

鋼製橋脚支点直下における疲労き裂観察

首都高速道路株式会社 正会員 梶原 仁
高田機工株式会社 正会員 安田 修, 鷹羽 新二

はじめに

鋼製橋脚横梁内部の支点部構造に関し、多数の疲労き裂が発生している。¹⁾ 支点直下ダイヤフラム詳細調査の結果から、主な疲労き裂の発生原因は、①橋軸方向に分離された支承構造に起因する横梁上フランジの板曲げ応力の発生、②スカラップ部の断面欠損による局部変形、③支点ダイヤフラムと横梁上フランジとすみ肉溶接、であると考えられている。特に、ダイヤフラムスカラップ回し溶接止端部から横梁上フランジ母材部へ伸展するき裂は上フランジ板厚を貫通する場合もあり、放置できない損傷である。今回、鋼製橋脚補強工事の一連としてき裂切削を行い、比較的、圧壊を受けていない疲労き裂破面を採取することに成功した。

本報告は、き裂の発生部位を明確にし、き裂破面のマクロ的および走査型電子顕微鏡を使用したミクロ的観察を行い、疲労損傷について検証を行ったものである。

1. 疲労き裂の存在

図-1,2にき裂発生箇所を示す。き裂は、図-2に示すように、横梁上フランジの支承構造のうち、沓座プレート端部直下に発生している。橋軸方向の活荷重に着目すると、沓座プレート端部から横梁上フランジの板曲げ応力が発生する。さらにスカラップ部の断面欠損による局部変形が発生し、回し溶接止端部に応力集中が生じたと考えられる。

き裂は止端部から溶接ビード横切り、上フランジに伸展している。フランジ板厚13mmをほぼ貫通するまで成

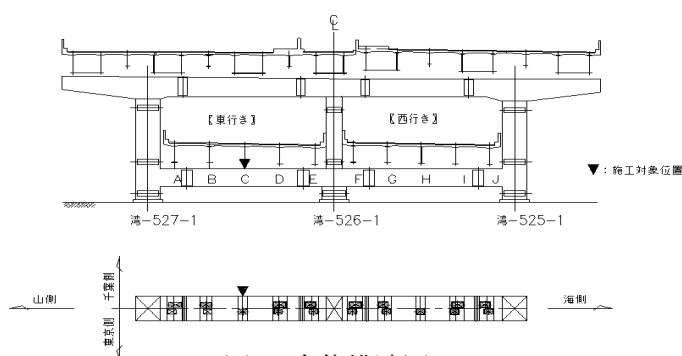


図-1 全体構造図

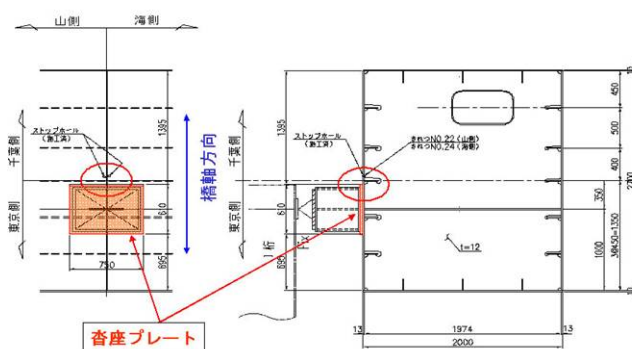


図-2 き裂発生箇所（詳細）

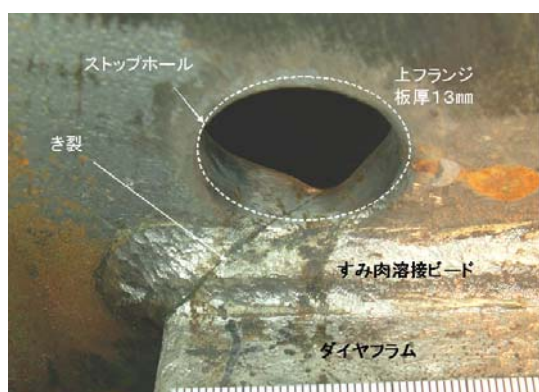


図-3 き裂の詳細とストップホール
ホールの位置関係

長していた。図-3にき裂の伸展の詳細を示す。き裂伸展停止の一時的処理として、ダイヤフラムを挟んで、上フランジにストップホールを設けた。

2. 疲労き裂破面の採取

破面採取要領を図-4に示す。上フランジ上面より、疲労き裂が伸展していると考えられる範囲を溝状に切削を行い、き裂線を露出させ、ビード止端部から上フランジ上面までき裂を貫通させた。その後、小径ドリル等を使用し、破面観察用の小片を橋脚より採取した。

3. き裂破面のマクロ観察

図-5にき裂破面を示す。破面にはビーチマーク状の模様が観察された。これは当該箇所の応力振幅範囲の変
キーワード 疲労き裂, 走査型電子顕微鏡, ストライエーション

