

実構造物から採取した腐食鉄筋の疲労性状

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 大屋戸理明
西日本旅客鉄道(株) 泉並 良二
西日本旅客鉄道(株) 木村 元哉

1. はじめに

鉄筋の腐食は、進行すると断面欠損を生じ、構造物の耐力を低下させるが、疲労の影響を受ける場合は、鉄筋の疲労強度の低下が問題となる。そこで本研究では、コンクリートの中性化と塩化物イオンの存在が原因で鉄筋の腐食を生じたと考えられる構造物を対象に、鉄筋を採取し疲労試験を行い、その結果をもとに、実構造物の腐食した鉄筋の疲労強度を現場の計測から簡易に推定する方法について検討した。

2. 調査対象構造物

調査対象構造物は、中国地方の瀬戸内海側に位置する経年 25～30 年のほぼ同時期に建設された鉄道ラーメン高架橋である。外観調査より、比較的コンクリートの剥落が著しく、鉄筋の腐食が進行していると思われる高架橋 18 箇所を選定しその中間スラブ下面を対象とした。対象部材は、コンクリートの中性化深さが平均 26mm、鉄筋までの中性化残りは平均 5mm であり、中性化が進行している。また、鉄筋近傍のコンクリート中に含まれる塩化物イオン量は平均 1.3kg/m^3 である。いずれの高架橋も、飛来塩分の影響はないと考えられることから、建設当初から塩化物イオンが比較的多く含まれていたものと考えられる。

3. 疲労試験

対象高架橋の中間スラブ下面に配置された、断面欠損が比較的大きい鉄筋を試験の対象とし、かぶりコンクリートをはつり落として各高架橋 1 本ずつ切断し採取した。鉄筋は D16 および D19 で、それぞれ 9 本ずつ合計 18 本を採取した。採取した鉄筋は、クエン酸 2 アンモニウム水溶液に約 24 時間浸漬して腐食生成物を除去した後、試験片の質量等を測定し、表 1 に示す条件で疲労試験を行った。荷重振幅は、質量減少率を考慮して疲労寿命が 100 万回程度となるよう設定した。

表 1 疲労試験条件

呼び名	最小荷重 (kN)	荷重振幅 (kN)
D19	4.3	57.3～69.9
D16	3.0	29.6～49.5

なお、質量減少率はもとの鉄筋の質量が不明であるため、JIS 規格の単位質量を用いて算定した。

4. 試験結果

図 1 に、鉄筋の疲労試験結果から得られた S - N 線図を示す。図中には二羽らの式¹⁾を併記した。縦軸は見かけの応力振幅であるが、これは、荷重振幅を公称断面積で除した値である。それぞれの鉄筋で腐食程度が異なるため、特に傾向はつかめない。

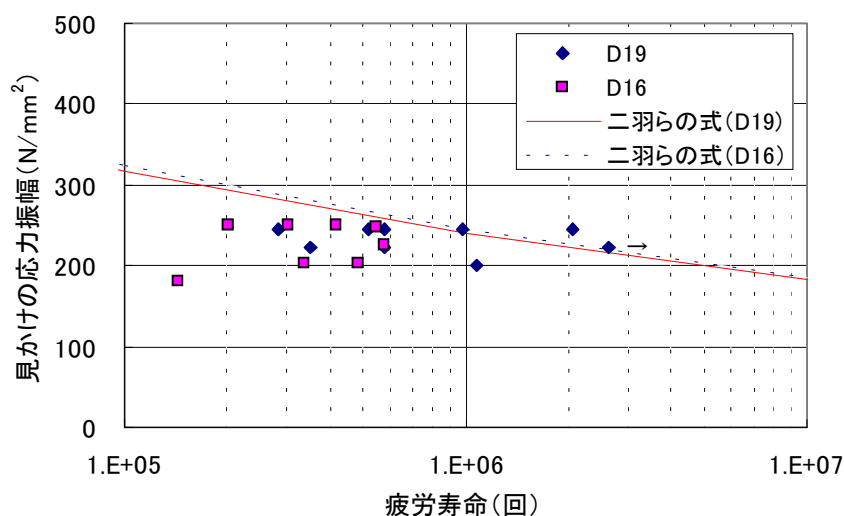


図 1 S - N 線図

図 2 には、質量減少率と疲労強度残存

キーワード：腐食、疲労、維持管理、中性化、塩化物イオン

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 042-573-7281 Fax 042-573-7282

