

短繊維補強コンクリートの部分施工による壁状構造物のひび割れ抑制効果

前田建設工業株式会社 正会員 ○笹倉 伸晃 前田建設工業株式会社 正会員 白根 勇二
 富山県立大学 工学部 正会員 伊藤 始 日本大学 生産工学部 正会員 渡部 正

1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 壁部材は、温度変化による外部拘束型のひび割れ発生が懸念され、その抑制対策の1つとして、短繊維補強コンクリートを適用する場合があるが、短繊維補強コンクリートを部材全体に使用するとコストが増加する。また、短繊維種類や添加量によってひび割れ抑制効果が異なるにも関わらず、定量的な評価が実施されないまま使用されている場合も少なくない。そこで著者らは、短繊維補強コンクリートを効率的に用いてひび割れ幅を抑制する方法を提案することを目的に、部分施工高さ、混入率およびひび割れを決定できる解析手法を検討し、短繊維補強コンクリートの部分施工によるひび割れ抑制効果について検討した。

2. 短繊維補強コンクリート部分施工によるひび割れ抑制の概要

図1に、著者らが提案する短繊維補強コンクリートの部分施工によるひび割れ抑制の概念図を示す。図1はボックスカルバートをモデルとしたもので、底盤部からの拘束が大きくなる壁下部に短繊維補強コンクリートを適用し、上部は通常のコンクリートを適用する。また、壁部の短繊維補強コンクリートと通常のコンクリートは、連続的に打ち込むことで、壁部材内に新たな拘束を形成させないものとする。

3 壁状構造物モデルによるひび割れ抑制効果の解析

(1) 解析概要

本検討では、施工条件による部分施工の効果を定量的に把握するために、実際のRC壁状構造物をモデルに、短繊維を混入したコンクリートの引張軟化特性を考慮したFEM解析を実施した。

(2) 検討モデルおよび検討ケース、物性条件

解析の対象モデルは、図2に示す壁部とフーチング部で構成される1/2モデル(壁部延長15m、壁厚0.8m、壁高4.0m)を作成した。解析による短繊維混入RC壁部材のひび割れモデルは、既往の研究^{1),2)}を参考に、引張軟化特性を考慮したボンドリンク要素(図3)を適用し、1m間隔で設置した。引張軟化特性は、引張強度に対する残存引張強度の割合を応力残存率、限界開口ひび割れ幅を要素寸法で除したものを付着切れひずみと定義し、これらの特性値を変化させるモデルにより、短繊維種類や混入率の違いを表現した。また、最大ひび割れ幅の算出は、ボンドリンク要素長(20mm)に最大ひずみを乗じることで計算した。解析では、表1に示すように短繊維補強コンクリートの部分施工高さと混入率の影響を検討し、短繊維の種類は鋼繊維とした。また、解析で用いた物性条件を表2に示す。なお、温度応力解析に用いた発熱特性は、2012年制定土木学会「コンクリート標準示方書[設計編]」(以下、示方書)に準じて設定した。

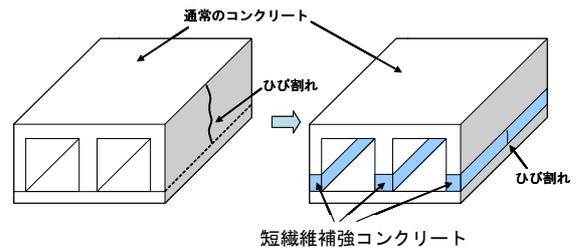


図1 短繊維補強コンクリートの「部分施工」の概念図

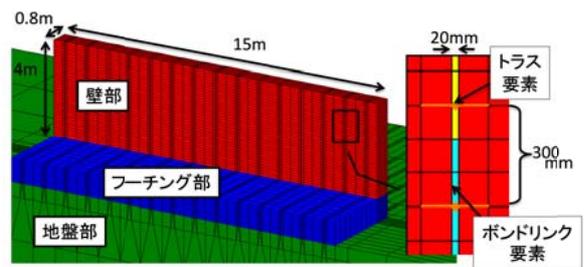


図2 検討モデル

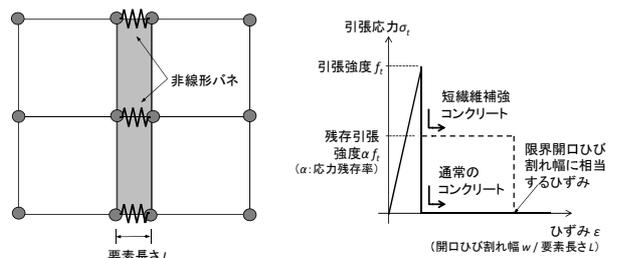


図3 ボンドリンク要素の概要

キーワード 短繊維, ひび割れ幅抑制, 温度応力解析, RC壁部材, ボンドリンク要素

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿楽町2-8-8 猿楽町ビル TEL03-5217-9563

(3) 解析結果

解析結果の一例として、図4および図5に繊維を混入しないケースと、0.5vol.%混入した繊維補強コンクリートを壁高さ4mのうち1.5mまで施工したケースの結果を示す。図4はひび割れ発生時の応力分布を示している。

