

## 東海道新幹線の破損線支承の破面調査

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○杉山 優太  
東海旅客鉄道株式会社 正会員 高橋 和也

### 1. はじめに

東海道新幹線の鋼橋では8年周期で近接目視詳細検査を実施している。その中で、一部の橋りょうの線支承にき裂・割れが発見されている(写真-1)。き裂・割れが発見された橋りょうは、桁本体にき裂等はなく、検査により安全・構造上問題無いことを確認している。今回、H25年度より実施している大規模改修工事の鋼橋対策の支承部取替・補強工事<sup>1)</sup>にて取替を行った沓の破面調査を実施し、変状の原因究明を行ったので、その内容を報告する。

### 2. 調査橋りょうについて

東海道新幹線鋼橋の線支承では主にねずみ铸铁品FC25(現規格のFC250相当)が使用されている。今回調査対象とした沓は表-1に示す5種類で、全てねずみ铸铁品FC25である。



写真-1 沓 No. 4, 5 (プラスト後)

表-1 調査箇所一覧

No	橋りょう	桁形式	変状
1	A	上路プレートガーダー断面	き裂有り
2	B	下路プレートガーダー道床式	き裂有り
3	C	上路プレートガーダーBox断面	健全
4	D	上路プレートガーダーBox断面	き裂有り
5	D	上路プレートガーダーBox断面	健全

### 3. 調査内容・結果

き裂発生原因推定のため、き裂が発生した沓について①破面観察を実施した。また、き裂が発生していない健全な沓も含めて、②成分分析③引張試験④ビッカース硬さ試験を実施した。

#### ①破面観察

き裂によって生じた破面の破壊形態や破壊経路を調査するために、デジカメ、マイクロスコープによるマクロ観察、及び走査型電子顕微鏡(以下、SEMという)によるミクロ観察を実施した。

代表事例として沓 No. 4 の破面解析結果について報告する。写真-2.1, 2-2, 2-3 の通り、き裂は破断面である橋軸方向のき裂(き裂A)と十字リブ付け根部に生じた橋軸直角方向のき裂(き裂B)の2つが存

在しており、き裂Bはき裂Aで停留していることが確認できる。そのため、き裂A発生後にき裂Bが発生したと確認できた。また、十字リブ頭頂部直角部近傍に激しい表面凹凸(写真-2.4)が確認されたため、凹凸部からき裂Aが発生し、写真下方向に進展したと推定した。



写真-2.1 き裂(沓 No. 4)

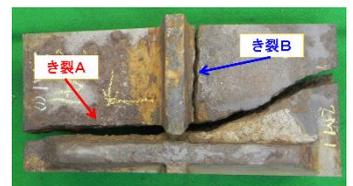


写真-2.2 き裂(沓 No. 4)

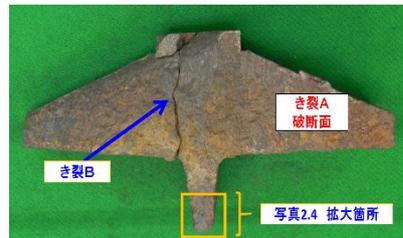


写真-2.3 き裂破断面(沓 No. 4)



写真-2.4 リブ頭頂部

次に、き裂A破断面、き裂B破断面のSEM観察を行った。破断面には茶褐色を呈する腐食生成物が全体に付着している状況であったため、SEM観察前に酸洗浄を行い、腐食生成物を除去した。SEMによるき裂Aミクロ破面形態の観察結果(観察位置は写真2.5に示す)を写真2.6に示す。破面全体としては腐食が著しいが、写真2.5拡大部では比較的腐食が軽微であり、平滑なパーライトの層状破面が確認された。この破面形態はねずみ铸铁における疲労破面の特徴的形態と同様である<sup>1)</sup>。なお、き裂B破断面では腐食が著しく破面状態を観察することはできなかった。



