

ASR損傷コンクリート橋脚の補強設計のための現地調査

金沢大学工学部正会員 鳥居和之 金沢大学工学部学生員 堀 隆治
(株)ピーエス正会員 奥田由法 金沢大学工学部 710- 川村満紀

1. まえがき

石川県の能登地方では、アルカリシリカ反応（ASR）による損傷を受けたコンクリート構造物が多くあり、これらの構造物では耐震補強と併せて補修・補強が検討されている。今回、能登地方のT橋の橋脚（3径間連続トラス構造の上部構造を持つ鉄骨鉄筋コンクリート橋脚（P1, P2））よりコンクリートコアを多数採取し、コンクリートの強度および弾性係数の変化を調べるとともに、コンクリートの残留膨張量の予測、鉄筋の腐食状況の観察などを実施したので、報告する。

2. コンクリート橋脚のひび割れ及び鉄筋腐食状況

写真-1はコンクリート橋脚（P2）の柱部材のひび割れ状況を示したものである。P2橋脚では柱及び壁部材ともに縦方向のひび割れの発達が目立ち、下端から上端までひび割れ幅が数mmのひび割れが何本も平行に走り、それらのひび割れを繋ぐひび割れ網の形成も観察された。写真-2はひび割れ部分より採取したコンクリートコアのひび割れ深さを示したものである。酢酸ウラニール法によるアルカリシリカゲルの観察より、コアの表面部（0～2cm）は内部と比較してアルカリシリカゲルの生成が少ないことが判明した。写真-2に示すように、ひび割れは主鉄筋（かぶり厚さ：8cm）まで達しており、鉄筋位置でのひび割れ幅は0.1～0.2mmであった。また、主鉄筋に沿って発達したひび割れも確認されており、かぶり部分の剥落の危険性も懸念された。一方、コンクリートのひび割れ面は、中性化が進行していたが、主鉄筋は全く錆びていなかった。T橋では、黒崎安山岩碎石（反応性骨材）と玉碎石（非反応性骨材、海上輸送時に塩分混入の可能性有り）との混合したものが粗骨材として使われており、JCI-SC5（2Nの硝酸により溶解）に従って測定したコンクリートの塩化物イオン量は鉄筋位置で0.8kg/m³程度であった。鉄筋腐食が発生しなかったのは、コンクリート中の塩化物イオン量が比較的小さかったことと、アルカリシリカゲルの鉄筋保護作用が有利に働いたことによるものと推測された。

3. コンクリートコアの強度及び弾性係数

コンクリート橋脚（P1, P2）の壁部材（地上より約1mの位置）より貫通コンクリートコア（80cm）を3本ずつ採取し、表面からの深さ方向での圧縮強度の分布を調べた。図-1及び図-2は、P1、P2橋脚の圧縮強度の分布を示したものである。本橋脚の設計基準強度は400kg/cm²であるが、コンクリートコアの強度は350～600kg/m²まで幅広く分布していた。図-1及び図-2の比較からも明らかなように、P1橋脚のコンクリートコアの平均強度はP2橋脚のものよりもかなり大きく、この結果は両橋脚のASRの進行状況の外観観察結果とも一致していた。全体の傾向として、P1、P2橋脚ともに引張応力が生じている側面（P1橋脚（深さ方向1）、P2橋脚（深さ方向5））に向かって強度が低下していた。

ASRによる損傷を受けたコンクリートでは圧縮強度と比較して弾性係数及びパルス速度の減少が目立ち、コンクリートの力学的特性の変化が強度よりも弾性係数により鋭敏に現れることを利用して、両者の関係からASRによる損傷の度



