

鋼製橋脚隅角部点検にて発見された亀裂損傷

阪神高速道路公団 正会員 ○若槻晃右
 阪神高速道路公団 正会員 鈴木 威

1. はじめに

鋼製橋脚隅角部点検にて発見された損傷の中で、最も大きな亀裂は、柱ウェブの全厚を貫通していたことから、直ちに補修を行うことを決め、平成14年10月に緊急補強工事を終えている。隅角部亀裂損傷の要因については、非破壊検査にて検討を行っていたが、今回、サンプリング試験による原因究明を試みた。

当該橋脚は1981年に竣工している。亀裂が確認されたのは、本線を支持する1径間ラーメン脚の柱から張り出した、入路を支持する片持ち梁の付け根にあたる隅角部（終点側）である（図-1 参

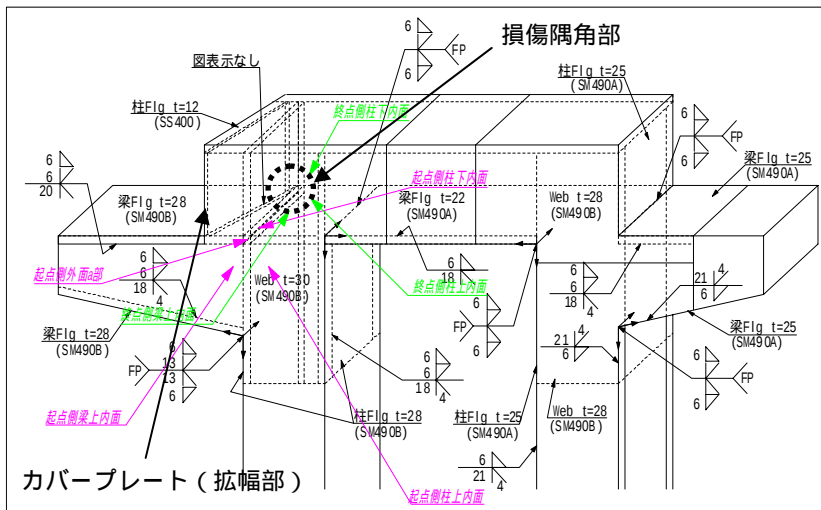


図-1 構造図（起点側）

照）。本橋脚の特徴としては、ラーメン梁の端部を台形に拡幅して本線桁の支承を設置していることである。また、本橋脚は周辺状況を考慮して、橋軸に対して直角には建設されておらず、スキューを持った構造となっている。なお、入路の2002年5月25日から5月31日までの日平均交通量は、普通車1955台、大型車56台と比較的少ない。

2. サンプリング採取

亀裂状況を図-2に示す。柱ウェブ面でコーナーから135mm（うち81mmは板厚30mmを貫通）、柱フランジ・梁フランジの溶接部（カバープレート）で約97mmに及んでいることが確認された。

ウェブ側亀裂始端と、カバープレート部の亀裂のサンプリングを目的として、コア抜きサンプリングを実施した。カバープレートは板厚が12mmで、亀裂は溶接始端部から溶接上側の母材部に入っているため、外径32mm、内径26mmのコアドリルにより、ウェブ側とフランジ側からの2方向からのコアを採取した（図-2, 3参照）。

ウェブ側の亀裂は、進展部および先端部の一部を含むように、かつ、柱フランジに影響を与えないように（梁ウェブの板厚30mm）、舟形のサンプル（長さ124mm×幅27mm×高さ24.5mm）を採取した（図-2, 3参照）。

3. サンプリング分析

(1) コアサンプル

ウェブ表面より約30mm入ったところ（カバープレートと柱ウェブの接続部）に、不溶着部と思われる空隙が確認された。染色浸透探傷試験(PT)を行ったところ、試料表面側の割れは連続しているのに対し、内面側（亀裂先端に近い側）の割れは断続的であった。これは、脆性破壊時にみられ易い現象のひとつである。

コアサンプルの破面解放を行い、破面の観察を行ったところ、破面全面に硬質で厚い赤錆および黒錆が確認された。約半日の超音波洗浄を行ったところ、付着スケールは除去できたものの、目視では破壊起点部を特定することができなかった。SUMP法によりサンプル破面のミクロ組織観察を行ったところ、一部に塑性流動が確認された。これは、何らかの大きな外力が作用した際に生じたと考えられるが、コア抜き時のドリルの影響をキーワード 鋼製橋脚、隅角部、脆性破壊

連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田3-1-25 阪神高速道路公団大阪管理部 TEL 06-6576-3881

