

円形ひび割れ誘発目地によるコンクリートスラブのひび割れ抑制効果に関する検討

富山県立大学
山崎学生会員○柏木 政輝 正会員 伊藤 始
山崎 吉清

1. はじめに

コンクリート構造物において、乾燥収縮に起因して発生するひび割れが問題視されている。乾燥収縮ひび割れは構造物の耐久性や防水性の低下、美観の損失などに影響を及ぼすため適切な対策を施す必要がある。乾燥収縮ひび割れの対策の一つとして、ひび割れ誘発目地がある。これは、あらかじめ定められた場所にひび割れを集中させる目的で断面欠損部を設けておき、ひび割れを人為的に生じさせるものである¹⁾。乾燥収縮ひび割れは、柱とスラブの境界面においても多く発生する。特に、角柱出隅部での応力集中に起因した斜めひび割れが発生しやすく対策を講じることが困難である。そこで著者は、柱とスラブの境界面に発生する乾燥収縮ひび割れの対策として、円形のひび割れ誘発目地（以下、円形目地と記す）を柱の周りに設置することを提案した。

本研究では、円形目地による柱とスラブの境界面に発生する乾燥収縮ひび割れの抑制効果を検討することを目的とした。その方法として、スラブの角柱出隅部を模擬した拘束ひび割れ試験とその試験体モデルの解析を実施した。

2. 試験方法

2.1 試験体概要

図-1 に試験体概要を示す。型枠は、JISA 1151「拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法」²⁾で用いられる拘束形鋼からなる型枠を使用した。また、100×100×100mm のコンクリートを対角線上に切断したものを設置し柱を模擬した。試験体の高さは100mmとし、コンクリートの打込み後は材齢7日まで湿布養生を行った。その後、 π ゲージを図-1の位置に取り付け、乾燥を開始し、ひび割れ幅を測定した。

2.2 試験ケース

表-1 に試験ケースを示す。試験ケースは、円形目地なしケース(N)と円形目地ありケース(A)の2ケースで実施した。円形目地は、水道用硬質ポリ塩化ビニル管 TS 継手を柱に合わせて切断したものを使用し、コンクリートの

打込み時に深さ 50mm で両端が柱に接触するように設置した。さらに、同じ環境でのコンクリートの自由収縮ひずみを測定するために乾燥収縮試験を行った。

3. 試験結果

図-2 にひび割れ幅の履歴を示す。試験結果より、 π ゲージの位置にひび割れが到達した経過日数は、A ケースの方が早く、そのときの自由収縮ひずみは 224×10^{-6} であった。また、乾燥開始から 80 日目のひび割れ幅は、A ケースの方が N ケースよりも約 25% 小さくなった。このことから、円形目地によってひび割れ幅が抑制されることが分かった。

A ケースのひび割れが N ケースよりも先に π ゲージに到達した要因としては、円形目地の先端から生じたひび割れが拡大し、その地点と π ゲージとの距離が近かったためであると考えられる。

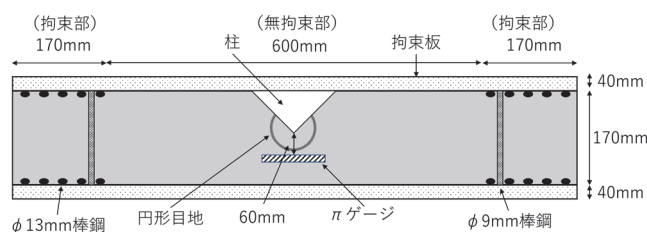


図-1 試験体概要（平面図）

表-1 試験ケース

ケース名	円形目地	円形目地（塩化ビニル管）			
		呼び径	内径(mm)	外径(mm)	厚さ(mm)
N	なし	—	—	—	—
A	あり	75	89.6	102	6.2