連絡先 〒649-0111 和歌山県海南市下津町方 1375-1 高田機工（株）技術研究所 TEL 073-492-4971

化およびき裂伸展時の腐食環境の差異によって、模様ができたと考えられる。

また、破面には上フランジ板表面および、ダイヤフラムコバ面の残存が確認された。

これは、疲労き裂が止端部から上フランジ板上面付近まで一平面で伸展するのではなく、

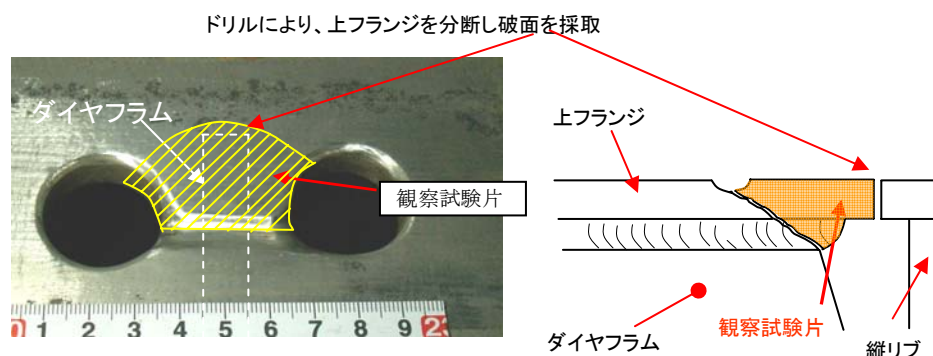


図-4 破面観察試験片採取要領

溶接金属内のき裂面と鋼材内のそれとは異なることを示している。

4. 走査型電子顕微鏡による破面観察

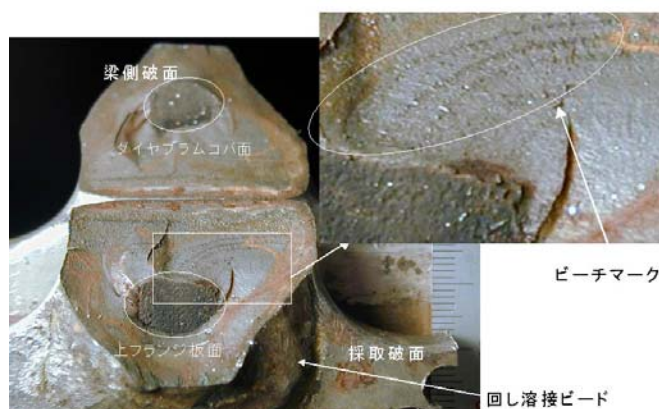


図-5 マクロ破面観察

走査型電子顕微鏡（以下 SEM）による破面を観察した。図-6 に低倍率での SEM 観察破面とき裂伸展方向を示す。き裂発生起点は図に示すように、一つは、回し溶接止端部から発生している。もう一方はルート部からの発生起点で、上フランジ板厚内を貫通してゆくき裂が観察される。前項に示したように、き裂は一旦、止端部から溶接金属内を伸展した後、き裂面を変えて、鋼材内を伸展していることが観察された。

次に高倍率 SEM 観察を行い、ストライエーションを確認した。図-7, 8 にき裂起点付近、溶接金属内と鋼材

内のストライエーションを示す。

溶接金属内のは、2 次割れが観察され、き裂面の閉口時に圧壊したと考えられる破面が観察される。一方、鋼材内のは、溶接金属と比較し平滑な破面が観察される。

疲労発生第 1 段階として各所でマイクロ割れが発生し、それぞれ別々に成長進展するが、それぞれの伸展面は同一平面上にあるとは限らない。段差を生じ、その結合部（境界部）はテア・リッジ（Tear ridge）を形成することが多く、段差を有する破面をパッチ（Patch）と称する。²⁾

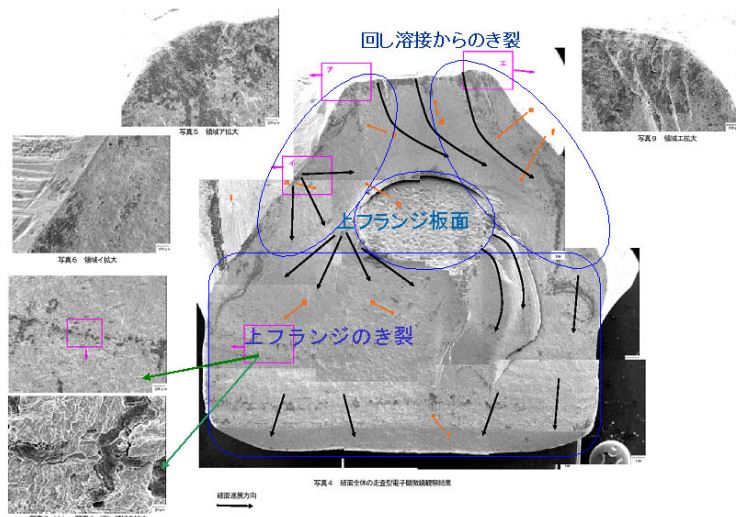


図-6 低倍率 SEM による破面全体観察

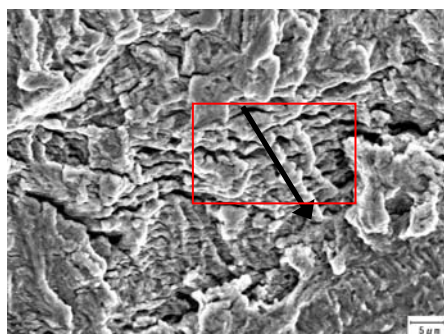


図-7 溶接金属内ストライエーション

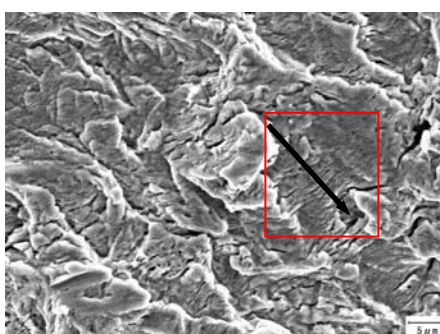


図-8 鋼材内ストライエーション

鋼材内の破面では、ティアリッジが観察され、パッチの形態を示しており、疲労き裂であることが検証された。

参考文献 1) 首都高速道路技術センター：鋼道路橋の疲労損傷に関する点検・診断・補修の先端技術，pp. 99, 2004.

2) 溶接学会冶金研究委員会編：鉄鋼溶接部の破面写真集，黒木出版社，1982.