

ひび割れの拡大を検知する FRP 製センサの開発に関する実験的研究

倉敷紡績 正会員 ○平石 陽一 倉敷紡績 正会員 堀本 歴
 川崎重工業 正会員 小出 宜央 川崎重工業 正会員 大垣 賀津雄

1. 目的

本研究では、コンクリート部材に生じたひび割れ幅が拡大する過程を、比較的離れた位置からでも簡易に目視検知できるセンサについて実験的に検討した。このセンサは、既発生ひび割れを跨ぐように FRP プレートが貼付け、ひび割れの拡大に伴い FRP プレートが変色することにより、そのひび割れの進行度合いを検知するものである。開発するセンサの条件として、①比較的簡易に施工できること、②1mm 程度のひび割れが 2~6mm 程度に拡大する過程を確認できること、③ひび割れ拡大の検知および判断に特殊技能を要しないことを挙げている。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

図-1に供試体の概要を示す。100×100×200mmのコンクリートブロック2体を突合させた両引き供試体を用いた。供試体には、引張試験機により引張力を加えるためのボルトが埋設されている。ボルトが埋設されたコンクリート片を付き合わせ、その隙間を1mmに設定して既発生ひび割れを模擬し、40×200mm(厚さ0.6mm)のFRPプレートを貼付けた。実験では、コンクリート4面のひび割れ模擬部にセンサを施工し、1軸引張によりひび割れを拡大させ、FRPプレートの変化を確認した(引張速度:0.5mm/min)。

2.2 実験ケース

実験ケースを表-1に示す。ひび割れの拡大に伴いFRPプレートが伸長し、その変形により変色することでひび割れセンサとしての性能を発揮させることを狙い、FRPプレートの弾性係数、破断伸びに着目して実験ケースを設定した。すなわち、FRPプレート用繊維基材としては、ガラス繊維を適用することとし、その繊維の配向を荷重軸方向としたタイプ(0°方向)およびひび割れに対して斜めに配向したタイプ(±45°)について検討した。マトリックス樹脂については、メタクリル酸メチル(MMA)、不飽和ポリエステル(UP)の2種類を用いた。さらに、貼付け樹脂についても破断伸びに着目し、MMAとエポキシ(EP)の2種類について検討した。

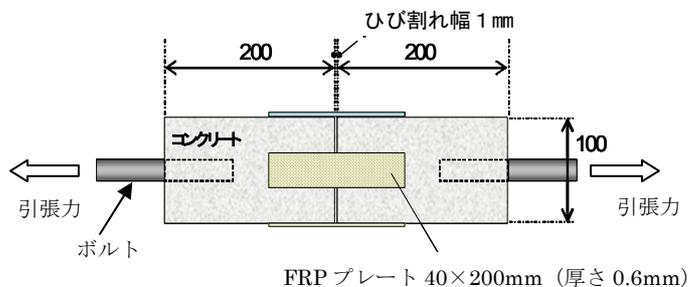


図-1 供試体概要

表-1 実験ケース

No.	FRP プレート			貼付け樹脂	
	構成樹脂	繊維方向	破断伸び(%)	樹脂種類	破断伸び(%)
1	MMA	±45°	11.3	MMA	60
2				EP	3
3				MMA	60
4	UP	0°	2.9	MMA	60
5		±45°	8.6	MMA	
6				MMA	

キーワード コンクリート, ひび割れ幅, FRP, 点検, 診断, センサ

連絡先 〒572-0823 大阪府寝屋川市下木田町 14-5 倉敷紡績(株) Tel:072-823-8137

3. 実験結果および考察

ひび割れの拡大に伴うセンサの変色状況の例(ひび割れ2mm 拡大時)を写真-1 に示す. また, 評価結果のまとめを表-2 に示す. 表中の評価は, 目視および打音検査により, ◎, ○, △, ×の4種類に判定した. 実験の結果, 伸び性能の高い設計のFRP(破断伸び:約10%)および貼付け樹脂(破断伸び:60%)を使用した場合にひび割れの拡大を誇張(変色)しやすいことがわかった. これは, センサに生じる変色がFRPの繊維/樹脂界面の破壊や樹脂の微細なひび割れの発生によるものであり, 伸び性能の高い実験ケースでそれらが顕著に現れたためであると考えられる. 一方No.4は, はく離のみが進行する他のケースと異なる結果であった. これは, 伸び性能が低く高弾性のFRPプレートを使用的により, FRPプレートに変色が生じる応力に到達する前に, 母材コンクリートとの付着せん断力の限界に到達したためであると考えられる.

