

V-257 腐食損傷を有するRC橋の残存耐力に対する一考察

北海道大学工学部 正員 佐伯 昇

北海道大学工学部 正員 志村和紀

北海道工業大学 正員 堀口 敬

1. まえがき

沿岸コンクリート構造物において、10数年から20数年経過する構造物が多くなるにつれて、塩害による鉄筋の腐食損傷が見られるようになった。かぶりコンクリートの低品質あるいは厚さの不十分さなどが原因で、外部から塩分が浸透し鉄筋を腐食させ、錆の膨張圧によって鉄筋に沿ってひびわれが発生したり、剥離する損傷が起こる。本研究ではこのような腐食損傷を受けたRC橋の残存耐力を推定しようとした試みで、促進試験によって縦ひびわれを発生させたRC部材に動的载荷を行い、疲労寿命を求めたものである。ただし、この寿命はその時点で補修などを行い、以後鉄筋に腐食損傷を受けない状態の寿命に対応していると考えられる。

2. 実験方法

かぶりコンクリートに主鉄筋の腐食による縦ひびわれが発生した状態における動的残存耐力を曲げ疲労試験により求める。実橋による縦ひびわれの状況を写真-1に示す。実験では鉄筋はSD35を用い鉄筋径をD10, D16, D22の3種に変化させた。主鉄筋にD10を1本用いた場合の供試体寸法は $10 \times 10 \times 40$ cmでかぶり3cm、純曲げ区間を10cmとし、それ以外の部分の鉄筋は防食塗装をほどこし、促進試験により純曲げ区間のみ腐食させた。主鉄筋にそれぞれD16, D22を1本用いた場合の供試体寸法は $10 \times 20 \times 150$ cmでかぶり4cm、純曲げ区間40cmとし、他の部分は防食した。鉄筋の諸元を表-1に示す。

表-1 鉄筋諸元

	断面積 cm ²	降伏点 kgf/cm ²	引張強さ kgf/cm ²
D10	0.713	3622	5236
D16	1.91	3765	5536
D22	3.72	3799	5720



写真-1 縦ひびわれ発生したRC橋

腐食の促進試験は深さ1cmの海水を張ったプールに供試体を入れ直流電流を流して強制的に主鉄筋を腐食させた。腐食の程度はかぶりコンクリートに腐食による縦ひびわれが発生した時点とした。この状態において曲げ疲労試験を行い、鉄筋の応力レベルを変化させて、疲労破壊を起こすサイクル数からS-N曲線を求めた。また、これとは別に腐食損傷の無い桁について疲労試験を行い、主鉄筋の腐食の有無による比較を行った。写真-2に縦ひびわれ発生後の部材のX線写真を示す。ブリージングの影響を受けた鉄筋下面の横リブに損傷が見られる。わずかな鉄筋腐食で縦ひびわれが生じている。

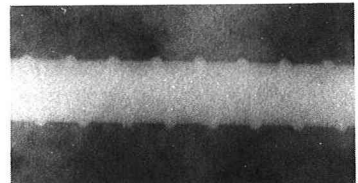
3. 動的残存耐力

図-1にD10の場合の主鉄筋の腐食の有無によるS-N曲線を示した。主鉄筋に腐食損傷の無い場合の応力 f_{so} に対する腐食損傷がある場合の応力 f_s の比を f_s/f_{so} とすると最小2乗法により残存疲労回数 N_r は次式のようになる。

$$N_r = 2.61 \times 10^4 (f_{so}/f_s)^{5.61} \dots (1)$$

実構造物に対し適用するには f_{so} として土木学会コンクリート標準

腐食しないもの



腐食したもの

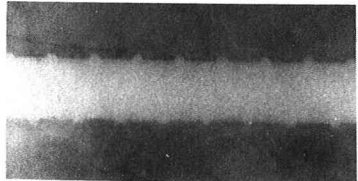


写真-2 部材中の鉄筋のX線写真

示方書などにある疲労耐力を用いることができる。

$$f_{so} = 1900 \cdot 10^{-\alpha} N_0^{-0.12}$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

$$\alpha = 0.82 - 0.003 \phi$$

ϕ は鉄筋径 (mm)

