

電食により鉄筋を腐食させた鉄筋コンクリート梁の疲労性状

鉄道総研 正会員○大屋戸理明

鉄道総研 正会員 長谷川雅志

鉄道総研 正会員 佐藤 勉

1. はじめに

鉄筋が腐食したコンクリート部材の疲労性状については、これまでのところ研究実施例が少ない。本研究では、経年により劣化した構造物の健全度診断基準の作成を目的とし、疲労に対する実験研究を行ったので、その結果と考察を述べる。

2. 試験の概要

本研究では、過去の研究¹⁾に用いた試験体と同じ形状・寸法の曲げ破壊型梁部材10体を使用した。試験体の形状寸法を図1に示す。軸方向鉄筋のかぶりは20mmとした。試験体の計画を表1に示す。鉄筋の腐食程度、想定繰返し回数および引張鉄筋の径をパラメータとした。

試験体は、経年による腐食を模擬するため、電食により鉄筋を促進劣化させた(図2)。試験体を電食槽内に設置し、3%塩水を試験体上面から2cm下がりの高さまで満たしたうえ、定電流電源に接続した。

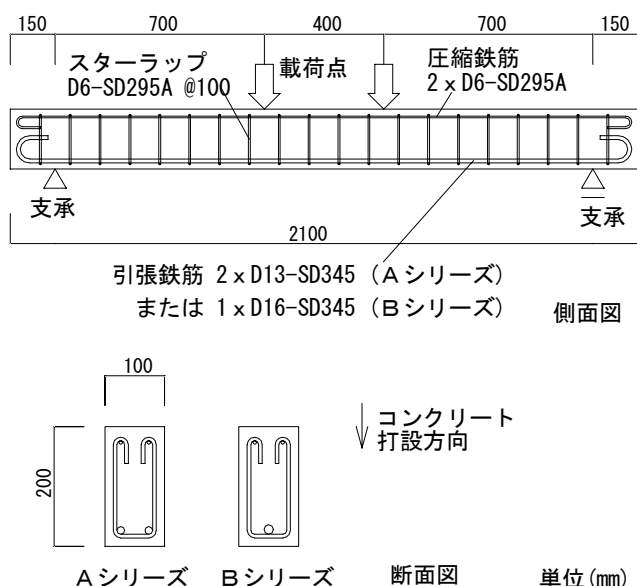


図1 試験体の形状寸法

また、腐食程度をパラメータとするため、鉄筋の単位表面積あたりの積算電流量(以下単に積算電流量と呼ぶ)が表1の値になるよう、通電量と電食期間を監視・制御した。

載荷試験では、図1に示す位置を載荷点・支承位置とし、疲労試験機による繰返し載荷を実施した。載荷の下限荷重は、過去の研究¹⁾と同様に、計算により求まる引張鉄筋の応力度(腐食による断面減少を考慮しない)で49N/mm²とした。周波数は1~2Hzとし、波形はsin波とした。また、計測値の変動を確認するため、あらかじめ設定した繰返し回数に達した時点で静的載荷を実施した。

疲労試験終了後、引張鉄筋の腐食程度を確認する

表1 試験体の計画

シリーズ	引張鉄筋	想定繰返し回数	積算電流量*			
			0	0.35	0.84	1.33
A	D13	200万回			3m-9	
		50万回	3h-5	3s-5	3m-5	3t-5
		15万回			3m-1	
B	D16	50万回	6h-5	6s-5	6m-5	6t-5

*積算電流量は鉄筋の単位表面積あたりの値 (A・h/cm²)

試験体名称の説明

A B - C

└─想定繰返し回数

1=15万回、5=50万回、9=200万回

└─腐食程度

h=腐食なし、s=程度小、m=程度中、t=程度大

└─引張鉄筋の径 (3=D13、6=D16)

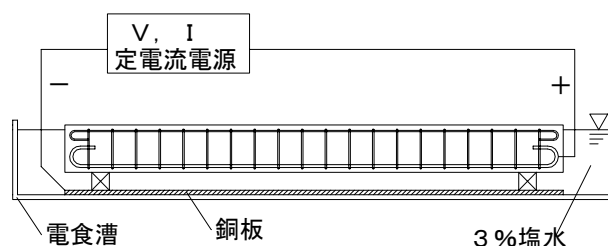


図2 電食による促進劣化方法

キーワード：鉄筋腐食、電食、疲労、疲労強度

連絡先：〒185-8540 国分寺市光町2-8-38

電話：042-573-7281 FAX：042-573-7282

ため、試験体からはつり出した引張鉄筋（端部フックを含む全区間）をクエン酸二アンモニウム溶液に浸漬し、除錆した後に重量を計測して、引張鉄筋の腐食による重量減少分を求めた。

