

京都大学 学生員○坂本 洋介 正会員 山本貴士 正会員 服部篤史 フェロー 宮川豊章

## 1. 研究目的

硫酸水溶液による化学的侵食を受けるRCはり部材における、コンクリートおよび鉄筋の劣化進行を把握するとともに、劣化後に曲げ載荷試験を行い、劣化と耐荷性能の関係を得ることを目的とした。

## 2. 実験概要

## (1) 供試体

図1に示すように、幅×高さ×全長=100×200×1,600mmのはり型( $f'_c=33.7\text{N}/\text{mm}^2$ )とした。主筋は2-D13(SD295A)を対称複鉄筋とし、せん断区間には十分な量のスターラップを配した。一部の供試体は、劣化を模擬するため、所定の厚さの底板と凝結遅延剤を用い、かぶりを減ずるとともに、侵食表面を表現するように打設した。なお、主筋、スターラップはいずれも電氣的に接続している。

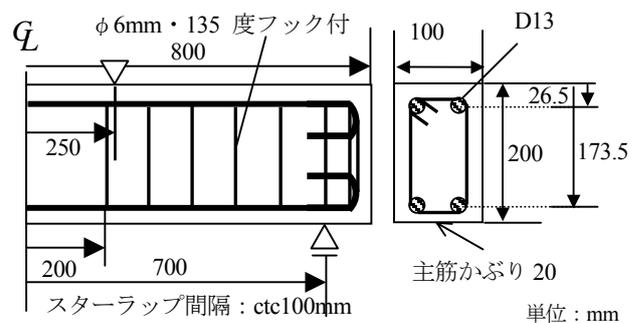


図1 供試体寸法・配筋(健全)および載荷位置

## (2) 劣化レベル

健全、小(主筋に対するかぶり約10mm、進展期を想定)、中(同約5mm、スターラップ表面が露出、加速期前期を想定)、大(同約-5mm、鉄筋が露出、劣化期を想定)の4レベルとした。

## (3) 浸せき環境

硫酸水溶液は、高濃度の5w%(0.510mol/l・pH=-0.009)とした。これは実環境より一般に高濃度であり、劣化促進環境となる。浸せきは室温にて行い、供試体1体ごとに喫水50mmとなるよう静置した。濃度をできるだけ一定に保つためpHを監視し、pH=0.5になった時点で溶液を交換した。

## (4) 浸せき中の測定項目

硫酸水溶液から引き上げた状態での外観観察と、プラスチック製のブラシで脆弱部を除去して水洗し、浮き水を払拭した後の寸法測定(曲げスパンの断面高さを6箇所でノギスにより測定し平均)、および、図2に示す位置での自然電位の測定(飽和塩化銀電極を使用)とした。図2の同一断面における①~④は、50mmの喫水に対して同程度の値を示したため平均した。

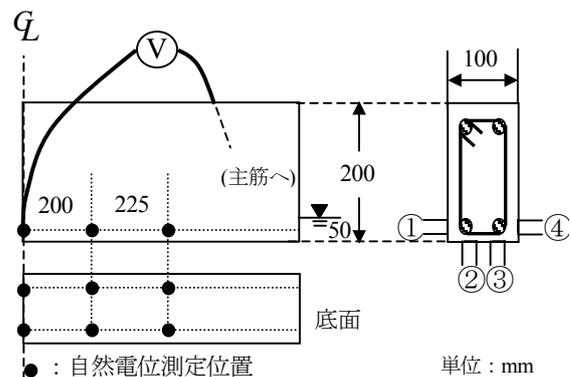


図2 自然電位の測定位置

## (5) 浸せき終了後の曲げ載荷試験

載荷は、スパン長1400mmに対して曲げスパン500mmの一方方向対称2点漸増繰返し型載荷曲げ試験とし、荷重および変位を測定した。載荷方向は、劣化部分が圧縮側となる場合と引張側となる場合の2種類とした。

## (6) 曲げ載荷試験終了後の測定項目

劣化レベル大の供試体について、主筋およびスターラップのはつり出しを行いそれらの外観観察を行った。その後、主筋については、10%クエン酸(60℃)に24時間浸せきし、たわしで洗浄を行い、直ちに乾燥を十分行った後、質量を測定し、当初の質量と処理後の質量より質量減量率を算出した。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 寸法

図3にかぶり減少量の経時変化を示す。かぶりは、打設時かぶりによらず、全供試体でほぼ同様な減少傾向を示したため、底板と凝結遅延材の使用は断面高さの値においては劣化を模擬できていると考えられる。また、高濃度の5w%硫酸水溶液への浸せきでは、かぶり減少量は時間に対して線形で表された。

