

V-273 コンクリート中における鋼材の腐食による引張耐力の経年変化について

早稲田大学 学生員 金子 雄一
 早稲田大学 正会員 関 博
 東京電機大学 正会員 松井 幹人
 東電設計(株) 正会員 松島 学

1. まえがき

最近、コンクリート構造物の劣化および耐久性が大きな問題として取り上げられてゐる。とりわけ塩害による鉄筋やPC鋼材の腐食、アルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化などは、その代表的なものであると思われる。本文では、鋼材腐食が鋼材の引張耐力に及ぼす影響を、経過年数に対応させて、既往の調査結果などを基にして考察した。なお、本文で用いたデータはさん橋の調査結果および海岸附近での曝露試験結果であり、ともに非常に塩害の影響を受け易い環境条件下のデータである。

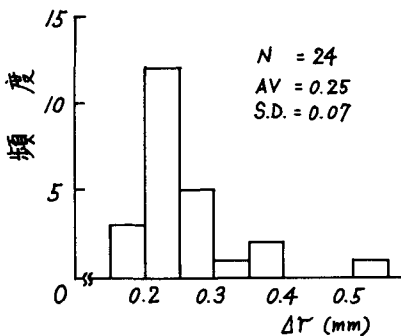
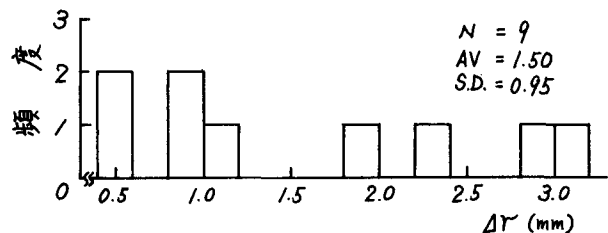
2. 鋼材の劣化

塩害による鋼材の引張耐力の減少については、2つの要因が考えられる。すなわち、①経年による材料的な強度の低下、②腐食による断面積の減少、である。しかし、両者を別々に評価することは困難なので、本文では両者をまとめて断面積の減少として考え、腐食による半径の減少量 Δr を求め、これにより、耐力の低下を評価するものとした。すなわち、腐食前後の耐力の比が、そのまま腐食前後の断面積の比となるとみなして半径を求め、腐食前後の半径の差を Δr とした。この際に腐食前の半径は公称値を用いた。

3. 用いたデータ

用いたデータより計算した Δr の頻度分布を図-1～図-4に示す。図-1は海岸で行なわれた曝露試験結果のデータ¹⁾より求めたもので、経過年数 T は3年、鋼材はPC鋼より線(SWPR2, $\phi 2.9$)である。図-2、図-3は建設後約17年経過したさん橋(RC)の調査結果より求めたもので、図-2はスラブの鉄筋($D13$)、図-3は桁の鉄筋($D25$)のデータよりまとめた。図-4は建設後ほぼ20年を経過したさん橋の調査結果²⁾より求めたもので、鉄筋は $\phi 13$ である。また、材齢約8年における海岸附近での曝露試験結果³⁾についても、平均値($\phi 13$ についてのデータ)が得られているので用いた。なお、図中に示した数字は、 N :データ数、 AV :平均値、 $S.D.$:標準偏差、をそれぞれ示している。

図-1～図-4より、 Δr の分布はおおよそ対数正規分布となるようである。また、年数が大きくなるにつれて、平均値、標準偏差ともに増加する傾向がみられる。しかし、ここで用いたデータでは、種々の条件、すなわち、鋼材の径、材質、応力状態、コンクリートの品質、かぶり厚、などが異なるので、細かな点については、今後さらに検討が必要であると思われる。

図-1 Δr の頻度分布($\phi 2.9, T=3$)図-2 Δr の頻度分布($D13, T=17$)

