

## コンクリートの内部膨張圧が補強筋に及ぼす影響

日本大学大学院 学生会員 ○川那子貴嗣 日本大学 正会員 山本高義  
日本大学 フェロー会員 河合紘茲

### 1、まえがき

近年、アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の損傷が多数報告されている。本研究はアルカリ骨材反応によって、鉄筋コンクリート構造物の補強筋が破断したとの報告に着目し、コンクリートの内部に膨張圧が発生することを想定し、ケミカル静的膨張剤の膨張圧が鉄筋コンクリート構造物の補強筋に与える影響をモデル供試体によって検討した。

### 2、モデル供試体

モデル供試体の寸法は JH、JR などの事故例を参考に、断面 300mm×300mm、高さ 700mm の角柱体とした。

補強筋および組み立て筋は、ともに SD295 であって、組み立て筋は D19、補強筋は D13 を用いた。補強筋の被り厚は、実土木構造物の被り厚を参考にすると共に、コンクリートひび割れ発生時の影響を顕著に評価することを主目的に、使用補強筋径の 1.0、2.0、および 3.0 倍の 3 種とした。

供試体数は各被り厚条件に対して各 3 体、時効 20 年相当の補強筋を使用した供試体(かぶり厚 1 D) 3 体、計 12 体作成した。

補強筋およびコンクリートには、経時変化によるコンクリート膨張圧を調べる目的で、**図-3** に示す位置に歪みゲージを添付し、膨張圧による補強筋およびコンクリート応力を計測した。

コンクリートは、土木構造物に通常よく使用されている圧縮強度  $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$  のレディーミックスコンクリートを使用した。

コンクリート内部膨張圧は、ケミカル静的膨張剤（以下膨張剤と略記する）の噴出現象の際に発生する膨張圧を活用した。噴出現象とは、膨張剤と水との反応によって発生する反応熱の蓄積により、孔内温度が上昇し、孔内の水が急激に気化することである。

膨張剤は、**図-1** に示す断面中央の  $\Phi 40\text{mm}$ 、長さ 600mm の円筒に充填し、コンクリート円筒内部に膨張圧を発生させ、コンクリートに亀裂を生じさせた。**図-2** に膨張剤の膨張圧と経過時間の関係を示す。膨張圧は 7 時間後に最大圧に達し、その後約 72 時間膨張圧  $60\text{N/mm}^2$  前後を保持する性質を有したものである。

### 3、試験方法

試験は、供試体作成後 28 日間の散水標準養生を終えた後、供試体表面を冷風で表面乾燥状態に保ち、**図-3** に示す位置にコンクリート歪みゲージを添付した。

膨張剤は、供試体断面中央部に設置した塩ビパイプを引き抜いた軌跡円筒に、規定量の膨張剤を充填し、コンクリートに内部膨張圧を発生させた。

コンクリート内部膨張圧によって発生したコンクリートおよび鉄筋応力は、供試体中心部に添付したコンクリート歪みゲージおよび補強筋曲げ加工部に添付した鉄筋歪みゲージによって、コンクリート表面膨張圧変化から安全を確認したうえで、1 時間毎にコンクリート歪みおよび補強筋の歪みをそれぞれ自動計測した。自動計測としたのは、膨張剤が外気温度の変化に反応する危険性を有しているからである。

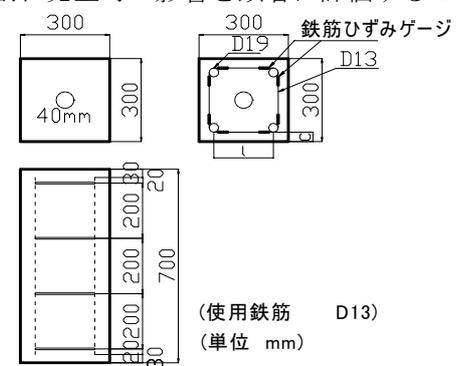


図-1 モデル供試体の寸法、配筋  
およびゲージ添付位置詳細図

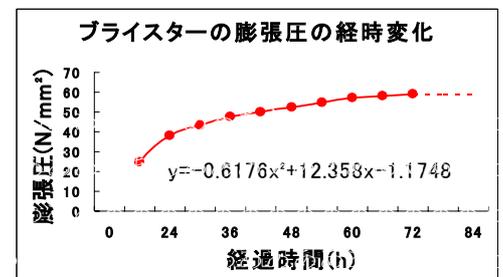


図-2 時間と膨張圧の関係

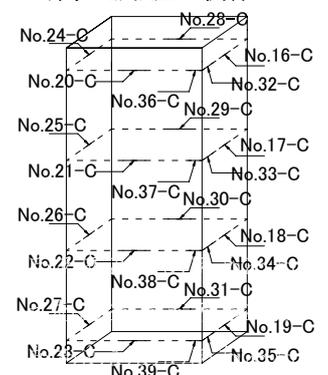


図-3 コンクリートひびき  
ゲージ添付位置詳細図

キーワード コンクリート内部膨張圧 補強筋 ケミカル静的膨張剤 アルカリ骨材反応

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科河合研究室 TEL 047-474-2437

#### 4、試験結果

膨張剤によるコンクリート内部膨張圧発生によって生じたコンクリート応力と補強鉄筋応力との関係を図-4 に示す。図-4 において、補強筋応力とコンクリート応力の関係は、被り厚によって相違することが認められた。図-4 の各被り厚の最大応力を表-1 に示す。表-1 に示すように補強筋の被り厚が大きいと応力は小さく、被り厚が小さいと応力が大きくなる傾向が認められた。これは、補強筋の拘束断面積の大小に起因していると推察される。

