

アルカリ骨材反応による鉄筋損傷の原因究明に関する調査報告

阪神高速道路公団	正会員	○熊澤 美早
阪神高速道路公団	正会員	西岡 敬治
阪神高速道路公団		岩 永 巧
阪神高速道路公団	正会員	佐々木 一則

1. はじめに

アルカリ骨材反応による劣化が進行したT型橋脚の梁部分において、スターラップ曲げ加工部などの鉄筋損傷（破断・亀裂）が確認された。原因究明のため、曲げ加工やひずみ時効の影響を確認するための室内試験を行い、第58回年次講演会にて報告した。今回は損傷橋脚から採取した鉄筋の詳細調査を行ったので報告する。

2. 損傷鉄筋詳細調査

調査対象橋脚は竣工後30年程度経過しており、コア試験による圧縮強度および静弾性係数の低下が見られ、残存膨張量試験（JCI-DD2）では 500μ （全膨張量）以下であった。また、梁部のひび割れ密度は $0.22\sim 2.53\text{ m/m}^2$ 程度であり、橋脚により大きな差があるが、調査対象橋脚は過去にひび割れ注入および表面保護工による補修履歴がある。これらの橋脚よりはつり出した損傷鉄筋を試料とし、以下のような試験を行った。

(1) 化学成分分析 11元素（C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, Al, N）についての成分分析を行った結果、今回試験を行った試料はいずれも「鉄筋コンクリート用鋼棒のSD295A」の規格を満足していた。

(2) 外観状況観察 外観の亀裂部を観察した結果を写真-1に示すが、曲げ部に茶色いさびが見られ、外側よりも内側の腐食が進んでいる傾向が確認できた。



写真-1 外観状況観察

(3) 磁粉探傷試験 曲げ部の亀裂状況について、磁粉探傷試験を行った結果を写真-2に示す。曲げ内側の異形棒鋼の節の根元に亀裂が検出された。

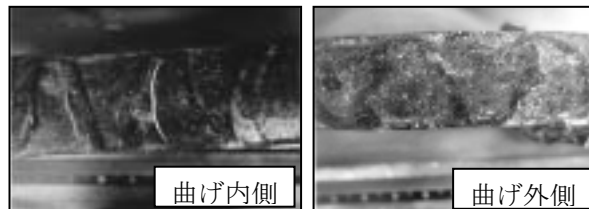
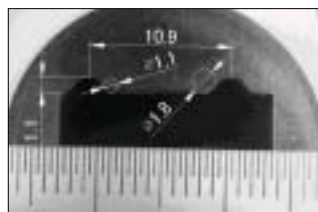


写真-2 磁粉探傷試験

(4) 形状観察 曲げ半径の測定状況と節形状測定の結果を写真-3, 4に示すが、曲げ半径は測定結果より、局部的にJIS規格を満足していないものもあった。しかし、曲げ半径の測定方法には課題が残ると考えられる。また、節形状については現行で市販されている鉄筋と比較すると、節根元部分の加工半径が小さいことが確認できた。



写真-3 曲げ半径測定状況



試料



現行市販品

写真-4 節形状測定

キーワード アルカリ骨材反応，鉄筋損傷，加工硬化，劈開破面

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3（大阪センタービル内） 阪神高速道路公団 TEL 06-6282-8121

- (5) 電子顕微鏡による破面観察 電子顕微鏡による破面観察の結果を写真-5に示す。この結果より、①の起点部は腐食により破面の観察は困難であったが、②、③では劈開破面（脆性破面）であった。

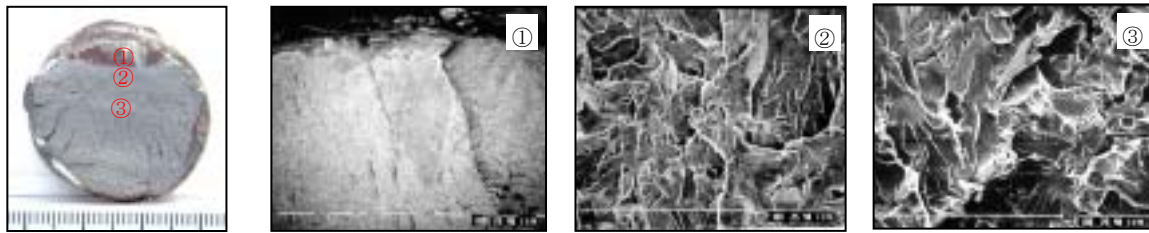


写真-5 電子顕微鏡による破面

- (6) ビッカース硬さ試験 縦断面について、図-1に示す位置で試験を行った結果、図-2に示すように曲げ加工部では内側と外側は中心部に比べ50程度、直線部に比べ80程度高くなっていた。