#### (2) 自然電位

自然電位とかぶりの関係を図4に示す。自然電位はかぶりの減少とともに卑変傾向である。鉄筋露出後は水を含ませた綿を介して測定位置の主筋、スターラップに直接照合電極をあてて測定したところ、 $-500 \sim -650\text{mV}$ 程度で一定となる傾向を示した。これは鉄筋単体を水溶液に浸せきし照合電極を水溶液中(鉄筋表面と同じ深さで鉄筋から20mmの位置)に設置して自然電位を測定し、0.98w%硫酸水溶液の場合で約 $-500\text{mV}$ 、1.42w%硫酸ナトリウム水溶液の場合で約 $-600\text{mV}$ となった結果<sup>1)</sup>と値が類似している。本研究では自然電位測定前に水洗まで行っているが、鉄筋が接触しているコンクリート中に浸入した硫酸イオンが影響したものと考えられる。

#### (3) 曲げ載荷試験

最大荷重、変位じん性率をそれぞれ図5、図6に示す。諸荷重には劣化レベルによって大きな低下は認められなかった。変位じん性率の引張側劣化での低下は付着強度の低下による曲げひび割れの集中が原因と考えられる。圧縮側劣化での低下はかぶりが失われたことと、主筋断面の減少により座屈しやすくなったためと考えられる。

#### (4) 主筋の質量減少量

外観観察の結果、非浸せき側鉄筋や、浸せき側でもコンクリート付着部は顕著な変化がなく、浸せき側鉄筋の露出部のみ表面にざらつきが認められた。黒皮分を差し引いた後の浸せき側鉄筋は平均2.66%質量が減少していた。

### 4. 結論

- (1) 高濃度の5w%硫酸水溶液への浸せきでは、かぶり減少量は時間に対して線形で表された。
- (2) 自然電位はかぶりの減少に伴い卑変した。鉄筋露出後の鉄筋上では $-500 \sim -650\text{mV}$ 程度で一定であった。
- (3) 劣化レベル大での引張側載荷では付着の低下、圧縮側載荷では座屈のため変位じん性率が低下した。
- (4) 劣化レベル大において、浸せき側主筋の質量が低下した。

#### 参考文献

- 1) 井澤 昌平、玉井 譲、山本 貴士、服部 篤史、宮川 豊章：硫酸イオンがコンクリート中の鉄筋の電気化学的特性に与える影響、土木学会第60回年次学術講演概要集、pp.361-362、2005.9。

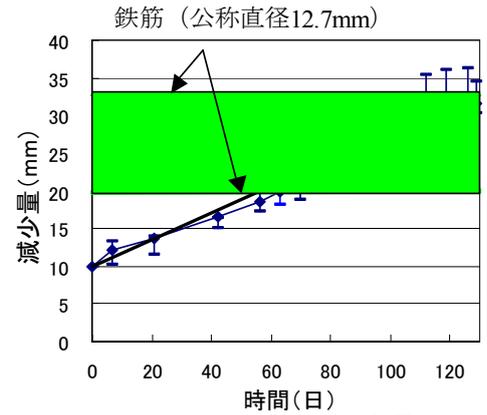


図3 かぶり減少量

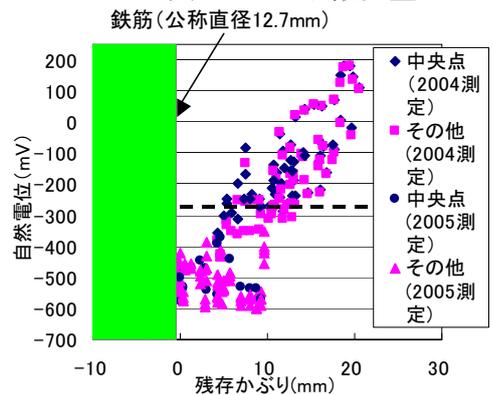


図4 自然電位と残るかぶり

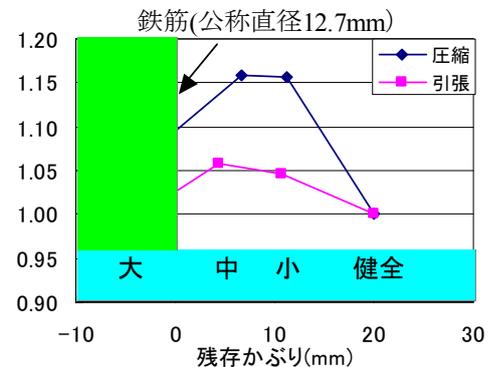


図5 最大荷重(対健全比)

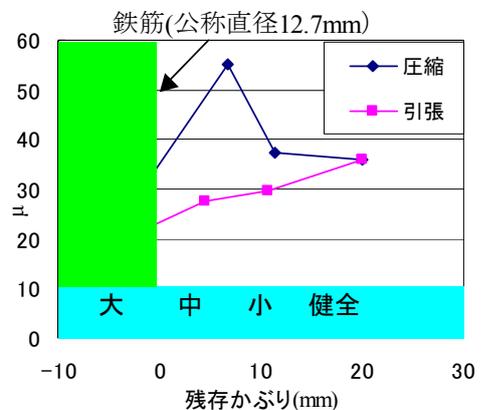


図6 変位じん性率