

(686) 鋼片加熱炉におけるSUS304スタッドボルトの応力腐食割れ事例と対策

新日鐵(株) 八幡技術研究部 ○溝口 茂 山本一雄
八幡 設備部 山田昌寿

1. 緒 言

SUS 304 スタッドボルト（断熱材固定ボルト）の大量折損により，鋼片加熱炉の天井断熱材が $20m^2$ も落下する事故を経験した。本報告は，同種の事故を防止する観点から，その原因と対策を検討したものである。

2. 供試材の履歴

スタッドボルト（以下ボルトと省略）は，Fig.1 に示すように，加熱炉天井鉄皮（SS41，4.5 mm厚）に抵抗溶接で植付けられ，断熱材を固定する役を果している。なお鉄皮温度は約 $60^{\circ}C$ ，炉内温度は $600\sim 800^{\circ}C$ であった。断熱材の落下は稼動3年後に生じた。

3. 調査結果および考察

折損ボルトと鉄皮および周辺の断熱材を供試材として，ミクロ組織，断面硬度，腐食生成物等の調査を行った。

- (1) 折損ボルトには Fig.2-(a) に示すように，外表面から内部に伝播した多数のき裂が存在する。このき裂は無数に枝分れしており，Fig.2-(b) に示すように貫粒型である。なお炭化物の析出が認められないことから，ボルト-断熱材界面は $400^{\circ}C$ 以下と推定された。
- (2) 折損ボルトの表面近傍の Hv 硬さは，新品ボルトに比較して $\Delta Hv = 10\sim 40$ 上昇していた。これは歪量に換算すると $1\sim 4\%$ に相当する。
- (3) 折損ボルトの腐食生成物には 40 ppm，鉄皮の錆には 150 ppm，鉄皮と接触していた断熱材（シリカボード）には 400 ppm の塩素イオンがそれぞれ検出された。なおボルトの腐食生成物および鉄皮錆の溶出水 pH は $6.5\sim 6.8$ であった。
- (4) 以上の結果，SUS 304 スタッドボルトの使用条件（環境）は Table 1 のようになり，応力腐食割れを誘発し易い状態にあったと推定された。

Table 1. Working conditions of SUS 304 stud bolt.

Strain (%)	Cl ⁻ (ppm)	Temp. (°C)	pH
1~4	40~400	60~400	6.5~6.8

4. 結論および対策

SUS 304 スタッドボルトの折損は応力腐食割れが原因であった。したがって同種の事故防止には塩素イオンの混入を阻止する（冷却海水の漏れ防止，断熱材の選定）と同時に，耐応力腐食割れ材料（例えば SUS 310 S）を使用することがあげられる。

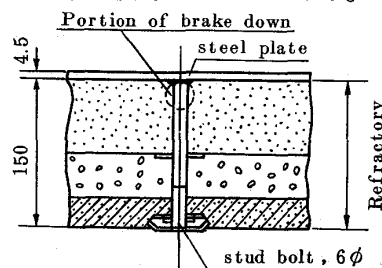


Fig. 1 Arrangement of stud bolt.

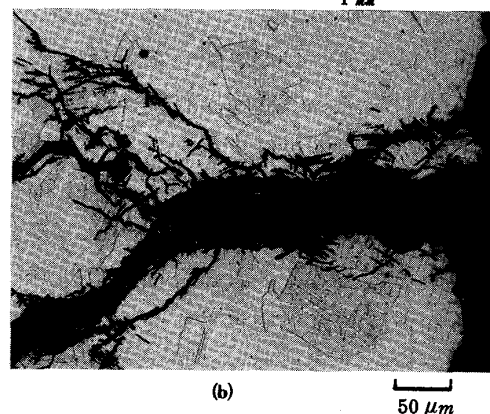


Fig. 2 Micro-structure of SCC fracture of stud bolt (SUS 304).