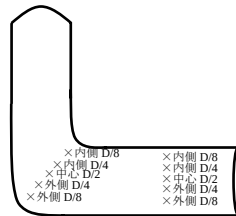


図-1 硬度測定位置

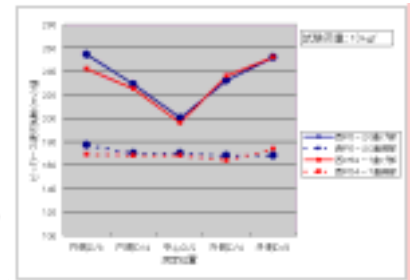


図-2 硬さ分布

- (7) 光学顕微鏡試験 硬さ試験の試料を用いて、光学顕微鏡で亀裂の発生状況を観察した結果、写真-6に示すように亀裂の起点部において、強加工による組織フローが見られた。

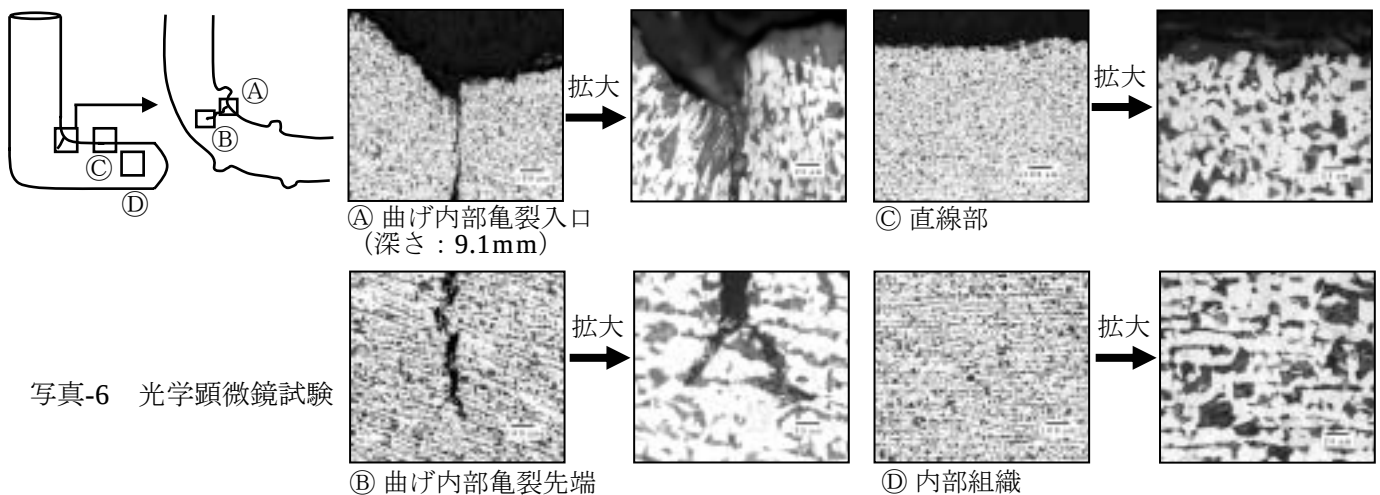


写真-6 光学顕微鏡試験

3. まとめ

今回調査した鉄筋の破断面観察において、劈開破面（脆性破面）が確認されている。この破面様相は、一般的に高強度の鋼材が脆性的に破壊した場合に生じるものであることから、鉄筋に何らかの脆化要因が作用したものと推定される。調査結果を整理すると以下のとおりである。

- ①曲げ部表層部の硬さから、この部位の引張強度を推定すると 800N/mm^2 程度に増加しているとみられ、このクラスの強度レベルでは遅れ破壊が生じる可能性も考えられる。
 - ②亀裂発生部位の縦断面観察において、曲げ加工により発生した組織フローに沿って亀裂が進展していた。
- 以上のことから、鉄筋損傷の要因のひとつとして、鉄筋の曲げ加工部の加工硬化による脆化が考えられるが、今後さらに原因の究明に関する検討を進めていく予定である。

4. おわりに

当該調査を進めるにあたり、「ASR橋脚の維持管理に関する検討委員会（委員長：京都大学大学院 宮川豊章教授）」においてご指導を賜りました。委員長はじめ関係各位に深く感謝の意を表します。