

京都大学 学生会員 ○長谷川 達彦 京都大学 正会員 山本 貴士
京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

プレテンション方式 PC のプレストレスは、PC 鋼材とコンクリートの付着により維持されているが、PC 鋼材が腐食した状態の付着特性に関する研究は十分ではない。そこで、本研究では PC 鋼より線が腐食した場合の付着特性の変化を引抜き試験をもとに明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2. 1 供試体

供試体の形状・寸法を図-1 に示す。供試体は幅×高さ×全長(付着長)=200×300×550(500)mm とし、引抜き対象の PC 鋼材としてφ12.7mm の 7 本より PC 鋼より線 (SWPR7B) を四隅にかぶりが 30mm となるように配置した。コンクリートの目標配合強度は 35N/mm² とした。

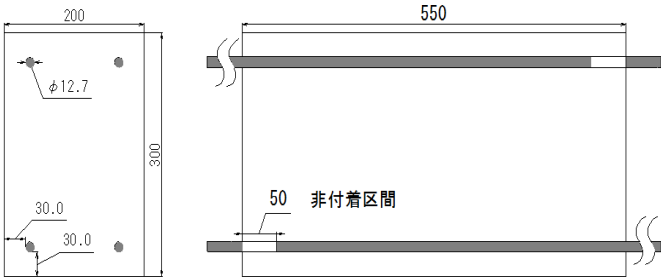


図-1 供試体の寸法・形状 (単位 mm)

2. 2 実験要因、引抜き試験方法および測定項目

PC 鋼材の腐食量が、コンクリートと鋼材の付着に与える影響を検討するために、腐食量を実験要因とした。目標腐食量として 0%, 3%, 10% を設定し、腐食を電食により模擬した。以下では、目標腐食量 0%, 3%, 10% を、それぞれ腐食 Lv. 0, 腐食 Lv. 1, 腐食 Lv. 2 と呼ぶ。引抜き装置の概要を図-2 に示す。PC 鋼より線をセンターホール型油圧ジャッキに通し、PC 鋼より線の端部にくさび定着具を取り付けることで引抜き力を与えた。供試体に傾きが生じないように、鉛直方向、側面方向、水平方向を拘束した。荷重は荷重端変位で制御し、0.01mm 毎に計測しながら変位を増加させた。測定項目は荷重、荷重端変位、自由端変位、PC 鋼材ひずみとした。ひずみゲージの貼り付け位置を図-3 に示す。荷重試験終了後、供試体から PC 鋼より線を取り出し、JCI-SC1 法に基づき除錆を行った後、電食区間の PC 鋼より線の質量を測定した。

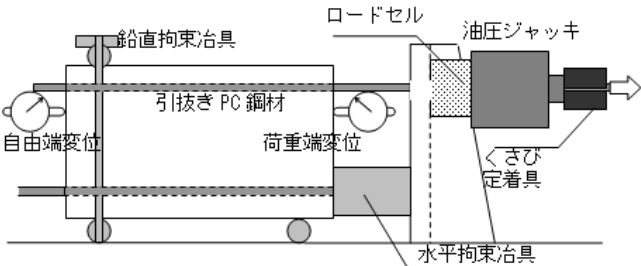


図-2 引抜き装置

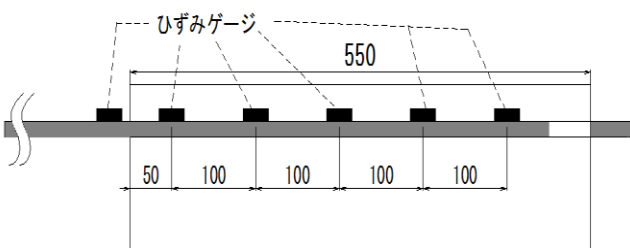


図-3 ひずみゲージ貼り付け位置 単位 (mm)

3. 実験結果および考察

3. 1 腐食量測定および引抜き装置試験結果

腐食量および引抜き装置試験結果を表-1 に示す。1 供試体につき 4 本の PC 鋼材に引抜き試験を行ったが、2 本目以降の試験結果が、それまでの引抜き試験に伴うコンクリートの割裂破壊の影響を受けている場合もあったため、ここでは 1 本目(底面

表-1 腐食量および引抜き試験結果

腐食Lv.	ひび割れ幅 (mm)	腐食量 (%)	最大荷重 (kN)	最大付着強度 (N/mm ²)
0	0.00	0.00	74.6	3.74
1	0.20	4.29	59.4	2.98
2	0.70	5.85	39.3	1.97

側)の結果を代表として扱った。平均付着強度は、得られた荷重の最大値を付着区間の鉄筋表面積で除した区間平均の最大付着応力とし、以降、付着強度と呼ぶ。破壊形式は全て付着割裂破壊であった。載荷終了時は、最大荷重以降で荷重がおおむね一定値となった時点とした。

