

8 . 遅れ破壊について

遅れ破壊とは、高強度鋼部品が静的な負荷応力を受けた状態で、ある時間を経過したとき、外見上は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と言えます。

図 8 - 1 に、遅れ破壊したボルト破断面の写真を示します。破断面の特徴は、破壊の起点部付近に結晶粒間で破壊が進展する粒界破壊が認められることです。

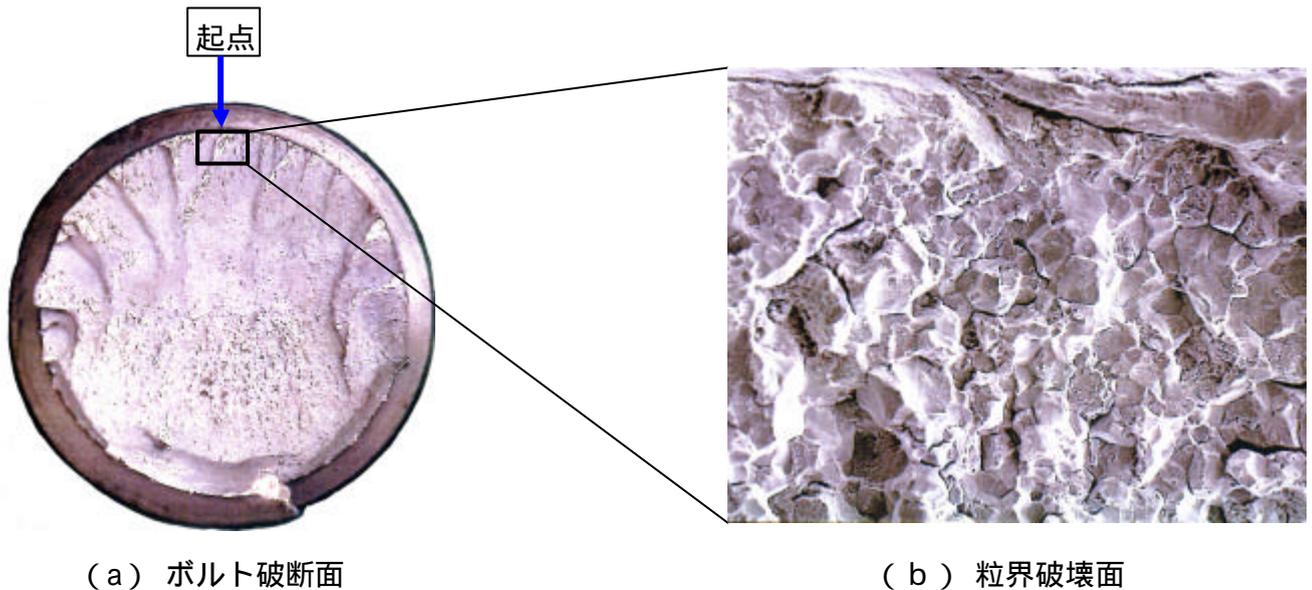


図 8 - 1. 遅れ破壊ボルトの破断面写真

8-1.遅れ破壊の要因と破壊部位

破壊が弾性限界内でしかも静的な負荷応力の条件下で発生する場合は、腐食による応力面の断面欠損によるか、材質の脆化現象によるかのどちらかですが、遅れ破壊は後者によるものであり、その脆化現象は、水素脆性によるものと考えられています。遅れ破壊で問題とされる水素は、表面の腐食等により、外部から鋼中に侵入します。よって、下記のような使用環境においては、注意が必要です。

- ・ 屋外など湿潤環境に曝される場合
- ・ 表面腐食を助長するような溶剤等に曝される場合
- ・ 異種金属との接触（種類によっては局部電池を形成し、電食が発生）

ボルトは、不完全ねじ部、めねじとはめあった第一ねじ山部、頭部首下丸み部など形状的に応力集中を受けやすい部分があり、これらの部位で遅れ破壊が発生しやすくなります。

8-2.六角穴付きボルトの遅れ破壊対策

引張強さの管理

一般に高強度になるほど遅れ破壊の感受性が高くなるとされています。六角穴付きボルトは、必要以上に高強度にならないよう管理されています。

表層部の硬化（浸炭など）防止

浸炭等により表面が硬化すると遅れ破壊の要因になります。表層部を微脱炭させると遅れ破壊に対して優位になるため、規定の範囲内で均一組織～微脱炭とし、適切な表面硬度にコントロールされています。

応力集中を大きくしない形状

遅れ破壊は一般に応力集中部で発生しており、特に不完全ねじ部での発生率が高くなっております。六角穴付きボルトは、不完全ねじ部の切り欠き係数を下げる対策が施されています。

良好なメタルフロー

圧造によって成形された六角穴付きボルトは、遅れ破壊を引起し易い部位である首下R部やねじ部は、良好なメタルフローになっています。

その他

各鋼材メーカーにより、耐遅れ破壊特性を向上させた材料、高強度ボルト用材料等の開発が行われています。使用条件によっては、遅れ破壊対策としてそれらの材料を選定することが有効な手段になります。

8-3.使用上の注意について

六角穴付きボルトへの電気めっき処理は、その処理工程において水素が侵入するため注意が必要です。遅れ破壊の危険があるため、通常強度区分 12.9 のボルトに電気めっきは行われておりません。また、強度区分 10.9 に電気めっきを行う場合は、処理工程の変更、脱水素処理（ベーキング）等の注意が必要になります。

適切な塗料や油塗布など十分な防錆処理を施せば、遅れ破壊が発生しにくくなります。六角穴付きボルトは汎用ボルトの中では J I S 規格の最高強度区分に属する締結部品にも拘らず、遅れ破壊の発生が極めて少ないのは、使用される雰囲気が比較的良好であること、かつ十分な防錆処置が施されているために、水素の侵入が抑えられている点が大きいといえます。

遅れ破壊を防止するには、腐食に影響を及ぼす使用環境に注意し、定期点検を怠らず腐食の激しいボルトは早め早めに交換することが有効です。