

38 年供用後の H T B F 1 1 T の遅れ破壊特性

(株)神戸製鋼所
(株)コベルコ科研
西日本高速道路(株)
西日本高速道路エンジニアリング九州(株)

正会員○橋田 芳朗
橋本 郁郎
今村 壮宏
正会員 松田 哲夫 正会員 山口 弘信

1. まえがき

K橋に使用されているボルトは F 1 1 T 六角頭トルシアボルトであり、供用から 38 年経過している。これまでの点検において、わずかな確率ではあるが、遅れ破壊と見られる破断がこのボルトに発生している。そこで、今後の維持管理方針を検討するために、ボルトを抜き取り遅れ破壊特性を調査した。遅れ破壊とは高強度鋼に応力を受けた状態で一定時間経過後に、外見上ほとんど塑性変形を伴うことなく突然脆性的に破壊する現象である¹⁾²⁾。その原因は破壊の起点となる形状的な応力集中や水素侵入による材質の脆化であることから、ボルトの形状や水素量を調査項目とした。

2. 調査対象

調査対象は横桁ウェブから抜き取ったボルト F11T W7/8 × 60 である。水素量計測対象については抜き取り後速やかにドライアイスで冷却し、低温（-30℃以下）で保管した。

3. 調査方法および結果

(1) 表面観察

図-1 にボルト表面の発錆状況を観察し、孔食形状をレーザー顕微鏡で計測した結果の一例を示す。表面には赤錆が生成しており、孔食深さは最大 120 μm であった。孔食の深さ／幅比は 0.1～0.4 であり、応力集中部となる可能性はあるものの、直ちに破壊の起点となるような形状の腐食は見られなかった。

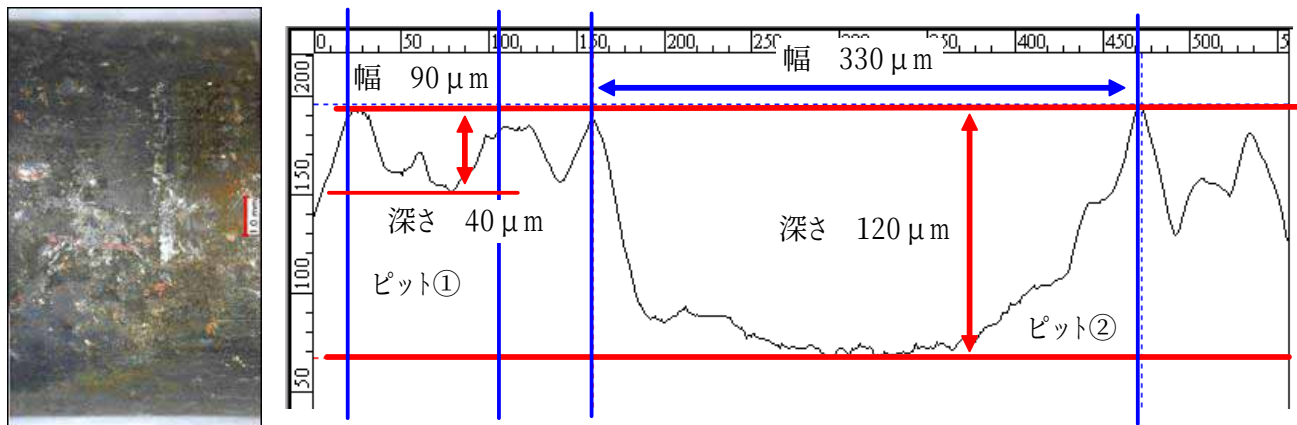


図-1 ボルト軸部の表面外観および孔食形状

(2) 断面観察

写真-1 にねじ底の断面の一例を示す。ねじ底の形状は R=0.3mm であり加工不良等は見られなかった。遅れ破壊を起こしやすくする侵りんは認められなかった。

(3) 硬度分布

ねじ底表層から内部までの断面の硬さ分布を図-2 に示す。2 本について測ったが、硬さはほぼ一定で規格の強度範囲内に相当する硬さであり、表面の硬化や軟化は認められなかった。

キーワード 遅れ破壊, 水素, ハイテンボルト, F 1 1 T, 鋼橋

連絡先 〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5 (株)コベルコ科研 腐食防食技術部 TEL078-992-6894

