

ネットワーク及び補修剤を用いた自己修復コンクリート梁に対する
非破壊試験による修復性能評価

東北学院大学環境建設工学科 学生会員 ○青木 優真
東北学院大学環境建設工学科 非会員 端坂早哉香
東北学院大学環境建設工学科 正会員 李 相勲

1. 研究背景及び目的

既存の研究により、自己修復機能を付与したモルタル供試体にひび割れを導入する前後及び修復後に超音波試験機を用いた非破壊検査を行うことで、ひび割れ修復の可否が判定できることが確認されている¹⁾。本研究では無補強、繊維補強、鉄筋補強の3種類の補強形式の供試体に対し、従来の超音波伝播時間の測定に加え、インパクターの打撃により伝搬時間の測定(以下、弾性波法と呼ぶ)、固有振動数の測定(以下、共振法と呼ぶ)をして、各非破壊検査の有効性を検証する。

2. 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には珪砂5号、繊維にはPVA(ポリビニルアルコール繊維)、鉄筋にはφ4(mm)丸鋼、補修剤には低粘性の1液型エポキシ樹脂、練り混ぜ水には上水道水を使用した。

3. 試験体概要

寸法は80×120×400(mm)とし、内部にφ6(mm)のネットワークを2本設けた。セメント:砂=1:3(質量比)及び含水比=65%として、無補強(Plain)、PVA0.1%(質量比)繊維補強(Fiber)、上端及び下端筋φ4丸鋼補強(φ4)のセメントモルタル供試体を作製した。

4. 試験方法

まず、超音波試験機と弾性波試験機を用いて、ひび割れ発生前の伝搬時間と固有振動数の測定を行う。Fig.1に非破壊検査の測定方法を示す。次に、JISR5201に従い万能試験機を用いて第1载荷の曲げ試験を行う。ひび割れ幅が無筋供試体はひび割れ確認次第、繊維補強供試体は0.2mm、鉄筋補強供試体は0.3mmに達した時に载荷を止める。第1载荷後に、载荷前と同様の方法で伝搬速度と固有振動数の測定を行う。次に、シリンダーを用いてネットワーク内に補修剤を注入する。7日乾燥養生(20℃, 50%RH)を行い、ひび割れに充填した補修剤を硬化させる。乾燥養生後、ひび割れを修復した供試体の

伝搬時間の測定を行う。その後、第1载荷と同様の方法で第2载荷、第3载荷の曲げ試験とひび割れ後の測定を行う。

5. 試験結果及び考察

Fig.2に荷重-変位関係曲線、Table.1に曲げ载荷試験の測定結果、Fig.3に超音波試験による伝搬時間、

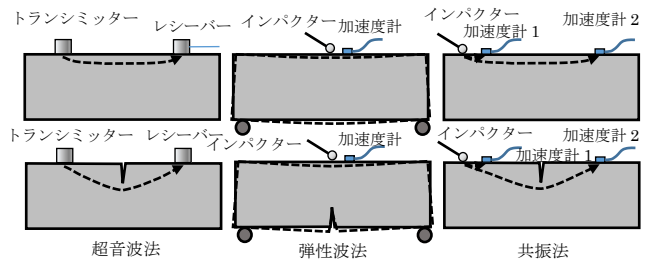


Fig.1 非破壊検査の測定方法

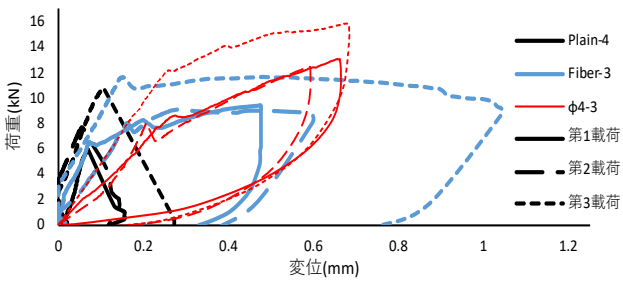


Fig.2 荷重-変位関係曲線(曲げ载荷試験)

Table.1 曲げ载荷試験の測定結果

	荷重 (kN)		
	第一载荷	第二载荷	第三载荷
P-1	9.2	-	-
P-2	9.2	-	-
P-3	7.8	7.0	9.0
P-4	5.9	7.7	10.8
F-1	9.1	-	-
F-2	6.0	-	-
F-3	9.4	9.1	11.7
F-4	6.7	6.5	9.1
φ4-1	10.1	-	-
φ4-2	9.4	-	-
φ4-3	13.1	12.4	15.9
φ4-4	13.5	8.1	12.0