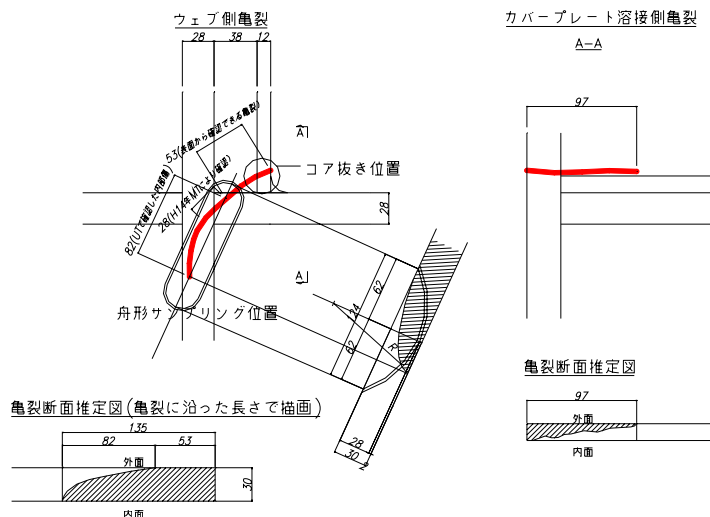


図-2 亀裂状況およびサンプル採取位置



図-3 コアサンプルおよび舟形サンプル

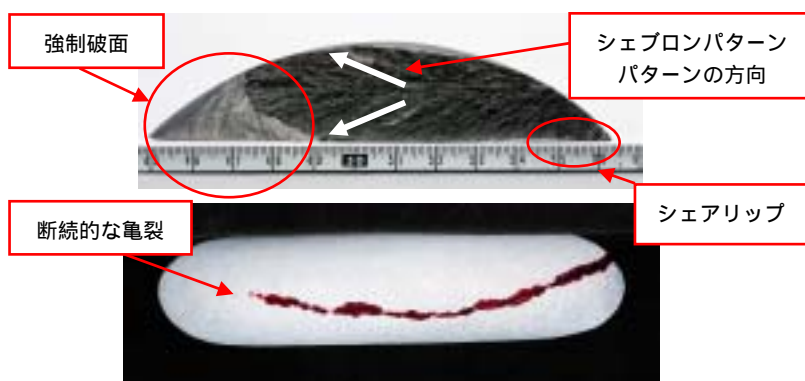


図-4 舟形サンプル亀裂状況

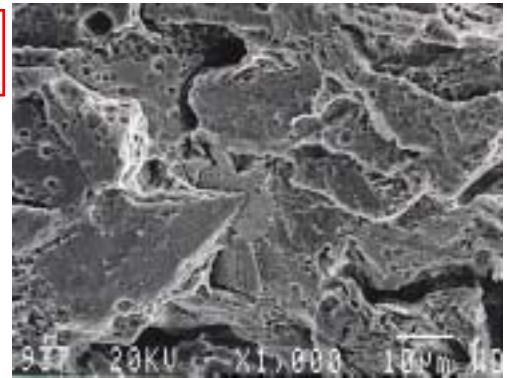


図-5 走査型顕微鏡による境界部の観察

受けていた可能性も考えられる。

(2) 舟形サンプル

PT の結果，試料表面側の割れは連続しているのに対し，先端に近い内面側の割れは断続的であった．舟形サンプルの破面解放を行ったところ，破面全面に赤錆および黒錆が認められた．超音波洗浄を行った破面には脆性破壊の特徴である矢筈模様（シェブロンパターン）が確認された（図-4 参照）．一方，この破面内には亀裂の起点は確認できなかった．コアサンプルの破面にはスケールが付着しており，割れ進展方向を断定できないが，舟形サンプルの割れ進展方向から類推すれば，ウェブとカバープレートの溶接部境界近傍に起点が存在している可能性がある．また，走査型電子顕微鏡による破面観察を行ったところ，割れ先端と強制破面の境界部には脆性亀裂の特徴であるへき開面模様（リバーパターン）が確認されたが（図-5 参照），疲労亀裂成長の痕跡は認められなかったため，脆性亀裂が当該位置で停止し，その後進展しなかったものと視察された．亀裂先端部は，部分溶け込み溶接の不溶着部（自由表面）が存在するウェブ背後に配置された柱フランジ部に入った箇所であったことから，当該構造の不連続性に起因して脆性亀裂伝播停止挙動を呈したものと考えられる．

4. まとめ

当該橋脚の隅角部において発見された亀裂は，脆性的な破壊により生じたことが明らかとなった．初期割れの原因としては，入路架設時に塑性化あるいは亀裂が発生，兵庫県南部地震時の初期波形で塑性ひずみを受け靱性低下あるいは延性亀裂発生，疲労の影響により亀裂が発生，溶接時の割れにより亀裂が発生の4ケースが考えられる．本検討より，亀裂の伝播は，兵庫県南部地震時に一挙に進展した可能性が高い．ただし，本橋脚は特殊な構造となっているため，これらの推定要因が，他橋脚にて確認された亀裂の要因には必ずしも当てはまらなれないと考えられる．