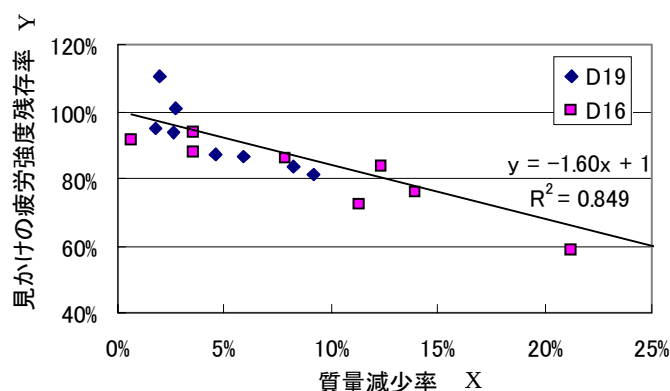


図2 質量減少率と見かけの疲労強度残存率

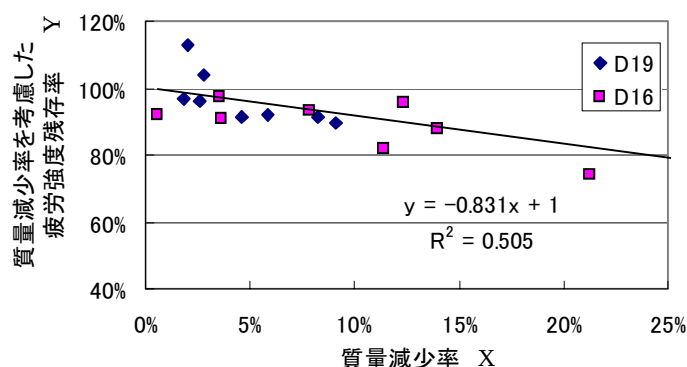


図3 質量減少率を考慮した疲労強度残存率

率の関係を示す。ここで、見かけの疲労強度残存率とは、もとの鉄筋の疲労強度が不明であるため、二羽らの式により求まる値に対する残存率を算定したものである。質量減少率が大きくなるほど、見かけの疲労強度残存率が小さくなる傾向がある。図3には、質量減少率と、質量減少率を考慮した疲労強度残存率との関係を示した。ここで、質量減少率を考慮した疲労強度残存率とは、荷重振幅を、質量減少率分だけ減じた公称断面積で除した値である。図には、D16の回帰式を示した。質量減少率の増加割合よりも、疲労強度残存率の減少割合のほうが大きくなっている。また、対象高架橋の一部より採取した腐食鉄筋の引張試験結果²⁾より得られた質量減少率と引張降伏強度残存率との関係よりも、強度低下割合が大きくなっている。これは、孔食の存在により、応力集中を生じるためと考えられる。

4. 疲労強度の推定方法

実構造物中の鉄筋の疲労強度を推定するため、鉄筋を切断せずに推定する方法を検討する。腐食鉄筋の引張降伏強度推定²⁾と同様に、最小径からの推定を考え、疲労強度残存率の関係を図4に示す。図中には回帰式を、断面欠損の無い部分の最小径測定値で疲労強度残存率が100%となるように補正して示した。これらは比較的高い相関係数を示しており、鉄筋の疲労強度残存率は、本調査で採取された程度の腐食の範囲では、図4の式により概ね推定できるものと考えられる。

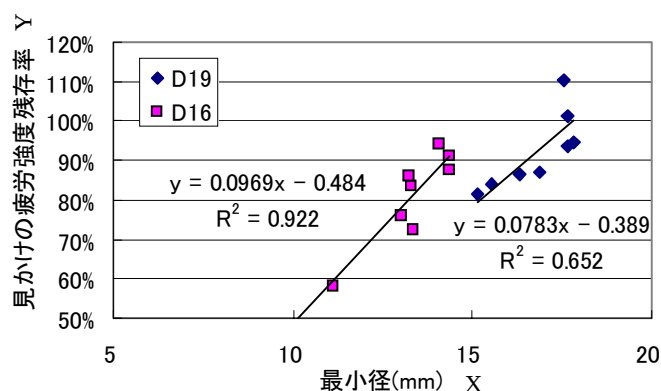


図4 最小径と見かけの疲労強度残存率

4. まとめ

コンクリートの中性化と塩化物イオンの存在が原因で鉄筋の腐食を生じたと考えられる構造物を対象に、鉄筋を採取し疲労試験を行ったところ、以下の結論を得た。

- ・ 腐食した鉄筋の疲労強度の低下割合は質量減少率の増加割合よりも大きい。これは質量減少率が大きくなると孔食深さが大きくなり、応力集中の影響を受けるためと考えられる。
- ・ 腐食した鉄筋の疲労強度残存率は、鉄筋の最小径を測定することにより概ね推定できる。

[参考文献]

- 1) 二羽淳一郎、前田詔一、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、1985
- 2) 柏原茂、谷村幸裕、泉並良二、木村元哉：実構造物における腐食した鉄筋の引張降伏強度推定に関する一考察、土木学会第55回年次学術講演会、2000