繊維を混入しない場合、壁部中央の下部において、フーチング部コンクリートによる外部拘束ひび割れが発生し、応力が解放された。一方、繊維を混入した場合には、壁中央にひび割れが生じたものの、短繊維の効果で壁下部の応力が解放されることはなかった。

図5は、材齢153日での変形図を示す。ボンドリンク要素のひずみが増大し、繊維を混入した場合には壁中央に5箇所、混入した場合には3箇所のひび割れが発生した。最大ひび割れ幅を算出すると、繊維を混入しない場合で0.25mm、繊維を混入した場合で0.18mmとなり、繊維がひび割れ幅を抑制していることが確認できた。

全ケースにおける短繊維の混入率、部分施工高さの適用範囲と開口ひび割れ幅の関係を図6に示す。その結果、短繊維の混入率が大きいほど、部分施工高さが高いほどひび割れ幅を抑えることができるがわかる。しかし、部分施工高さは壁高さの半分(2m)より大きくなると、ひび割れ幅の抑制効果が現れなくなった。これは、壁下部の短繊維補強コンクリートがひび割れ発生後も引張応力を負担し、ひび割れの進展を抑えているためと考えられる。

4. まとめ

短繊維補強コンクリートの引張側構成則を考慮したボンドリンク要素による解析手法によって、短繊維補強コンクリートの「部分施工」のひび割れ幅抑制効果の検討を実施した。

その結果、本検討の範囲では、短繊維部分施工高さが高くなるほど、また混入率が大きくなるほど、ひび割れ抑制効果が大きい。部分施工高さの効果は頭打ちになることが示された。本検討手法により、構造物の種類やその要求性能に応じた許容ひび割れ幅に対し、部分施工高さや混入率の異なる短繊維補強コンクリートのひび割れ抑制効果を効率良く評価できる可能性がある。

参考文献

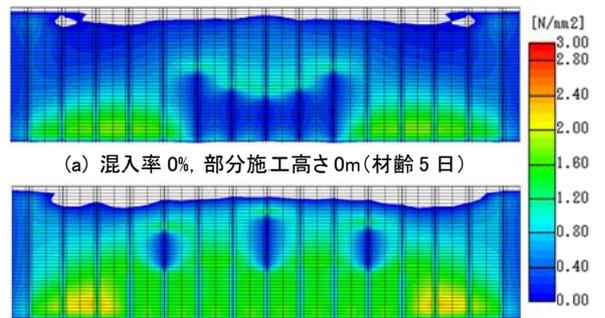
- 1) 土木学会:コンクリート構造物の非線形解析技術研究小委員会成果報告書, コンクリート技術シリーズ, No. 50, pp. 88-104, 2003
- 2) 伊藤始ら: PVA短繊維で補強したRCはりのせん断耐力評価に関する実験的研究, 土木学会 vol. 65, No. 774, pp. 123-138, 2004

表1 検討ケース

繊維混入率 (vol.%)	部分施工高さ(m)					
	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	4.0
0	○	—	—	—	—	—
0.3	—	○	○	○	○	○
0.5	—	○	○	○	○	○
0.7	—	○	○	○	○	○

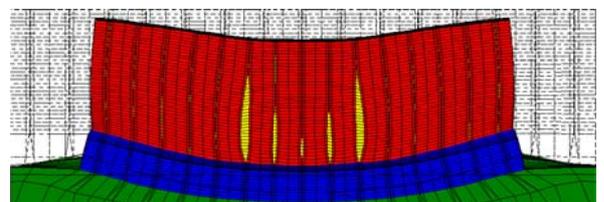
表2 解析条件

	フーチング	壁部	地盤
打込み日	8月2日	9月1日	—
初期温度(°C)	30.0	30.0	25.8
単位セメント量(kg/m ³)	350		—
外気温(°C)	気象庁月別平年値(東京)		
ヤング係数(N/mm ²)	土木学会式		500
ポアソン比	0.2		0.3

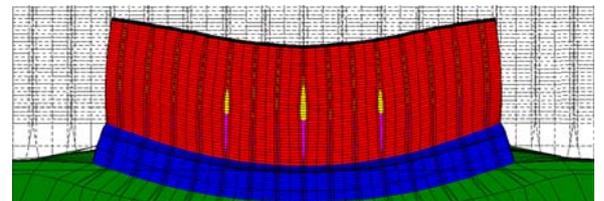


(b) 混入率0.5%, 部分施工高さ1.5m(材齢10日)

図4 ひび割れ発生時の応力分布



(a) 混入率0%, 部分施工高さ0m



(b) 混入率0.5%, 部分施工高さ1.5m

図5 材齢153日の変形図(倍率20倍)

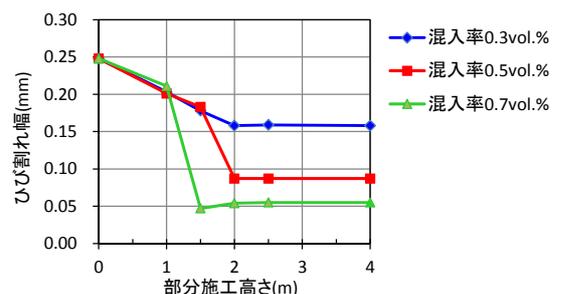


図6 繊維混入率による部分施工高さとおひび割れ幅の関係