N_0 はこれまで構造物にかかった繰返し回数（完全片振りに換算）、 f_s は以後構造物にかかる鉄筋応力（完全片振りに換算）、 f_s/f_{so} が 0.52 程度であれば以後約 100 万回の疲労に耐えることになる。

図-2 に D16 の場合の S-N 曲線を示した。これから残存疲労回数を求める

$$N_r = 7.98 \times 10^4 (f_{so}/f_s)^{6.38}$$

$$\dots\dots\dots (3)$$

f_s/f_{so} が 0.67 程度で以後約 100 万回耐えることができる。

図-3 に D22 の場合の S-N 曲線を示した。 N_r は次式のようになる。

$$N_r = 1.23 \times 10^4 (f_{so}/f_s)^{33.64}$$

$$\dots\dots\dots (4)$$

以後 100 万回に耐えるには f_s/f_{so} は 0.87 程度であることが必要となる。

(1)、(3)、(4) 式から腐食疲労に対しては主鉄筋の径が小さい程厳しくなることがわかる。以上の式を用いることにより、残存疲労耐力を推定することが可能である。

4. まとめ

実験の本数や条件が狭いので、さらに実験が必要であるが、限られた実験から次のようなことが言える。

- (1) 鉄筋径が比較的小さいほど、腐食を受けた RC 桁の残存寿命は厳しくなる傾向にある。
- (2) RC 桁の塩害の徴候である縦ひびわれ発生は軽い腐食状態で起こっている。
- (3) 鉄筋の腐食損傷を受けているコンクリート橋に対して疲労寿命を考慮して管理する必要がある。

謝辞：本実験を行うにあたり矢野浩司氏、利倉亮一氏の協力を受けましたことに対して感謝の意を表します。

なお本研究には文部省科学研究費補助金が授与されました。

参考文献：N.Saeki, Y.Fujita, N.Takada and T.Ota, "Control of Rust Damage of Reinforced Concrete in a Corrosive Environment", ACI, ST109, 1988, p.p.163~177

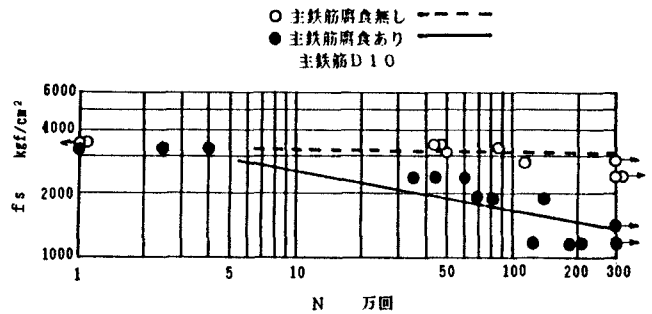


図-1 S-N曲線 (D10)

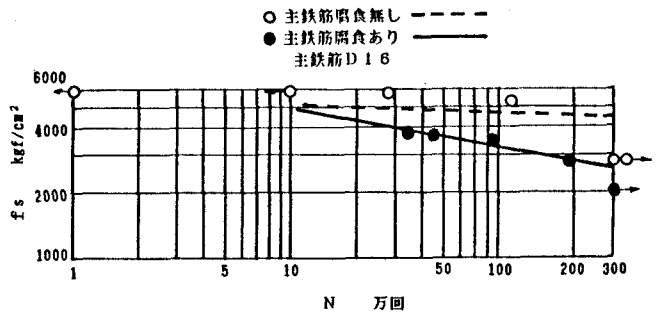


図-2 S-N曲線 (D16)

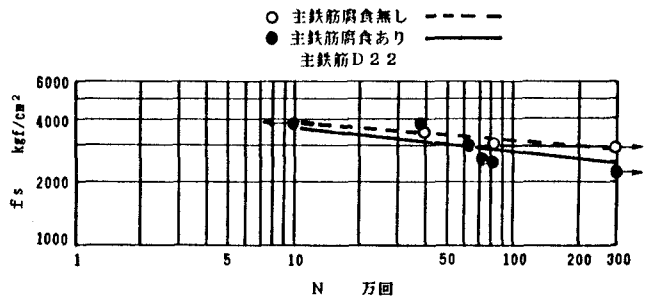


図-3 S-N曲線 (D22)