

補修したプレテンション PC 部材の構造性能評価

長岡技術科学大学 学生会員 ○番場 俊介
東京大学生産技術研究所 正会員 田中 泰司
長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. はじめに

塩害により鉄筋腐食を生じたコンクリート構造物の補修方法はさまざまな工法が提案されているが、その中でも断面修復工法は適用事例が多い。プレストレストコンクリート(PC)部材に断面修復を施した場合、はつりに伴うプレストレス力の減少が生じることから、補修後の構造性能は補修前と比べ低下する。特に、大断面修復となる場合には、プレストレス力の減少量が大きくなるとともに、既設コンクリートの応力が過大となりクリープ変形が進むことも懸念される。

そこで本研究では、段階的に断面修復を行うことで既設コンクリートへの応力増加負担を低減させる方法を提案するとともに、断面修復に伴う部材の構造性能と PC 鋼材の応力状態の変化を明らかにすることを目的として、暴露により腐食させたプレテンション PC はり部材に対して、段階的な断面修復を適用し、曲げ載荷試験を実施した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図-1に試験体形状を示す。試験体は断面が100×150mmの矩形断面で、長さが2200mmのプレテンションPCはりである。鋼材にはφ2.9-3本より線(SWPD3L)を上下対称となるように2本ずつ配筋し、定着部補強のために支点部にせん断補強筋(D6)を配筋した。試験体に導入した初期プレストレス量は、道路橋示方書¹⁾供用中の許容限界値として定められている1170N/mm²とした。

試験体は暴露試験によって腐食させ、図-1に示す腐食領域に、毎週1日の間隔で塩水噴霧を1年間行い、試験体内部に塩分を浸透させた後に、3年間、屋外暴露させた。なお、両端から150mmの領域を被覆し、定着部の防錆を行った。

また、実験パラメータは表-1に示すように、断面修復の有無である。

2.2 補修概要および載荷方法

本研究では図-1に示す腐食領域を断面修復の対象とし、はり軸方向に2分割、奥行き方向に2分割の計4分割で断面修復を行った。補修の際に、図-2に示す位置にひずみゲージを貼付し、プレストレス力の再分配に伴うコンクリートの変形量を計測した。なお、補修後の断面においてもひずみゲージを貼付した。また、補修材にはポリアクリル酸エステル(PAE)系ポリマーセメントモルタルを用いた。

載荷は、等曲げ区間長300mm、支点間長2000mmの単純支持・2点集中載荷の荷重制御による曲げ載荷とし、計測項目は、載荷荷重、中央・支点変位、コンクリートのひずみである。載荷試験終了後、試験体からはつり出した鋼材は、10%濃度のクエン酸水素二アンモニウム水溶液に24時間浸漬させ、腐食生成物を除去した後に質量を計測した。質量減少率の測定は、腐食区間(1900mm)を6等分(両端部のみ350mm)に切断して実施した。

表-1 実験パラメータおよび実験結果

試験体名	断面修復の有無	最大腐食率(%)	圧縮強度(N/mm ²)		弾性係数(kN/mm ²)		P _{cr} ^{※2} (kN)	P _u ^{※3} (kN)	破壊モード
			既設部	補修部	既設部	補修部			
N	無し	—	55.7	—	40.9	—	8.69	23.6	曲げ引張破壊
C-0y	無し	13.6(7.2 ^{※1})	67.5	—	36.5	—	7.34	20.7	鋼材破断
P-0y	有り	8.9	70.1	50.3	41.4	21.1	4.50	11.9	—

※1 破断箇所における腐食率 ※2 P_{cr} : 曲げひび割れ発生荷重 ※3 P_u : 最大荷重

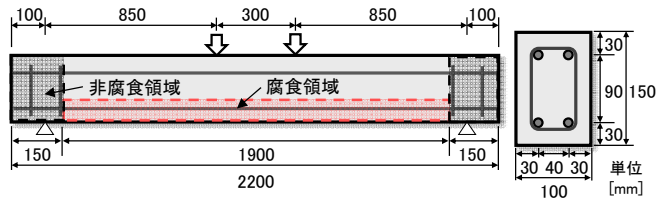


図-1 試験体形状

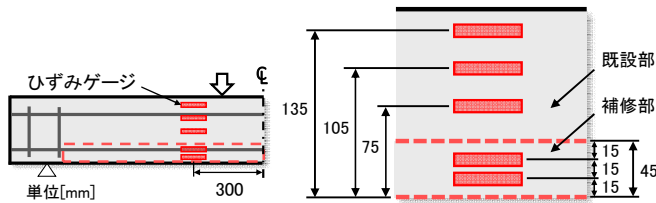


図-2 ひずみゲージ貼付け位置

キーワード PC 部材, 鋼材腐食, 断面修復, 耐荷性能

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-46-6000

3. 実験結果

3.1 断面修復結果

図-3 にコンクリート断面におけるプレストレス力導入時と断面修復後のひずみ分布を示す。プレストレス力導入時には断面内の圧縮ひずみは 149μ と一様に作用していたが、断面修復後では、断面はつりに伴うプレストレス力の再分配により、既設部の上縁で -40μ 、下縁で 137μ となった。また、補修部の上縁で 61μ 、下縁で 75μ となり、補修部においてもプレストレス力の再分配が生じた。このことから、断面修復の際に、一度にはつり出す場合では補修部のプレストレス力は解放され無応力状態となるが、段階的なはつり出しで断面修復を行うことによって、補修部の断面はつりに伴うプレストレス力の減少を抑制できることが示された。

