

## 遠心成形コンクリートのひび割れ分散性に関する実験的研究

富山県立大学      ○伊藤 始（正会員） 松井淳史  
 東京電力（株）      馬淵裕之      宮田真人  
 東洋建設（株）      竹中 寛（正会員） 水谷征治（正会員）

## 1. はじめに

コンクリート二次製品のうちヒューム管やポール等の円筒型の製品は、遠心成形により製造されることが多い。遠心成形されたコンクリートは、製造過程で脱水されるため、一般の現場打ちコンクリートに比べて高強度なコンクリートが得られることや早期に脱型できることから、工場製品としてのメリットが大きい。

遠心成形コンクリートの多くは、特殊鋼材を用いた鉄筋コンクリート部材であり、通常のコンクリートに比べて鋼材かぶりが薄いため、耐久性やひび割れに関する設計上の配慮が必要である。

通常のコンクリートに関するひび割れ分散性は、様々な側面から研究<sup>1)</sup>が行われてきたが、遠心成形コンクリートの研究事例はほとんどない。そのため、本研究では遠心成形コンクリートのひび割れ分散性を評価することを目的に、両引き引張試験を実施した。

## 2. 試験方法

試験ケースは、表-1のようにパラメータを①鋼材種類、②配合（コンクリート強度）、③芯かぶり、④乾燥の度合い、⑤鋼材へのゲージ貼付の有無とした6ケースとした。試験は、各ケース2体について行った。

両引き引張試験に用いた供試体は、遠心成形により円筒状に製作した後、所定の寸法に切断することで図-1のように製作した。試験は、長さ600mmの供試体に対して両側の鋼材に荷重を作用させることで行った。供試体には、図のようにロードセルと高感度変位計、パイ型変位計を取り付け、荷重と両端の変位、ひ

び割れ幅を測定した。

材料試験結果を表-2に示す。鋼材では製造時にプレストレスを導入する緊張鋼材、導入しない非緊張鋼材の2種類を用いた。

## 3. 試験結果

## (1) 荷重—平均ひずみ関係

両引き引張試験から得られたケース2-1（基本ケース）とケース4-1（断面大）の荷重—平均ひずみ関係を図-2に示す。平均ひずみは、変位計で測定した相対変位を検長450mmで除した値である。全てのケースでひび割れ発生までは、コンクリートが引張荷重を分担し、鋼材単体のひずみよりも小さい値を示し、ひび割れ発生後はひび割れ進展とともに鋼材単体のひずみに近づいていく傾向を示した。断面の異なるケース2-1とケース4-1を比較すると、断面が大きくなるこ

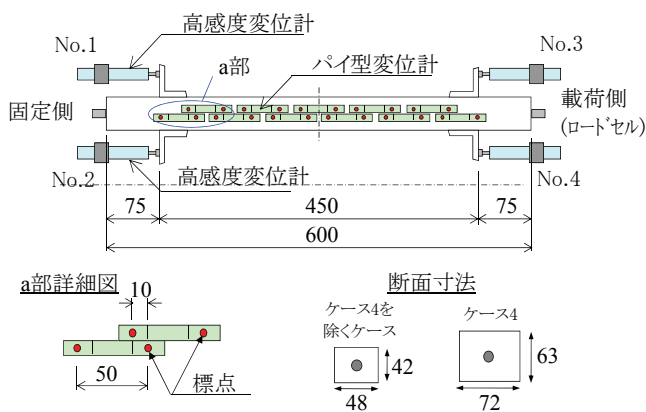


図-1 両引き引張試験の概要

表-1 試験ケース

| ケース名 | 鋼材種類 | 配合  | 芯かぶり<br>(mm) | 乾燥面 | 鋼材の<br>ゲージ |
|------|------|-----|--------------|-----|------------|
| 1    | 非緊張  | 標準  | 21           | 全面  | なし         |
| 2    |      |     |              | あり  |            |
| 3    |      |     | 1面のみ         | なし  |            |
| 4    |      | 高強度 | 31.5         |     |            |
| 5    |      |     | 21           |     | 全面         |
| 6    | 緊張   | 標準  |              |     |            |

表-2 材料試験結果（上：コンクリート，下：鋼材）

|        | 種類    | 設計強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| コンクリート | 標準    | 63.7                      | 74.6                      | 36.1                        |
|        | 高強度   | 78.5                      | 88.2                      | 40.9                        |
|        | 種類    | 直径 (mm)                   | 降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )  |
| 鋼材     | 非緊張鋼材 | 7.4                       | 1,267                     | 195.4                       |
|        | 緊張鋼材  | 7.0                       | 1,440                     | 198.0                       |

キーワード：遠心成形コンクリート，両引き引張試験，ひび割れ分散性，ひび割れ間隔

連絡先：〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL：0766-56-7500 FAX：0766-56-0396

とでひび割れ発生荷重が大きくなるとともに、コンクリートが荷重を分担し続ける傾向を示した。

## (2) 平均ひび割れ間隔の算定

図-3 に鋼材ひずみーひび割れ幅関係の一例（ケース 2-1）を示す。平均ひび割れ幅は、ひび割れと判定された位置のパイゲージの測定値の合計をひび割れ本数で割った値である。グラフでは、鋼材ひずみが  $1000 \times 10^{-6}$  程度でひび割れが発生し、 $3000 \times 10^{-6}$  程度で新たなひび割れの発生がなく鋼材ひずみの増加に対してひび割れ幅が一定割合で増加する定常状態となった。