写真-1 コンクリート橋脚のひび割れ状況



写真-2 コンクリートコアのひび割れ

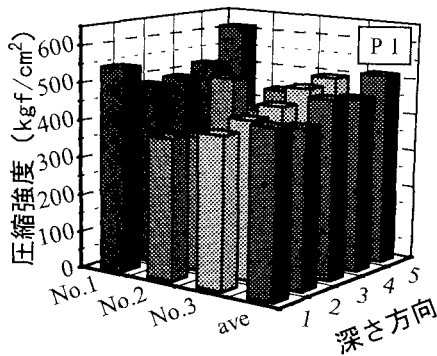


図-1 圧縮強度の分布状況 (P1橋脚)

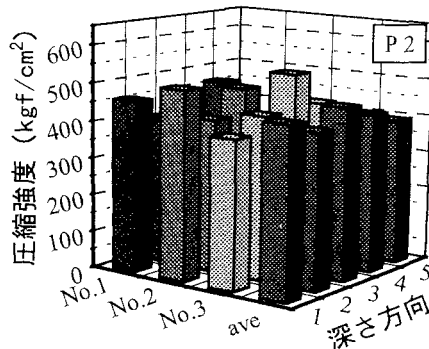


図-2 圧縮強度の分布状況 (P2橋脚)

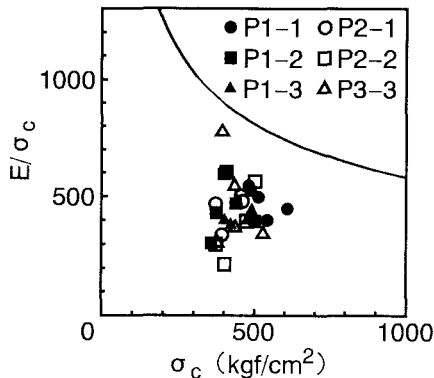


図-3 圧縮強度と弾性係数の関係

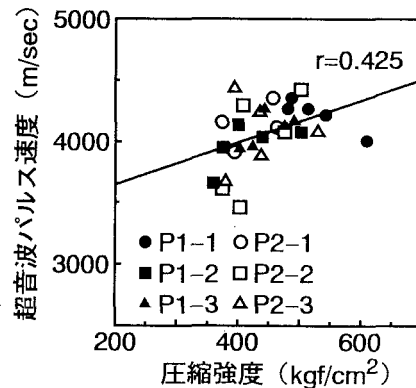


図-4 圧縮強度とパルス速度の関係

合を推定する方法も提案されている¹⁾。図-3及び図-4はコンクリートコアの圧縮強度と弾性係数、パルス速度との関係を示したものである。小林ら¹⁾は、ASRによる劣化が進行すると健全な曲線上から外れて、 E/σ_c の小さい部分へ移行することを報告している。図-3における今回の E/σ_c は健全なコンクリートの値の半分程度であり、本橋脚はASRによる損傷の度合いが大きいことが示されている。また、図-4に示すように、コンクリートコアの圧縮強度とパルス速度との関係は明確ではないが、コンクリートコアのパルス速度自身は健全なコンクリートよりも全体的にかなり低下しているのが分かる。

4. あとがき

今回調査したコンクリート橋脚では、デンマーク法による屋内試験及び現地での測定より、将来にわたりASRによる膨張が進行することが予測された。このため、ASRにより発生したひび割れのプレストレスによる拘束効果を期待して、補強工法としてPCコンファインド工法が採用された。一方、PCコンファインド工法におけるPC鋼線を通す削孔から採取されたコンクリートコアを利用して、コンクリート橋脚の各部所（フーチング、壁部材（下段、中段、上段）、枕梁部材）でのコンクリートコアの強度試験が計画されている。これまでの調査でも、同一のコンクリートで作製された橋脚でも、温度及び湿度などの環境条件（Micro-climate）によりASRの進行状況が大きく相違していることが判明している。ASR損傷コンクリート橋脚の橋脚全体にわたる詳細な調査事例はこれまでほとんどなく、貴重な資料が提供できるものと期待している。

参考文献

- 1) 小林一輔 他、圧縮載荷試験によるアルカリ骨材反応の診断方法、土木学会論文集, No.460, pp.151-154, 1993.2.