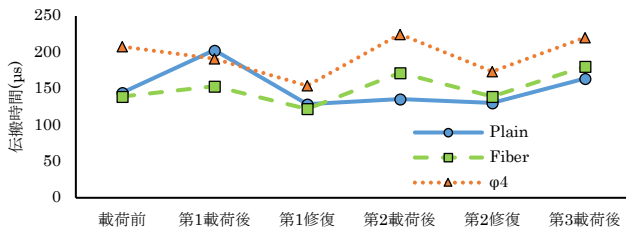


Fig.3 超音波試験による伝搬時間

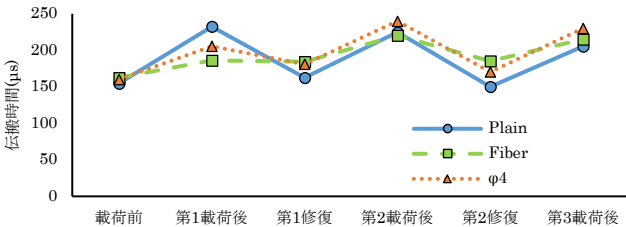


Fig.4 弾性波法による伝搬時間

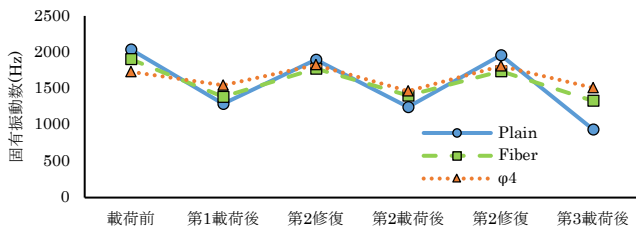
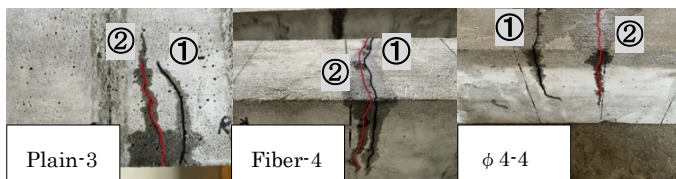


Fig.5 共振法による固有振動数



①黒線：第1 載荷、②赤線：第2 載荷

Photo.1 補修剤の充填状況とひび割れの発生状況

Fig.4 に弾性波法による伝搬時間、Fig.5 に共振法による固有振動数、Photo.1 に第1 載荷後、第2 載荷後の補修剤の充填状況とひび割れの発生状況を示す。

Fig.2 と Table.1 より、全ての供試体で第1 載荷と第2 載荷の強度の変化の大きさは同等であることと同時に、第3 載荷では第1 載荷及び第2 載荷と比べて強度が大きくなっていることが確認できる。第1 載荷と第2 載荷で強度が同等になった理由としては、供試体の空隙部分及びひび割れ付近に補修剤が充填したことによるものと考えられる。

また、Photo. 1 よりひび割れが修復したことにより新たな箇所ではひび割れが発生していることが確認できる。このことから、修復をするとぜい弱部から補強されていくため、第3 載荷では強度が大きくなっていると考えられる。

全ての供試体で第1 載荷と同等かそれ以上の強度を得られたことから、このまま修復と載荷を続けた場合、強度が更に大きくなることが期待できる。

Fig.3 より、ほとんどの供試体で、載荷後の伝搬時間が載荷前より遅くなっていることが確認できる。これは、超音波がひび割れの先端を迂回して伝搬すること、伝搬時間が遅くなったためと考えられる。φ4 供試体の第1 載荷前の飛び抜けた伝搬時間と Plain 供試体の第2 載荷後の変化の小さい伝搬時間は機械の測定誤差によるものと考えられる。

Fig.4 より、全ての供試体で載荷後の伝搬時間が載荷前より遅くなっていることが確認できる。超音波法と同様に弾性波がひび割れの先端を迂回するのに時間がかかったためである。

Fig.5 より全ての供試体で修復後の固有振動数が第1 載荷前と同等の値を示していることが確認できる。

ほとんどの供試体でひび割れが発生したことにより、超音波法と弾性波法で測定した伝搬時間が遅くなり、共振法では固有振動数が大きくなることが確認できた。また、ひび割れを修復したことにより伝搬時間と固有振動数が第1 載荷前と同等の値を得られることが確認できた。

6.結論

本研究の自己修復システムを用いることでひび割れが修復され曲げ剛性が回復することが確認できた。また、修復を繰り返すことでぜい弱部が補強され強度が大きくなることが確認できた。変位計と共振法の測定結果より、自己修復機能を確認することができた。また、超音波試験と弾性波法により、ひび割れの発生を判定することが確認できた。非破壊試験の結果のばらつきを比較すると、共振法の測定が最も安定していることが確認できた。

謝辞

本研究は日本大学パリーク教授と実験プロジェクトメンバーの協力を得た。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) ネットワーク及び補修剤を用いた自己修復システムの非破壊試験によるコンクリートひび割れの自己修復性能評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 34, No. 1, pp. 1444-1449, 2012. 7