

## 一軸引張応力下における膨張コンクリートのひび割れ幅制御に関する一考察

三井建設(株) 正会員 井手 一雄  
 三井建設(株) 正会員 樋口 正典  
 群馬大学工学部 フェロー会員 辻 幸和

## 1. はじめに

セメントの水和発熱や乾燥収縮に起因するひび割れを制御する方法の一つに、膨張コンクリートによるケミカルプレストレインやケミカルプレストレスを利用する方法がある。膨張コンクリートを用いた鉄筋コンクリート部材の力学的性状は、主に曲げ載荷試験による数多くの実験結果<sup>1)</sup>からほぼ明らかになっている。しかし、いわゆる外部拘束応力下におけるひび割れの制御を、膨張コンクリートによって確実にを行うためには、一軸引張応力下における膨張コンクリートの挙動がまだ明らかになっておらず、検討の余地が残されている。

本研究では、鋼材で拘束された膨張コンクリートの一軸引張試験を行い、一軸引張応力下における膨張コンクリートの挙動について検討を行った。

## 2. 実験概要

供試体の形状寸法を、図 1 に示す。供試体は、JIS A 6202「コンクリート用膨張材」の附属書 2 (参考)「膨張コンクリートの拘束膨張及び収縮試験方法」に規定されている B 法に準じて作製した。その際、長さ方向の中央部には、深さ 10mm、幅 2mm の切り欠きを両側面に設けた。一軸引張試験装置と供試体の定着は、ねじ込みで行い、定着部のすべりを防止するとともに、供試体上下には球座を設けて、極力荷重の偏心を防いだ。一軸引張試験は変位制御で行い、変位速度を毎分 1/500mm とした。試験材齢は、温度ひび割れが一般に材齢 5 日前後で発生することを考慮して、材齢 5 日とした。試験水準は、単位膨張材量を  $0 \text{ kg/m}^3$ 、 $30 \text{ kg/m}^3$  および  $40 \text{ kg/m}^3$  の 3 段階で変化させた。使用した膨張材は、CSA 系(構造用)であり、セメントに置換した。供試体数は、各試験水準で 4 体とした。ケミカルプレストレインの計測は、拘束棒の中央部に貼り付けたひずみゲージにより行った。一軸引張試験では、引張荷重、拘束棒のひずみおよび切り欠き位置におけるひび割れ幅を計測した。なお、一軸引張試験の直前まで水中養生し、また、試験中には供試体に水を噴霧するなどして、極力乾燥の影響を防いだ。

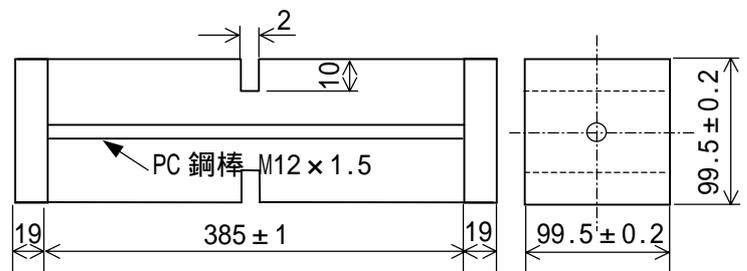


図 1 供試体の形状寸法

3. 実験結果および考察

荷重と拘束棒ひずみの関係を、図 2 に示す。これは、各試験水準において、ひび割れ発生時の荷重と拘束棒ひずみおよびひび割れ発生後の荷重と拘束棒ひずみの計測値をそれぞれ平均化したものを、直線で補間した模式図である。膨張材の添加量が増すと、ひび割れ発生荷重は増大し、ひび割れの発生に伴う拘束棒ひずみの増分は減少する傾向が認められた。

## 3. 実験結果および考察

荷重と拘束棒ひずみの関係を、図 2 に示す。これは、各試験水準において、ひび割れ発生時の荷重と拘束棒ひずみおよびひび割れ発生後の荷重と拘束棒ひずみの計測値をそれぞれ平均化したものを、直線で補間した模式図である。膨張材の添加量が増すと、ひび割れ発生荷重は増大し、ひび割れの発生に伴う拘束棒ひずみの増分は減少する傾向が認められた。

図 3 は、ケミカルプレストレインとひび割れ発生直後の拘束棒ひずみの関係を示したものである。曲げモーメントが作用する場合、無載荷状態から曲げひび割れ発

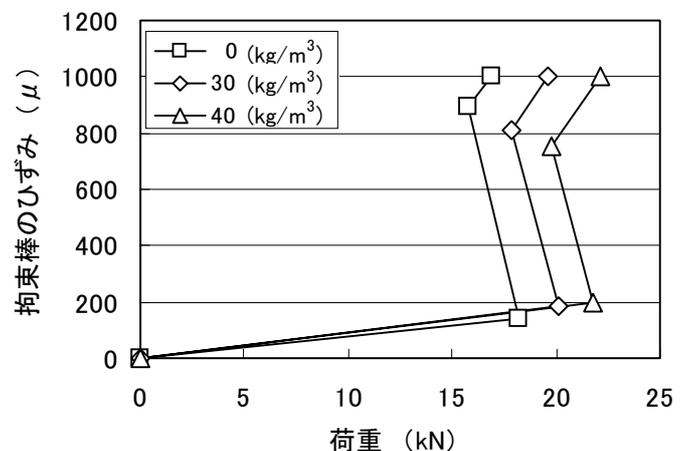


図 2 荷重と拘束棒ひずみ関係の模式図

キーワード：膨張コンクリート、一軸引張応力、ひび割れ、ケミカルプレストレイン、ケミカルプレストレス  
 連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL0471-40-5202、FAX0471-40-5216