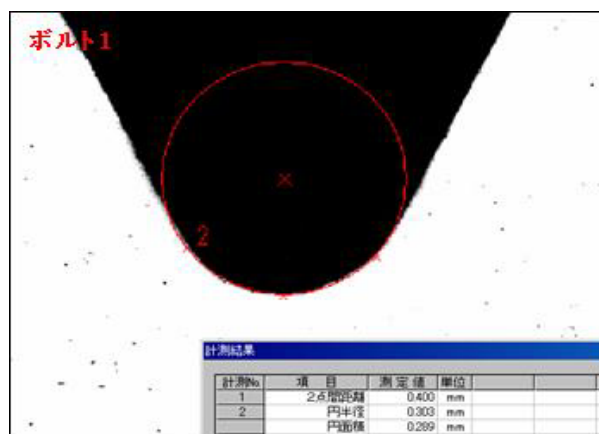


写真-1 ねじ底の断面

(4) 水素量

図-3は抜き取ったボルトの水素放出曲線の一例である。この図で約130℃付近に放出のピークを持つ水素、すなわち拡散性水素が水素脆化の原因であり、この値がある限界値以下であれば遅れ破壊を起こさないといわれている。

表-1には5本のボルトの350℃までの水素放出速度の積分値（拡散性水素量）を示す。拡散性水素量は最大のもので0.17ppmであった。F11Tボルトの危険域は0.7ppm以上とされており⁴⁾、今回の水素量では遅れ破壊の危険は小さいといえる。

4. まとめ

抜き取ったボルトを調査した結果、応力集中の原因となる表面のキズや孔食は一部に見られたが、硬さ分布やねじ底形状には異常が認められなかった。拡散性水素は最大0.17ppmであり、危険域の下限の0.7ppmより十分に小さかった。これらの結果から現時点で遅れ破壊の危険は小さいといえる。ただし、腐食性の高い環境にあるものは、今後水素侵入や孔食の進展によって、遅れ破壊の可能性が高くなることが懸念されるので、これらのボルトの点検、取替え等を念頭においた維持管理方針を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 山本俊二, 藤田達: R&D, 18, No.3, 93
- 2) 松山晋作: 鉄と鋼, 69(1983), 903
- 3) 阪下真司, 秋山英二, 津崎兼彰, 松山晋作: 材料とプロセス Vol.14 (2001), 643
- 4) 松山晋作: 「遅れ破壊」, 日刊工業新聞社(1989), 70

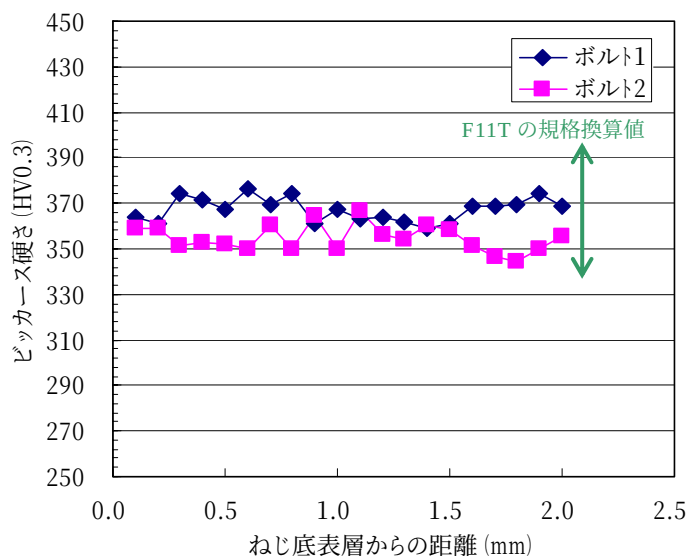


図-2 硬さ分布

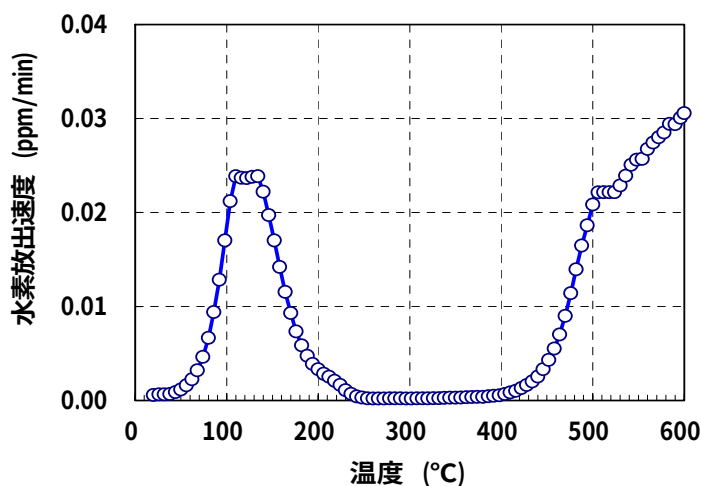


図-3 水素放出曲線

表-1 ボルトの拡散性水素量

No.	拡散性水素量(ppm)
1	0.105
2	0.125
3	0.149
4	0.169
5	0.136