付着応力 - 自由端変位を図-4 に示す。また、試験前後の供試体の様子を写真-1 に示す。腐食レベルが大きいほど付着強度が小さくなっていることが確認できる。腐食ひび割れが発生している供試体に対し引抜き試験を行った場合、全ての供試体であらかじめ存在する腐食ひび割れが拡大するとともに、この腐食ひび割れを起点として割裂ひび割れが進展することで、コンクリート塊の剥離に至る傾向が見られた。これは PC 鋼より線に作用する引抜き力に抵抗する付着力によるコンクリートの変形が、腐食ひび割れ部分に集中することでひび割れが拡大、進展し、コンクリートの剥離をとまなう付着割裂破壊を起こしたものと考えられる。このとき、腐食レベルが大きく、腐食ひび割れ幅の大きいものでひび割れ部の変形が容易に進行するため、腐食レベルの大きいものほど付着強度が小さくなったと考えられる。

3. 2 局所付着応力 - すべり関係

引抜き試験で得られた鋼材のひずみ分布から、付着の基礎方程式で、コンクリートの変形を無視して局所付着応力 τ (N/mm²) と局所すべり量 s (mm) との関係を求めた。¹⁾なお、引抜き荷重が最大値付近になると供試体の破壊が進行し、ひずみゲージが正常に機能していない可能性があったため、引抜き荷重が最大値に至るまでの段階について検討した。

局所 τ - s 関係を図-5 に示す。局所 τ - s 関係の傾きは、腐食したものの方が大きくなった。傾きが大きいほど付着剛性が大きく、健全よりも腐食した PC 鋼より線の方が、同じすべり量に対する付着抵抗が大きいと言える。引抜き力を与えると PC 鋼より線の「より」が絞られることで断面積が小さくなり、健全では付着抵抗が小さくなったと考えられる。これに対し、腐食すると鋼材自体の断面積は小さくなるが、腐食生成物の膨張に対する周囲のコンクリートの拘束が得られる段階、今回の腐食ひび割れ幅 1mm 未満の腐食状態であれば健全より付着抵抗が大きくなり、「より」の絞りに伴うすべりの増加が軽減され、付着剛性が大きく現れたものと考えられる。

4. 結論

- (1) 腐食量が多い PC 鋼材ほど、付着強度が低下した。
- (2) 引抜き荷重が最大値に至るまでの範囲では、健全よりも腐食した PC 鋼より線の方が付着剛性が大きい傾向があった。

参考文献

- 1) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編]，丸善

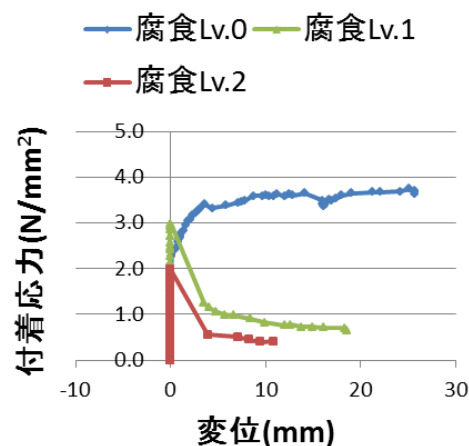


図-4 付着応力 - 自由端変位

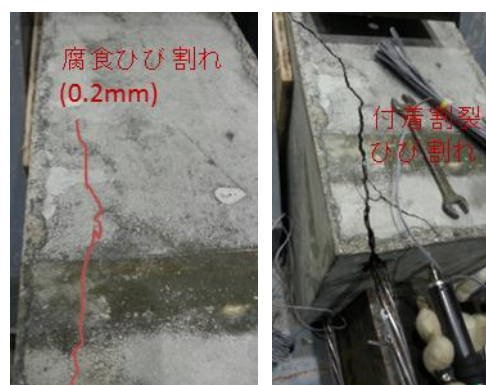


写真-1 試験前後の供試体の様子

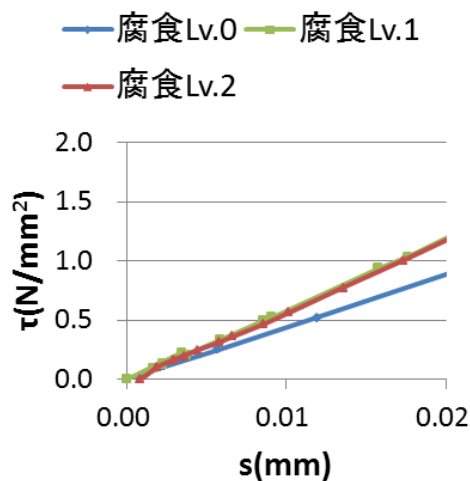


図-5 局所 τ - s 関係