コンクリート内部膨張圧によって発生した補強筋の最大応力  $250\text{N/mm}^2$  は、本実験の供試筋 SD295 の JIS に規定している引張強さ  $440\text{N/mm}^2$  の約 57% 程度であって、コンクリートひび割れ発生内部応力程度では、鉄筋が破断することは想像しにくい。

膨張圧によってモデル供試体のコンクリート表面に発生したひび割れ性状を図-5 に示す。図-5 においてひび割れ性状は、補強筋被り厚に関係なく配筋鉄筋脇に沿ってひび割れが発生した。これはコンクリート内部応力が補強筋によって拘束された応力と自由膨張圧との境界域の応力差異に起因すると推察される。

コンクリート表面のひび割れ幅は、被り厚が小さいほど広がる傾向が認められた。これは、補強筋の拘束角度によって、膨張圧の伸展方向が異なることに起因すると推察される。これは、図-6 示すように膨張圧の進展方向が補強筋の円周拘束位置によって、ひび割れ進展方向が左右されるものと考えられる。すなわち、補強筋に接する応力の円周角大小に起因すると考えられる。

本実験の最大膨張圧によるひび割れの最大は約 13mm であった。したがって、コンクリート構造物の外部から酸性雨、海風など影響を受けやすい立地条件では、(社)土木学会コンクリート標準示方書をはじめ、多くのコンクリート参考書にも記されているように、コンクリート被り厚を十分に考慮する必要がある。

#### 5、まとめ

- 1) 膨張剤によるコンクリート内部膨張圧発生によって生じた補強筋の発生最大応力は、 $250\text{N/mm}^2$  であって、本試験に供した補強筋 SD295 の JIS に規定している引張強さ  $440\text{N/mm}^2$  の約 57% 程度であった。このことから、コンクリートにひび割れが発生する内部膨張圧程度では、補強筋の破断および亀裂は考えにくい。
- 2) 補強筋の被り厚によって、コンクリート表面に発生するひび割れ状態が相違する。したがって、コンクリート構造物の外部から酸性雨、海風などの影響を受けやすい立地条件では、(社)土木学会コンクリート標準示方書にも記されているように、コンクリート被り厚を十分に考慮する事が重要である。
- 3) アルカリ骨材反応によって発生した補強筋の破断および亀裂事故の報告は、複数の要因が重なって発生したものと推察される。したがって、補強筋に関しては、加工をマニュアルに沿って行うことが重要である。

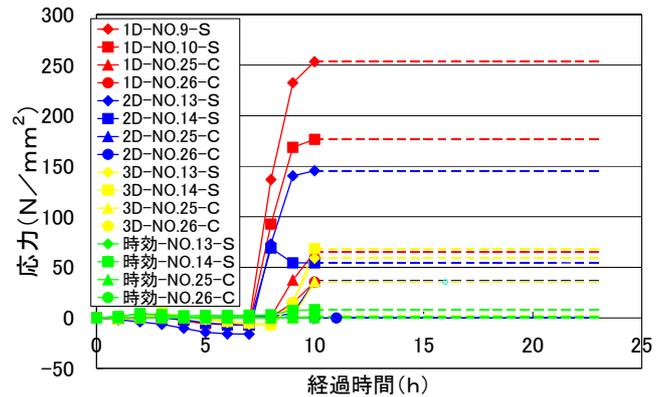


図-4 補強筋応力とコンクリート応力の関係

表-1 各被り厚の最大応力 ( $\text{N/mm}^2$ )

	補強筋応力	コンクリート応力
1D	250	60
2D	130	48
3D	70	47
時効処理した補強筋	22	12

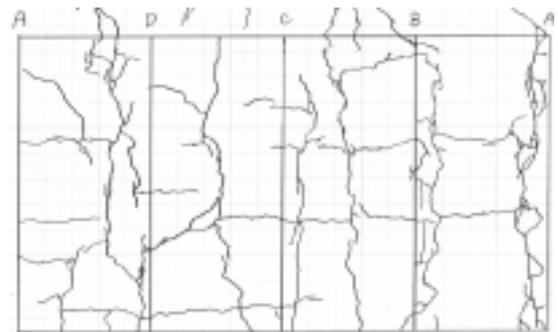


図-5 コンクリート表面ひび割れ図

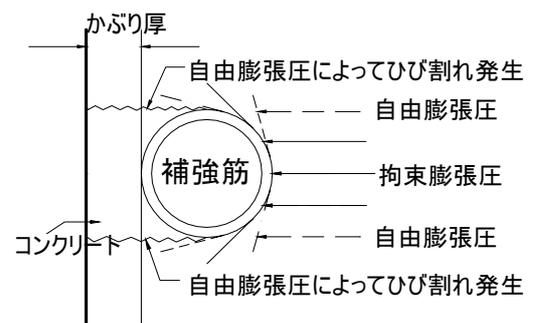


図-6 コンクリート内部膨張圧とひび割れ発生メカニズム