この関係を用いてひび割れ間隔を算定した。算定方法は、図-4 に示すようにグラフから定常状態である範囲を取り出して近似直線を引き、その傾き  $A$  を用いて平均ひび割れ間隔  $L$  を表すものである。この方法で算定したひび割れ間隔は、供試体を実測した値とほぼ一致することが確認でき、以降の検討ではこの値を使用する。

## (3) 平均ひび割れ間隔の比較

鋼材かぶりと平均ひび割れ間隔の関係を図-5 に示す。横軸の鋼材かぶりは、供試体を実測した値である。同図には、コンクリート標準示方書・設計編<sup>2)</sup>（以下、示方書）に準拠し、鋼材表面形状の係数  $k_f$  を 1.3（普通丸鋼）とした計算値を示す。

ケース 3（乾燥抑制）とケース 5（強度大）を除く

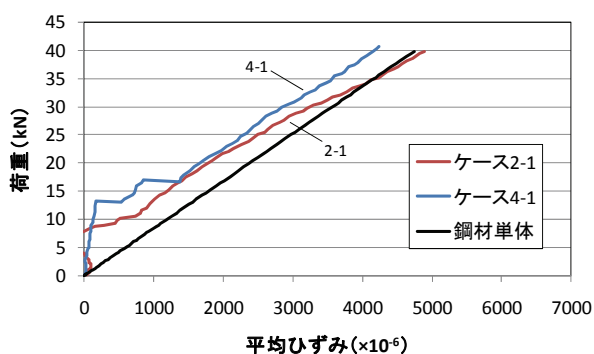


図-2 荷重ー平均ひずみ関係（ケース 2-1, 4-1）

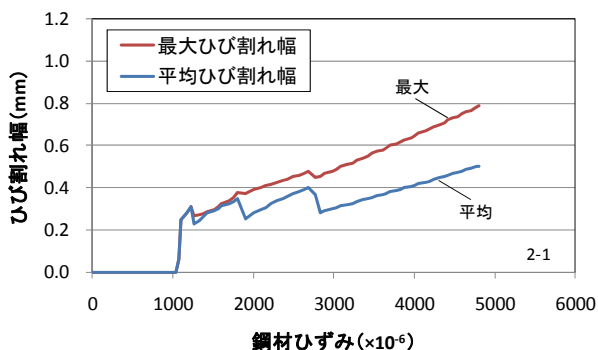


図-3 鋼材ひずみーひび割れ幅関係（ケース 2-1）

ケースのひび割れ間隔は、ほぼ計算値の直線上に位置していることが確認できる。丸鋼相当 ( $k_f=1.3$ ) とした計算値と実験値がおおむね一致した要因は、特殊鋼材の表面には節形状があるものの、凹凸が比較的小さく付着性状が丸鋼に近いことが考えられた。

ケース 3 とケース 5 のひび割れ間隔が計算値よりも大きくなった要因は、ケース 3 で乾燥収縮が抑制され、内部引張応力が小さくなり見掛けの引張強度が大きかったこと、そしてケース 5 でコンクリート強度が大きいため引張強度が大きかったことが考えられた。示方書では、コンクリート強度が大きくなるとひび割れ間隔が小さくなる計算式を提示しているが、本試験のケース 1, 2 とケース 5 では反対の傾向を示した。

## 4. まとめ

- 1) 遠心成形コンクリートでも、通常のコンクリートと同様に、コンクリート断面が増加することで、ひび割れ間隔が大きくなることが確認できた。
- 2) 遠心成形コンクリートのひび割れ間隔は、コンクリート標準示方書に準拠した計算値 ( $k_f=1.3$ ) とおおむね一致した。

## 参考文献

- 1) 五角ら：コンクリートの品質がRC構造物のひび割れ幅に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 23，pp. 1333-1338，2001。
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書，設計編，pp. 102-105，2007。

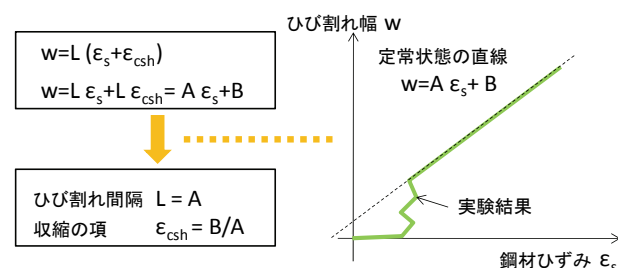


図-4 ひび割れ間隔の算定方法

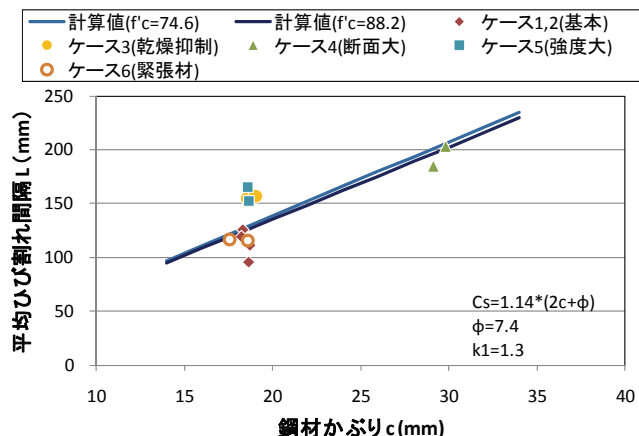


図-5 鋼材かぶりとひび割れ間隔の関係