写真2.5 破断面拡大

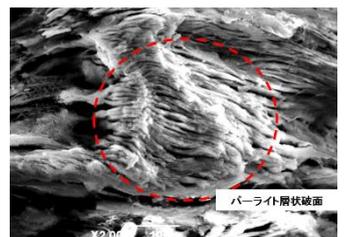


写真2.6 撮影倍率2000倍  
一方、試験体健全部から試料を採取して強制開口

キーワード：鋼鉄道橋、破面観察、铸铁沓

連絡先：〒453-0013 名古屋市市中村区亀島2-3-2JR 東海亀島ビル2F 名古屋新幹線構造物検査センター

した破面（写真-3.1, 3.2）を見ると、ねずみ鉄の基地部であるパーライト組織領域にて、延性破壊の特徴であるディンプル破面が確認できた。

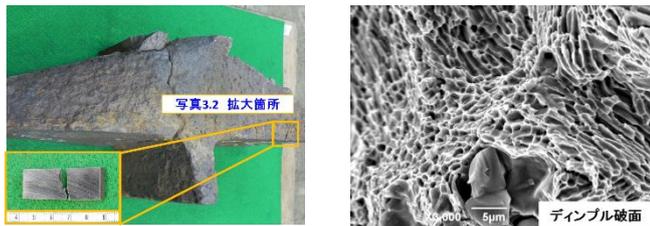


写真 3.1 強制開口箇所 写真 3.2 撮影倍率 3000 倍

次に、き裂 A 破面、き裂 B 破面、強制破面における反射電子像（組成像）の観察結果を写真-4 に示す。組成像では軽元素は黒く、重元素は白く表示されるため、写真中の黒色部は黒鉛を、白色部は基地（Fe）を示す。破面全体に占める基地の割合は、き裂 A、B 破面の方が強制開口破面より高い傾向がみられる。基地破面の割合に基づく推定法<sup>1)</sup>から、き裂 A 破面およびき裂 B 破面の破壊形態は疲労破壊であると判断した。

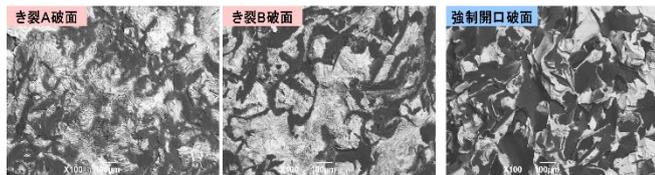


写真-4 き裂 AB 破面及び強制開口破面における  
反射電子像（組成像）の観察結果

き裂があるその他の沓も、き裂の発生位置やき裂の起点の状況は異なるものの、同様に疲労破壊によるものと確認できた。

## ②成分分析

調査試料の素地化学成分組成（主要 7 元素）を分析し表-2 に結果を記した。分析対象の材質 FC25（当時の規格 JIS G 5501-1956:ねずみ鉄品）によれば、化学成分は規定されていないが、ねずみ鉄品 FC25 の化学成分組成の標準値<sup>2)</sup>は、C:3.0~3.3%、Si:1.5~2.2%、Mn:0.7~0.9%と示されており、本調査試料は Mn が少ないものの標準値と近い値であった。なお、き裂の発生していた沓と健全な沓の化学成分結果に大きな差異はなかった。

表-2 化学成分分析結果

No	橋りょう	変状	C	Si	Mn	P	S	Mg	Ca
1	A	き裂有り	3.22	1.90	0.43	0.05	0.04	0.01以下	0.01以下
2	B	き裂有り	3.12	1.29	0.42	0.12	0.12	0.01以下	0.02
3	C	健全	3.27	1.45	0.36	0.13	0.10	0.01以下	0.12
4	D	き裂有り	3.40	1.57	0.54	0.10	0.13	0.01以下	0.01以下
5	D	健全	3.47	1.82	0.01	0.10	0.12	0.01以下	0.01以下

## ③引張試験

引張試験の結果を表-3 に示す。当時の規格（材質 FC25 JIS G 5501-1956:ねずみ鉄品）によれば、破損部のリブ厚 40mm に相当する鉄品肉厚 30~50mm の引張強さは 22kg/mm<sup>2</sup> (215N/mm<sup>2</sup>) 以上と規定されており、今回の結果から健全な沓 No. 3 を除いて 215N/mm<sup>2</sup> 未満であり、基準値を下回る結果となった。

## ④ビッカース硬さ試験

ビッカース硬さ試験の結果を表-3 に示す。当時の規格（材質 FC25 JIS G 5501-1956:ねずみ鉄品）によれば、別铸込み材で HB241 以下（ブリネル硬さ）であり、ビッカース硬さ換算 Hv253 以下である。全てにおいて規格を満足している結果であった。

表-3 引張試験、硬度試験結果

No	橋りょう	変状	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	硬度 (Hv)
基準値			22Kg/mm <sup>2</sup> (215N/mm <sup>2</sup> )	HB241以下 (Hv253以下)
1	A	き裂有り	141.0	未実施
2	B	き裂有り	197.2	201
3	C	健全	239.3	218
4	D	き裂有り	164.9	168
5	D	健全	167.9	167

## 4. まとめ・今後の取組み

き裂・割れが生じた東海道新幹線鋼橋のねずみ鉄沓の破面観察を実施した結果、平滑なパーライトの層状破面が確認されたこと、破面全体に占める基地（Fe）の割合が高いことから疲労破壊によるものと推定した。また、引張試験では使用材料の引張強度基準値を下回るものが確認された。

今後、必要な箇所の支承部取替え・補強工事を進めると共に、取替を実施していない線支承についてもメンテナンスの重要性を認識して検査を確実に実施し、列車の安全・安定輸送の確保及び鉄道構造物の延命化に努めていく。

## 参考文献

- 1) 西田新一:機械機器破損の原因と対策,日刊工業新聞社,1986
- 2) 草川隆次:鉄の組成と性質,金属表面技術現場ハンドブック 14 巻 8 号 P15-21,1967