4. 計算結果

図-5は各データの平均値をプロットし、最小2乗法を用いて曲線を回帰したものである。方法としては、

$$\Delta r = C_0 T^m \quad (1)$$

とし、 C_0 および m の値を種々変化させて、曲線をあてはめた。結果の式は図中に示した。(1)式および $m=1.57$ より鋼材の腐食速度 $\Delta r/\Delta T$ は、

$$\frac{\Delta r}{\Delta T} = C_v T^{0.57} \quad (2)$$

となり、年数のほぼ0.6乗に比例する結果が得られた。これは腐食が発生すると、次第に腐食が進行しやすくなるという知見と符合していると考えられる。

5. まとめ

既往の調査結果などのデータを用いて、腐食環境におけるコンクリート中の鋼材の腐食についてとりまとめたところ、i) Δr の分布はほぼ対数正規分布となる、ii) Δr の値は、平均値、標準偏差とも年々増加してゆく、iii) 腐食速度は年数の約0.6乗に比例する、などの結果が得られた。

しかし、本文で用いたデータは非常に限られたものであり、特に腐食の著しい部分のデータであると考えられるので、一般的な腐食量としては、ここで述べた値よりも小さな値が想定される。また、腐食速度についても、用いたデータは5ケースと少ないので、一般性をもたせるためには、更に検討が必要と考えている。

なお、現場調査結果の一部は、運輸省第五港湾建設局より御提供頂いた。ここに、謹んで感謝の意を表す3次第である。

<参考文献>

- 1) 渡辺明，出光隆，高山俊一：塩分の影響を受けるコンクリート中の鋼材腐食に関する研究、材料 第34巻 第376号、1985年1月
- 2) 関博，堀井義一：建設後20年を経過した鉄筋コンクリートさん橋の劣化状況調査、港湾技研資料 No. 255、1977年3月
- 3) 関博，丸山浩：長期間海水浸漬した鉄筋コンクリートはりのひびわれと内部鉄筋の腐食、港湾技術研究所報告 第12巻 第3号、1973年9月

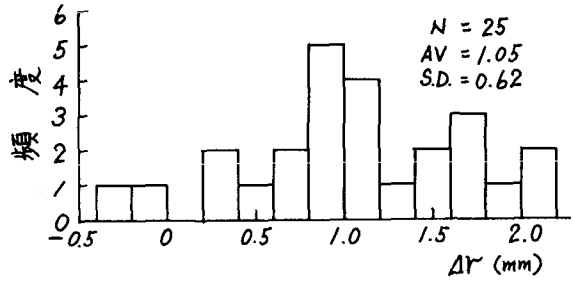


図-3 Δr の頻度分布 (D25, T=17)

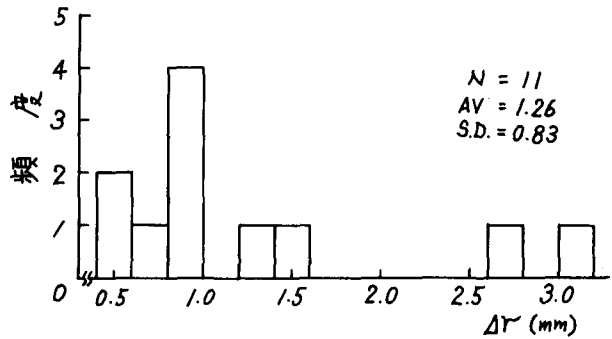


図-4 Δr の頻度分布 (φ13, T=20)

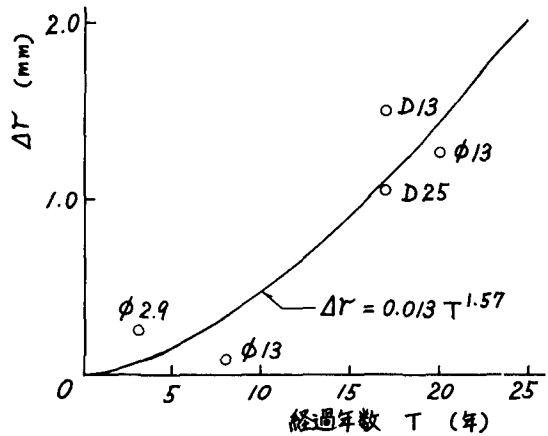


図-5 経過年数 T と Δr との関係