3. 疲労試験結果

疲労強度実験値 f_{sre} （疲労試験における引張鉄筋の応力振幅）と繰り返し回数 N の関係（S-N曲線）を図3に示す。図中、繰り返し回数と疲労強度算定値²⁾との関係を実線で、設計値³⁾との関係を破線で示す。実験値、算定値、設計値とも、腐食による断面減少を考慮していない。図より、鉄筋の腐食により疲労強度が低下し、積算電流量の大きい一部の試験体は設計値を下回っていることが確認できる。

鉄筋の腐食程度を表す指標として引張鉄筋の重量減少率 c （引張鉄筋の腐食による重量減少分の、健全な鉄筋の重量に対する比）を用い、疲労強度残存率 f_{sre}/f_{sr} （疲労強度実験値 f_{sre} の算定値²⁾ f_{sr} に対する比）と比較して図4に示す。この図からは、重量減少率の増加に伴い疲労強度残存率の低下が確認でき、その関係は式(1)で概ね評価できる。

$$f_{sre}/f_{sr} = -2.0c + 1.0 \quad \cdots(1)$$

なお、ここで腐食程度の指標として用いた重量減少

率とは、実構造物の検査への適用を考えて以下のような定義を定めて求めている。

- (1)健全な鉄筋に対して除錆処理を行うと、黒皮等の表層部も除去されて重量減少が生じる。これを控除するには既存の構造物に使われた健全な鉄筋を入手し検査する必要があるため現実的でないため、除錆処理で除去される黒皮等を重量減少に含めることとする。
- (2)引張鉄筋が複数ある場合、重量減少率は検査した複数の鉄筋の平均値を使用する。これは、本質的には疲労強度は最も腐食の著しい鉄筋で決まるものの、実構造物においてそのような鉄筋を見つけだすことは困難であり、部材全体の平均的な重量減少率を評価指標とするほうが現実的としたためである。

4. まとめ

電食により鉄筋を促進劣化させたコンクリート部材を使用して、疲労試験および鉄筋の腐食調査を行った。その結果からは、重量減少率を鉄筋の腐食程度の指標として、部材の疲労強度残存率を概ね評価できることが確認できた。今後、より詳細な分析と実構造物の診断への適用性を検討する予定である。

なお、本研究は、運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」によるものである。

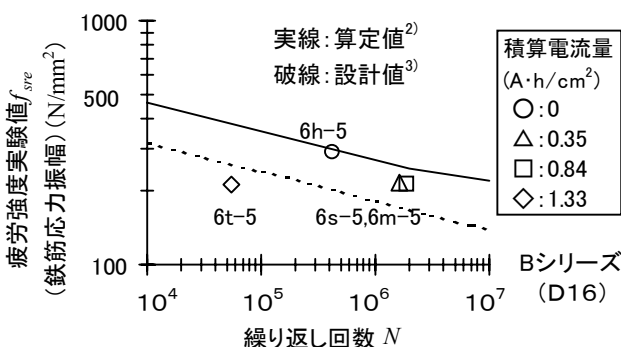
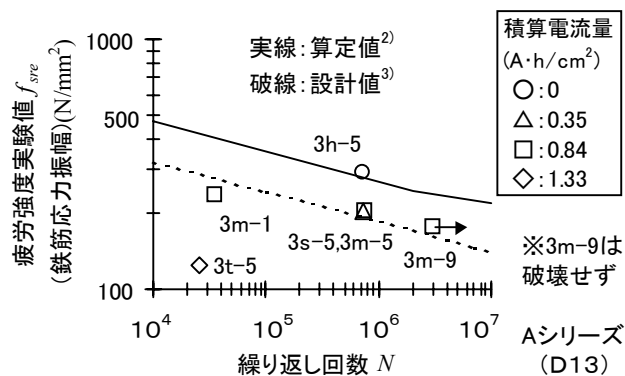


図3 S-N曲線

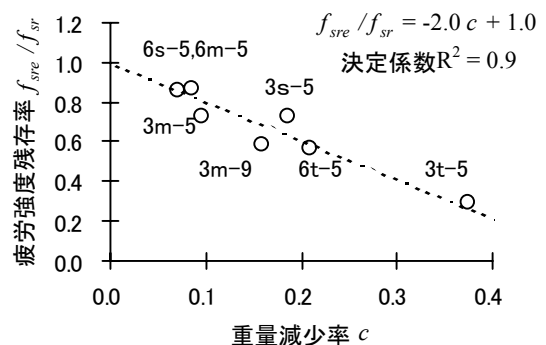


図4 重量減少率と疲労強度残存率の関係

謝 辞

本研究を実施するにあたり御協力・御指導を頂いた、(株)間組技術研究所村上祐治氏と、日本コンサルタント(株)大沢勉氏に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 山住克巳、宮本征夫、佐藤勉：鉄筋を腐食させたRCはりの劣化状態と耐力について、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.12、No.1、pp.557～562、1990.6
- 2) 二羽淳一郎、前田昭一、岡村甫：異形鉄筋の疲労強度算定式、土木学会論文集、第354号、V-2、pp.73～79、1985.2
- 3) 運輸省鉄道局監修・鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、pp.123～130、1999.10