生荷重以上の荷重レベルまでに生じる鋼材のひずみ増加量は、ほぼケミカルプレストレインの値だけ通常の鉄筋コンクリート部材よりも小さい<sup>1),2)</sup>とされているのに対し、本試験では、ケミカルプレストレインの2～3割程度の減少に留まった。また、表 1 に示すように、ケミカルプレストによるコンクリート応力度の増加量は、導入されたケミカルプレスト量よりも小さいことがわかった。これらより、一軸引張応力下におけるケミカルプレストレインやケミカルプレストレスは、曲げ載荷時ほど有効には作用しないものと考えられる。

ケミカルプレストレインと一軸引張試験時の拘束棒ひずみを足し合わせたひずみの絶対量が、1300 $\mu$ のときの荷重およびひび割れ幅を、表 2 に示す。また、拘束棒ひずみの絶対量が 1300 $\mu$ 時のケミカルプレストレインとひび割れ幅の関係を、図 4 に示す。ケミカルプレストレインの有無に関わらず、荷重は20kN程度となった。一方、ひび割れ幅は、ケミカルプレストレインの増大に伴い減少する傾向にあった。これは、膨張コンクリートの潜在的な膨張能力が関与しているものと考えられ、笹谷らの研究<sup>3)</sup>等から、若材齢ほどその影響は顕著になるものと推定される。

4. 結論

鋼材で拘束された膨張コンクリートの一軸引張試験を行った結果、本試験の範囲内で次のことが言える。

- 1) 一軸引張応力下におけるケミカルプレストレインやケミカルプレストレスは、曲げ載荷時ほど有効には作用しないものと考えられる。
- 2) 拘束棒ひずみの絶対量が同等の場合、ケミカルプレストレスの有無に関わらず、荷重はほぼ一定となる。
- 3) 拘束棒ひずみの絶対量が同等の場合、ひび割れ幅はケミカルプレストレインの増大に伴い減少する傾向にある。

これらの結果は、試験材齢や載荷速度の影響を受けるものと考えられる。今後は、短期材齢や長期材齢での試験および載荷速度を変えた試験等を行う予定である。

(参考文献)

- 1) 例えば、辻幸和：コンクリートにおけるケミカルプレストレスの利用に関する基礎研究、土木学会論文報告集、第235号、pp.111-124、1975年3月
- 2) コンクリートライブラリー75 膨張コンクリートの設計施工指針 1993年7月 土木学会
- 3) 笹谷、丸山、先村、辻：初期材令時における膨張コンクリートの引張特性に関する研究、第7回コンクリート工学年次講演会論文集、pp.261-264、1985

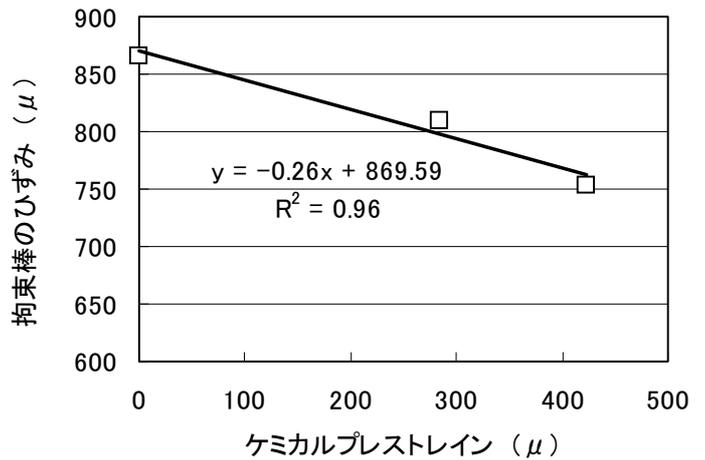


図 3 ケミカルプレストレインとひび割れ直後の拘束棒ひずみ

表 1 応力度の最大値と導入されたケミカルプレストレス量

| ケミカルプレストレイン | コンクリート応力度の最大値 (N/mm <sup>2</sup> ) | 導入されたケミカルプレストレス量 (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 0           | 2.05                               |                                       |
| 284         | 2.21                               | 0.50                                  |
| 422         | 2.39                               | 0.74                                  |

表 2 ひずみの絶対量 1300 $\mu$ 時の荷重およびひび割れ幅

| ケミカルプレストレイン | 荷重 (kN) | ひび割れ幅 (mm) |
|-------------|---------|------------|
| 0           | 20.3    | 0.119      |
| 284         | 19.8    | 0.094      |
| 442         | 20.9    | 0.084      |

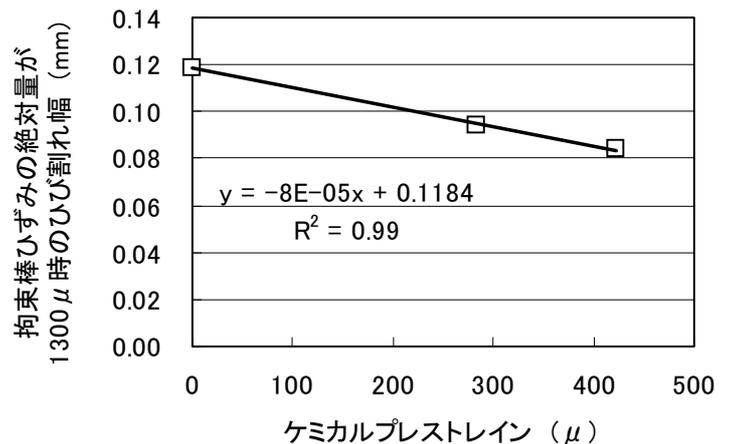


図 4 ひずみ絶対量 1300 $\mu$ 時のケミカルプレストレインとひび割れ幅