-2に力学基本物性値の試験結果を示す。圧縮試験はφ150×H300の供試体を用いた。なお、乾燥養生は材齢1日で脱型して、その後は室温20℃で湿度50%を維持した室内で養生を行ったものである。この結果から、膨張剤を添加したものと混和剤を添加した供試体の圧縮強度と弾性係数は、何も添加しない（標準）供試体の試験値よりも大きな値となった。また、乾燥養生した供試体の28日圧縮強度は、標準養生したものよりも10%～15%小さい値となった。

図-2に長さ試験結果から求めた乾燥収縮量を示す。膨張剤を添加したものと混和剤を添加した供試体の乾燥収縮ひずみは、標準供試体の試験値よりも小さな値となった。打設後2日までは混和剤を添加した供試体の収縮ひずみが最も小さいが、打設後3日以降は膨張剤を添加したものの収縮ひずみが小さくなった。なお、水中養生の供試体についても長さの変化を測定して収縮が生じないことを確認した。

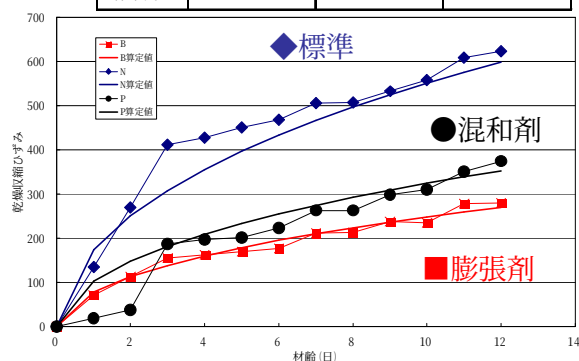


図-2 乾燥収縮ひずみ計測結果

キーワード 乾燥ひずみ ひび割れ対策 膨張剤

連絡先 新潟県長岡市西片貝町888 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 電話&FAX 0258-34-92732

#### 4. ひび割れ抑制効果試験と解析との比較

表-3にひび割れ抑制効果試験結果と解析との比較を行うために使った物性値を、そして、2008年4月4日の解析によるひび割れ指数値を表-4に示す。また、図-3に2008年4月4日現在のひび割れ抑制効果試験における供試体の表面ひび割れ発生状況を示す。

図-3から分かるように、無体策と混和剤の供試体では、中央部を中心に0.05mm以下の

のヘアークラックが約5cm間隔で生じた。これに対して膨張剤を添加した供試体は、規則的なひび割れが発生しなかった。この結果は、表-4に示すFEMによるひび割れ指数の解析結果とほぼ一致している。混和剤が無体策と同じ程度生じたのは、打設条件を合わせるため、脱型を全ての供試体で材齢1日としたため、混和剤の遅延効果で型枠にモルタル分が貼り付いてコンクリート表面が荒くなったことも影響していると考えられる。また、長さ変化試験結果(図-2)から分かるように打設後3日目の乾燥収縮量が大きいことも影響している可能性がある。

なお、コンクリート標準示方書(施工編)<sup>2)</sup>にしたがった材齢ごとの圧縮強度を式(1)で、その圧縮強度から引張強度を式(2)そして弾性係数を式(3)で算定することとし、実験結果に基づき、それぞれの係数を設定して解析を行った。さらに、解析において表面部の乾燥収縮が内部より早まる効果についても考慮した<sup>3)</sup>。

$$f'c(t) = t/(a + b \times t) \times d(i) \times f'ck \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$ftk(t) = c \times (f'c(t))^y \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$E(t) = g \times (f'c(t))^a \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $f'c(t)$ :材令 $t$ 日のコンクリートの圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>)

$ftk(t)$ :材令 $t$ 日のコンクリートの引張強度(N/mm<sup>2</sup>)

$f'ck$ :コンクリートの設計基準強度(N/mm<sup>2</sup>)

$i$ :設計基準強度の基準材齢(日)  $i=91$

$E(t)$ :材令 $t$ 日における弾性係数(N/mm<sup>2</sup>)

表-3 力学的基本物性

| 項 目   | a   | b     | d(i) | f'c(91)<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | c    | y    | g    | $\alpha$ |
|-------|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|------|----------|
| 標準    | 4.5 | 0.920 | 1.10 | 28.000                          | 0.37 | 0.5  | 3400 | 0.62     |
| 膨張剤添加 | 5.0 | 0.960 | 1.20 | 29.000                          | 0.40 | 0.47 | 4900 | 0.53     |
| 減水剤添加 | 3.9 | 0.967 | 1.16 | 29.000                          | 0.53 | 0.40 | 3300 | 0.66     |

表-4 ひび割れ指数解析結果

|     | 表面中央 | 表面端部 |
|-----|------|------|
| 標準  | 0.44 | 0.48 |
| 膨張剤 | 1.10 | 1.20 |
| 混和剤 | 0.81 | 0.89 |

#### 5. おわりに

今回の実験から、模型実験においては膨張剤の乾燥ひび割れを抑制する効果がほぼ確認できた。今後は、実際の構造物における効果を検討して、工事の施工にいかしていく予定である。

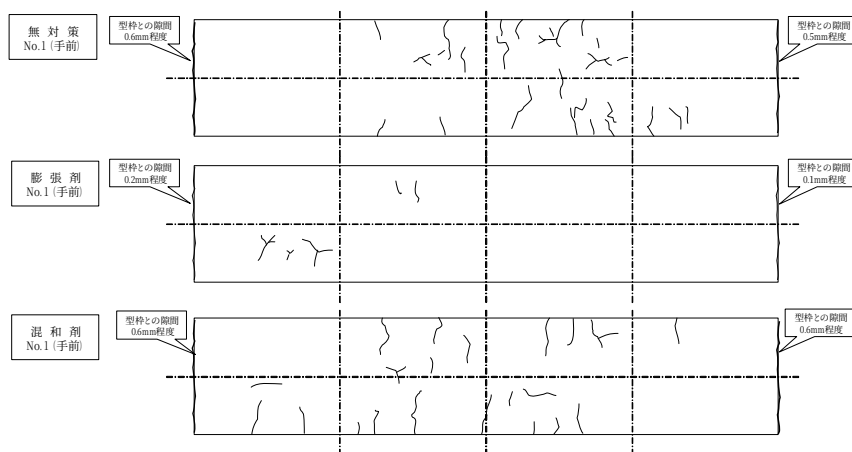


図-3 ひび割れ発生状況析

【参考文献】1) 髙谷ら：第63回土木学会年次学術講演会「ひび割れ抑制効果に関する実験的研究(その1)」(投稿中)

2) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編] 2002年制定

3) 下村ら：第14回コンクリート年次論文報告会「細孔構造モデルによるコンクリート中の水分移動解析」, 1992.6, pp.631-636