3.2 曲げ載荷結果

表-1 に曲げ載荷結果の一覧を、図-4 に荷重と中央変位の関係を示す。なお、図中に示す破線は曲げ耐力の計算値であり、C-0y 試験体では破断箇所における腐食率で算出している。破壊モードは N 試験体の場合には曲げ引張破壊となったが、C-0y 試験体では破壊モードが鋼材破断に移行した。また、P-0y 試験体に関しては、載荷の際に破断音のようなものを確認したことから、破壊モードを鋼材破断とし載荷を終了したが、その後の鋼材のはつり出しの際に鋼材破断が確認できなかったため、破壊モードおよび最大耐力の特定には至らなかった。

図-4 により、全ての試験体において初期剛性が概ね同程度の結果となった。これは、本実験における腐食性状が、図-1 に示す腐食領域と非腐食領域との境界面におけるマクロセル腐食による腐食が卓越しており、腐食範囲が限られていることから、付着劣化の範囲も比較的小さく、既往の研究で指摘されているように、付着劣化の範囲が小さい場合では部材全体の剛性に及ぼす影響は小さいことが考えられる²⁾。

また、鋼材腐食に伴い、曲げひび割れ発生荷重および曲げ耐力がともに低下し、断面修復の適用によっても、曲げひび割れ発生荷重が低下した。断面修復による曲げひび割れ発生荷重の低下に関しては、断面修復の断面はつりに伴う残存プレストレス力の減少、段階的な断面修復による補修部での継ぎ目、補修材の材料強度といった影響によるものと考えられる。このことから、PC部材において断面修復を適用する際は、図-5 に示すように、補修直後の耐荷性能の低下を考慮する必要がある。さらに

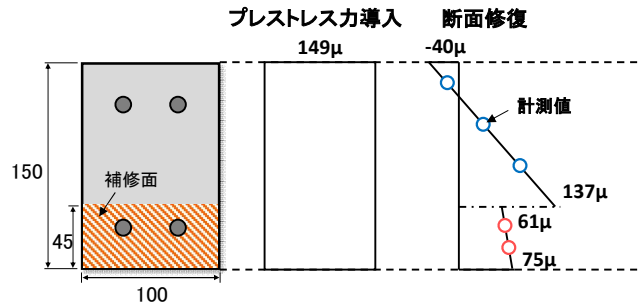


図-3 コンクリート断面のひずみ分布

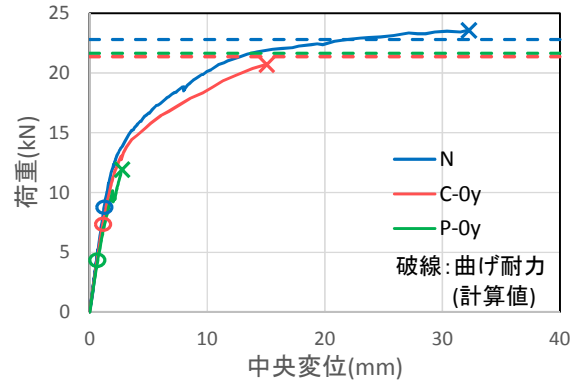


図-4 荷重-中央変位関係

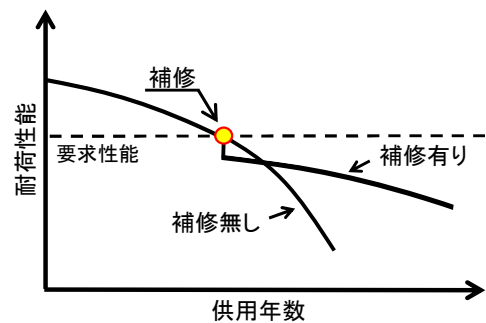


図-5 補修の概念図

は、時間の経過に伴うクリープ・収縮による追加的な性能低下についても考慮する必要がある。

4. 結論

- (1) 段階的な断面修復を適用することで、補修断面においてもプレストレス力の再分配が生じ、断面はつりに伴うプレストレス力の減少を抑制できることが示された。
- (2) PC部材において断面修復を適用する際は、補修直後における耐荷性能の低下と、時間経過に伴うクリープ・収縮の影響も考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 III, 日本道路協会, 2002
- 2) 加藤絵万ら: 局所的に生じた鉄筋腐食が RC 梁の構造性能に及ぼす影響, 港湾空港技術研究所報告, 第 47 巻, 第 1 号, pp.57-82, 2008