

# 塩害を受けたPC鋼材の腐食性状と伸び性能

建設省土木研究所 正会員 木村哲士  
 建設省土木研究所 正会員 河野広隆  
 建設省土木研究所 正会員 田中良樹

## 1. まえがき

塩害を受けた既設のPC橋の補修，補強，架替を検討する際，残存耐力がどれくらいあるのかを知ることが要求される。しかし，損傷を受けた構造物の残存耐荷力を適切に評価することは難しいのが現状である。本研究室がこれまでにに行った実験[1]において，塩害PC桁から採取したPC鋼材は，見た目の腐食の程度が小さくても伸びが著しく低下するものがみられた。この塩害PC桁の曲げ試験では，鋼材伸びの低下に起因して低い靱性でPC鋼材が破断し，終局に至った。塩害PC桁の耐荷力を適切に評価するためには，残存PC鋼材の腐食の程度と機械的性質を把握しておく必要がある。腐食したPC鋼材に関する報告には，質量減少率と引張強度，のびを比較したもの[2]がある。しかし，腐食程度と鋼材ののび低下について定量的に比較した文献はまだ少ない状況であり，明確な見解が得られていない。

今回，新たに海岸部で34年間供用されたポストテンションPC桁（BBRV形式）から種々の腐食程度のPC鋼材を採取し，PC鋼材の腐食性状，および腐食レベルと機械的性質の関係を明確にするために実験を行った。

## 2. 実験方法

鋼線を採取に先立ち，桁をワイヤーソーで切断し，ブロック化した。ブロック状の桁から橋軸方向にコアボーリングを行い，コンクリート，シースとともに鋼線を採取した。シースまでの最小かぶり厚は60～110mmの範囲であった。コア分解時に，PC鋼線束内のグラウトを採取し，塩分量(Cl-kg/m<sup>3</sup>)をJCI-SC4に準じて測定した。(初期塩分量は0.01～0.4 Cl-kg/m<sup>3</sup>であった)鋼線は，5のSWPR1A相当品で，44本が1シースに入っていた。1シースの10～40本について10%クエン酸2アンモニウム溶液中で20分間煮沸し，錆を除去した。除錆した後，質量を1mgまで計量し，(1)式で質量減少率を計算した。

$$\text{質量減少率} = (W_c - W_s) / W_s (\%) \cdot (1)$$






Ws：腐食前の鋼線質量 ただし，線径(5mm)と実測の鋼線長から計算した。

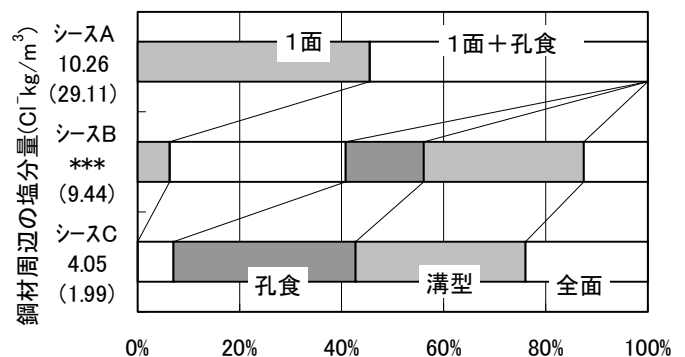
線径の実測値は5±0.02mm

Wc：腐食後の鋼線質量

除錆した鋼線のうち100本の鋼線について，JIS Z 2241に従い，引張試験を行った。評点間は100mmとし，伸びは破断まで測定した。

表-1 PC鋼線断面形状の分類

形状	分類	分類基準
	孔食	一般的に孔の径より孔の深さが大きいものをいうがここでは孔状に見えるものを孔食とした。
	1面	ある1方向から腐食していると思われるもの
	1面+孔食	上記に孔状の腐食がみられるもの
	溝型	鋼材長手方向に溝状の腐食が認められるもの
	全面	上記以外で全面的に腐食が認められるもの



注：( )内は平均質量減少率を示す。

\*\*\*は未計測

図-1 腐食断面形状の分布

キーワード：PC鋼材，引張試験，腐食，のび，塩分量

建設省土木研究所コンクリート研究室 つくば市旭1 TEL0298-64-4895 FAX0298-64-4464

### 3. 実験結果

#### 3.1 鋼線の腐食断面形状

腐食断面の形状を、表-1に示すとおり分類した。1シース内での腐食断面形状の構成比を図-1に示す。シースA, シースB付近のコンクリートは、鋼線の腐食により大きなひび割れが生じていた。また、シースCは、0.2mm以下のひび割れが生じていた。これをみると塩分量が小さいときには孔食や溝型の腐食が多い。塩分量が多くなるとひび割れが拡大し、1面からの腐食が多くなることがわかる。

#### 3.2 鋼材周辺の塩分量と質量減少率の関係

鋼材周辺の塩分量と質量減少率の関係を図-2に示す。束ごとの平均でみると、塩分量が多くなると質量減少率が大きくなることが確認できる。素線のデータがばらついてるのは、個々の素線に対応する塩分量が得られていないためである。各鋼線の質量減少率の分布を図-3に示す。この図から、塩分量が多くなるに従って、腐食した鋼線が増加し、腐食の程度も著しくなることがわかる。

#### 3.3 伸びの低下

質量減少率と伸びの残存率の関係を図-4に示す。伸び残存率は、健全な鋼線の伸びを1としたときの伸び実測値の比である。この図より、質量減少率が大きくなると伸びが低下することがわかる。質量減少率1~2%の間で、伸び残存率は0.15から0.9程度まで幅があり、この間で著しく低下している。なかでも孔食したものは、伸びが著しく低下していた。図-1のシースCを例に見ると、塩分量4(Cl<sup>-</sup>kg/m<sup>3</sup>)程度で、既に孔食したものが約3割を占めており、鋼線の伸びは著しく低下していたことが伺える。ちなみに、引張強度の残存率は、孔食したものを除くと質量減少率と比例関係にあり、質量減少率10%で引張強度残存率は80%程度であった。特に孔食が著しかった素線(1本)については、著しい低下があった。

### 4. まとめ

- (1) 1シース内の腐食断面形状の分布および、各PC素線の質量減少率は、塩分量やひび割れの程度によって違うことが確認できた。
- (2) 鋼線の伸びは、質量減少率1~2%の範囲で著しく低下していた。特に孔食があると伸びの低下が著しい。塩分量4(Cl<sup>-</sup>kg/m<sup>3</sup>)程度で既にこのような孔食が多く見られた。

### 5. 今後の課題

質量減少率の分布を利用することにより、塩分量から鋼線の腐食程度を推定したいと考えている。

謝辞：試験片の採取には、建設省酒田工事事務所、同鶴岡国道維持出張所の協力を得た。この場を借りて関係各位に深く感謝いたします。

#### 参考文献：

- [1] 田中ら：塩害を受けたプレテンションPC桁の耐荷性状，コンクリート工学年次論文報告集，21-3，pp.973-978，1999
- [2] 大西ら：腐食PC鋼材の表面凹凸がその強度に与える影響，鋼構造年次論文報告集，第7巻，pp.203-208，1999