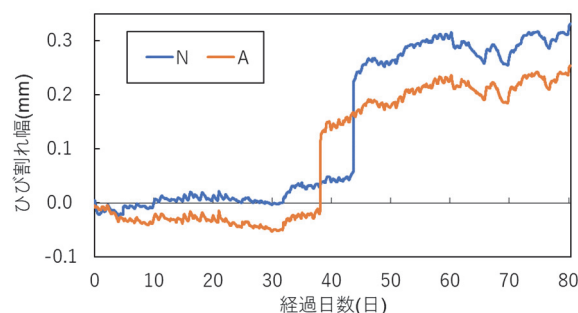


図-2 ひび割れ幅履歴

キーワード：乾燥収縮ひび割れ、円形目地、スラブ、角柱出隅部、ひび割れ幅

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

4. 解析概要

本解析は、拘束ひび割れ試験から得た円形目地によるひび割れ抑制効果のメカニズムを検討することを目的とした。その方法として、試験体を対象に形状寸法を合わせて応力解析を行い、ひび割れの幅と進展長さ、本数がどの程度抑制されているかを比較することとした。解析は、コンクリート構造物の非線形有限要素解析を用いて行った。図-3 に解析モデルを示す。解析モデルは、試験体の平面形状を2次元で再現し、試験体の対称性を考慮して1/2モデルとした。角柱の部分は、角柱周りに沿って発生するひび割れを考慮して空洞とした。表-2 に解析条件を示す。コンクリートの圧縮強度は、本試験で用いたコンクリートの材齢28日目の圧縮強度を使用し、その他の物性値は、土木学会コンクリート標準示方書に準じて算出した。円形目地の部分は、塩化ビニル管の弾性係数が小さく、円形目地とコンクリートの付着が小さいため、表面付近がほぼ空洞とみなせ、管奥行きを十分に小さい1mmとして再現した。また、本解析では、スラブ試験で用いたコンクリートの乾燥期間80日目の自由収縮ひずみ量が 350×10^{-6} 程度であったため、71ステップ目（1ステップ 5×10^{-6} ）まで解析を行った。

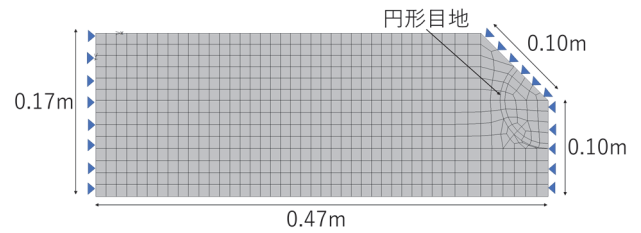
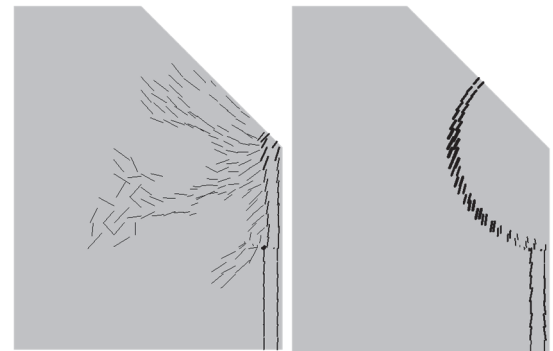


図-3 解析モデル

表-2 解析条件

諸元	単位	数値
圧縮強度 f_c	N/mm ²	23.8
引張強度 f_t	N/mm ²	1.90
弾性係数 E	kN/mm ²	25.0
ポアソン比 ν	—	0.2
最大要素寸法（1辺）	mm	10
1ステップあたりの収縮量	$\times 10^{-6}$	5



(a) Nケース (b) Aケース

図-4 ひび割れ分布（拡大図）

5. 解析結果

解析結果は、コンクリートの収縮量が 350×10^{-6} のときのデータを示す。図-4 にひび割れ分布を示す。A ケースではN ケースと比較すると、円形目地に沿ったひび割れが発生し、出隅部の応力集中に起因したひび割れが防止された。全体的に見るとひび割れ発生数は少なかった。図-5 にひび割れ幅分布を示す。A ケースのひび割れ幅は、円形目地の周辺を除いた地点で抑制され、出隅部からの距離が100mmの地点では約13%小さくなった。

このことから、円形目地を設置することで出隅部の応力集中に起因したひび割れを防ぎ、ひび割れ幅も抑制できることが分かった。ただし、収縮量が大きくなると円形目地の先端から生じたひび割れが拡大するため、寸法や収縮量によって適用範囲を検討することが課題である。

6. まとめ

(1) 試験では、円形目地の設置によってコンクリートの収縮量が 224×10^{-6} で円形目地の先端から生じたひび割れが拡大したが、角柱出隅部の応力集中に起因したひび割れを防ぎ、ひび割れ幅は約25%抑制でき

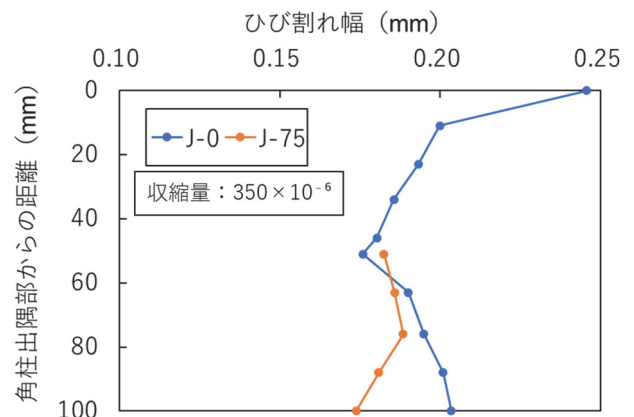


図-5 ひび割れ幅分布

ることが分かった。

- (2) 解析では、円形目地の設置によって角柱出隅部の応力集中に起因したひび割れを防ぎ、ひび割れの幅と本数を抑制できることが分かった。

参考文献

- (1) 土木学会：2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編]，pp395-396，2017
- (2) 土木学会：2018 年制定コンクリート標準示方書 [規準編]，pp694-699，2018