実験ケースNo.5のひび割れの拡大幅と変色面積の関係を図-2に示す. この図より, ひび割れの拡大に伴い変色面積が増加することが確認できる. またその関係は, ほぼ線形にあり, ひび割れ幅が1mm拡大すると変色面積が約250mm²拡大することも確認できる. したがって, センサに生じた変色面積を測定することにより, 貼付け後のひび割れ拡大幅を推定できる可能性があることがわかった. ただし, センサに生じる変色は, コンクリートの表面状態やセンサの施工状況により変動する可能性があり, それらの影響を考慮した適用方法の確立が今後の検討課題である.

4. まとめ

- (1) コンクリートに生じたひび割れの幅が拡大する過程を誇張し, 比較的離れた場所からでも目視による検知が可能となるセンサの可能性を見出した. このセンサは, 比較的簡易に施工ができ1mm程度のひび割れが2mm~6mm程度に拡大する過程をとらえることができる特徴を有する.
- (2) 本ひび割れセンサは, FRPの構成および貼付け樹脂種類によって性能が大きく変化することがわかった. 本研究の範囲では, FRPの破断伸びが10%程度, 貼付け樹脂の破断伸びが60%程度の場合に, ひび割れを検知しやすいという結果であった.
- (3) ひび割れの拡大に伴い生じる本ひび割れセンサの変色面積は, 拡大するひび割れ幅とほぼ線形関係にあり, ひび割れの拡大に伴い増加することがわかった. このことから, ひび割れ幅を推定することができるといえる.

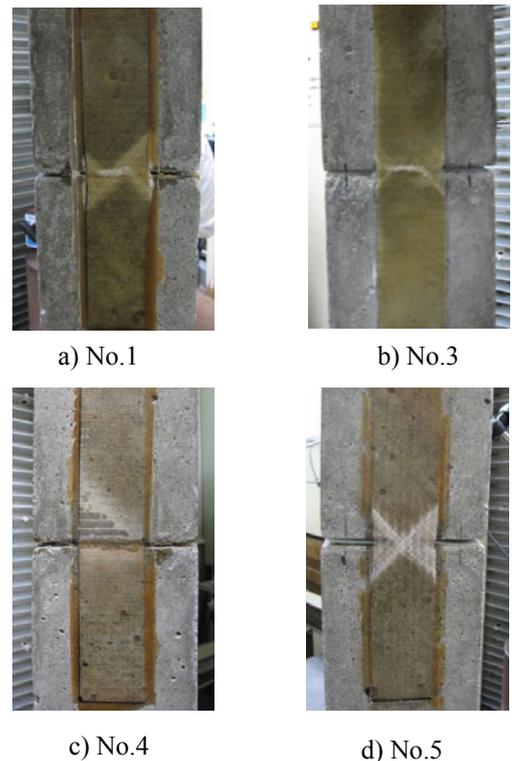


写真-1 実験結果(ひび割れ2mm進展時)

表-2 評価結果

No.	1	2	3	4	5	6
評価	○	◎	×	△	◎	◎

注) ◎ : はく離, 変色ともに多い,
 ○ : はく離, 変色ともに発生,
 △ : はく離または変色のどちらかが発生,
 × : はく離, 変色ともに発生せず

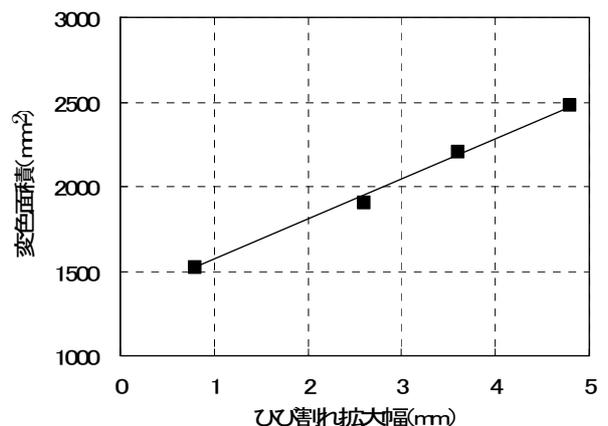


図-2 ひび割れ拡大幅と変色面積の関