樹脂注入補修したコンクリートのひび割れの剛性及び強度の解明

Clarification of Stiffness and Strength of Crack for Concrete which Repaired Resin Injecting

北海道大学工学部環境社会工学科	○学生	員	水田	祐介	(Yusuke Mizuta)
北海道大学大学院工学院	学生	員	梶原	脩	(Shu Kajiwara)
北海道大学大学院工学研究院	正	員	古内	仁	(Hitoshi Furuuchi)
北武コンサルタント(株)	正	員	渡辺	忠朋	(Tadatomo Watanabe)

1. 実験概要

コンクリート構造物中に生じたひび割れは、許容値を 超える幅になると炭酸ガス、塩化物イオンあるいは水等 の環境因子のコンクリート内部への侵入をゆるし、内部 鉄筋の腐食を促してしまい、部材の剛性低下をまねく。 一般に、ひび割れ補修はそのような環境因子の侵入を防 ぐ目的で行われているが、最近の研究においてはひび割 れ補修された部材の構造性能に着目した検討も行われて いる。例えば、せん断ひび割れを樹脂注入補修した鉄筋 コンクリート桁の載荷実験¹⁾²⁾では、静的荷重下におい ては補修前よりもせん断耐力が増加し、疲労荷重下にお いては補修前よりも疲労寿命が増加することが確認され ている。静的および疲労のいずれの載荷試験においても、 補修されたひび割れは破壊時には開口することがなく、 近傍において発生した新たなせん断ひび割れで終局に至 っている。したがって、補修したひびわれの界面での伝 達強度が増加することはわかっていても、それが補修前 に比べてどの程度増加するのかが不明のままである。

そのような背景のもと、本研究ではひび割れ補修後の 構造性能を数値解析等で定量的に評価できるようにする ため、補修したひび割れ面の剛性や強度を明らかにする ことを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

本研究で用いた供試体の形状寸法を図1に示す。 100mm×100mmの正方形断面で全長140mmの直方体形 状の供試体を3体用意した。供試体の中央部にひび割れ が生じやすくするために、4面の全てにおいて深さ 10mmのスリットを入れた。

コンクリートには、早強ポルトランドセメント、天然の粗骨材および細骨材を用いた。コンクリートの配合を 表1に示す。材齢 14 日におけるコンクリートの圧縮強 度は 39.5 N/mm²である。実験変数はひび割れ面に作用 する拘束力とした。ひび割れ補修材は、エポキシ樹脂系 補修材で、低圧、低速で注入できるタイプのものを使用 した。補修材は引張強さ 13.0 N/mm²以上で接着強さ 3.0 N/mm² 以上の材料特性を有し、0.2 mm 以上のひび割れ 幅を対象としている。

2.2 実験装置について

図2で示すような載荷治具を供試体に取り付け、側 方から油圧ジャッキを用いて表2で示すような拘束応 カを保持するように制御しながら、1 面せん断試験を行 えるようにした。また、載荷中には、ひび割れ幅を測定 するため、ひび割れを跨ぐように両側面にパイ型変位計 を設置した。ひび割れ面のすべり変位は、試験機の載荷 ヘッドの変化量として計測した。

2.3 実験の手順

- 以下に実験の手順を示す。
- ① 供試体の中央部に所定のひび割れを入れる。
- ② ひび割れ部に樹脂注入用の専用器具およびエア抜き





表1 コンクリートの配合

粗骨材	単位量(kg/m ³)					
最大寸法	水	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤	
20mm	182	408	577	1057	0	

表2 実験変数

供試体	拘束応力	初期ひび割れ幅	初期すべり変位
	(N/mm^2)	(mm)	(mm)
No.1	0.5	0.905	-0.248
No.2	1.0	0.755	0.123
No.3	0.5	1.104	0.089



写真1 破壊の様子

孔を設け、他の部分のひび割れはすべてシールする。

- ③ ひび割れ部に樹脂を注入し、24 時間以上養生する。④ 供試体に載荷治具を取り付け、所定の拘束力を与え
 - た後、一面せん断試験を行う。

3. 実験結果及び考察

3.1 初期ひび割れ幅及び初期すべり変位

表2に載荷試験開始前における初期ひび割れ幅およ びすべり変位を示す。初期ひび割れ幅は概ね 0.5~ 1.0mm の範囲で、初期すべり変位は概ね-0.350~ 2.0mmの範囲である。

3.2 破壊の状況

供試体は、**写真1**に示すように補修したひび割れ部 において、注入された補修材を含むようにひび割れ面で 破壊した

3.3 各拘束力におけるせん断力とひび割れ幅

図3に各拘束力におけるせん断力とひび割れ幅の関係を示す。縦軸がひび割れ面にかかるせん断力、横軸が 拘束力導入時からのひび割れ幅の変化量を表している。

せん断力を増加させると拘束力も共に増加していき、 拘束力を一定に保つことが困難であったため、各拘束力 において、±10%の増減は許容することとした。

これらの結果から、ひび割れ面の直交方向に作用する 拘束力が増加すると、ひび割れ幅は相対的に小さくなり、 せん断耐力が増加するが示された。

3.4 各拘束力におけるせん断力とすべり変位

図4に各拘束力におけるせん断力とすべり変位の関係を示す。縦軸がせん断力、横軸がすべり変位を表している。

図からわかるように、どの拘束応力においてもすべり 変位はせん断力の増加とともに直線的に増加することが わかる。そのときの剛性は、拘束応力が 0.5N/mm² のと きが小さく、1.0 と 1.5N/mm² ではほぼ同じ剛性となっ た。この結果から、拘束力の大きさは、すべり方向の剛 性に寄与していると考えられる。



図3 せん断力とひび割れ幅の関係



図4 せん断力とすべり変位の関係

4. まとめ

- ひび割れ面に生じる拘束力が大きいほど、せん断耐 力は大きくなる。また、ひび割れ幅は拘束力が大き いほど小さくなるということが示された。
- 2) 拘束力の大きさにかかわらず、せん断力とすべり変位は線形の関係にある。拘束力が小さいときに比べて大きいときは、すべり変位が小さくなることが示された。したがって、拘束力の大きさは、すべり方向の剛性に寄与すると考えられる。

この後、同じ形状寸法および載荷条件で、ひび割れ補 修を行わない供試体を用いて実験を行い、ひび割れ補修 の有無による違いを検討する予定である。

参考文献

- 深澤優一,斉藤成彦,高橋良輔:斜めひび割れを生じた RC 梁の修復効果に関する研究,コンクリート 工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.1369-1374, 2013
- 2) 古内 仁,渡辺忠朋:ひび割れを注入補修した鉄筋コンクリート梁の疲労耐力、コンクリート工学年次論 文集,Vol.37,No.2, pp.1243-1248, 2015