

溶接部に発生するクレータと割れに関する調査研究

— その2 調査結果 —

溶接部 溶接欠陥 クレータ  
割れ 蛍光磁粉探傷

正会員 ○石川 智也\*1 甲田 輝久\*2  
三瓶 文彦\*3 正会員 藤田 哲也\*4  
安田 正治\*5 同 土屋 芳弘\*6  
正会員 鈴川 衛\*7

1. はじめに

クレータには溶接熱の冷却による溶着金属の収縮で高温割れが発生する懸念がある。目視で確認できる割れが発生することは稀であるが、目視確認できない程度の割れが発生していることをその1で報告した。その2では、蛍光磁粉探傷試験で割れが確認された試験体を対象にして、クレータの平面形状やへこみと割れの関係、発生した割れの深さを報告する。

2. クレータ形状と割れの関係

2.1 平面形状と割れの関係

クレータの平面形状と割れの発生状況を知るために、クレータ辺長比 ( $W1/W2$ ) と割れ発生率の関係を図-2.1に示す。クレータ辺長比は1/2付近で多く、1/1~1/2で62%を占めた。

クレータ長さ ( $W2$ ) と割れ長さの関係を図-2.2に示す。クレータ長さが大きくなるほど割れ長さが大きくなる傾向であった。

試験体数に対する割れがある割合を割れ発生率として、クレータ辺長比 ( $W1/W2$ ) との関係を図-2.3に、クレータ平面積 ( $W1*W2$ ) との関係を図-2.4に示す。辺長比が小さくなり、かつ平面積が大きくなるほど、割れ発生率が高くなった。

2.2 断面形状と割れの関係

クレータの断面形状と割れの発生状況を知るために、割れ発生率とクレータへこみ深さ ( $\Delta h$ ) の関係を図-2.5に、クレータ断面積 ( $\Delta h * W2$ ) との関係を図-2.6に、クレータ体積 ( $\Delta h * W1 * W2$ ) との関係を図-2.7に示す。

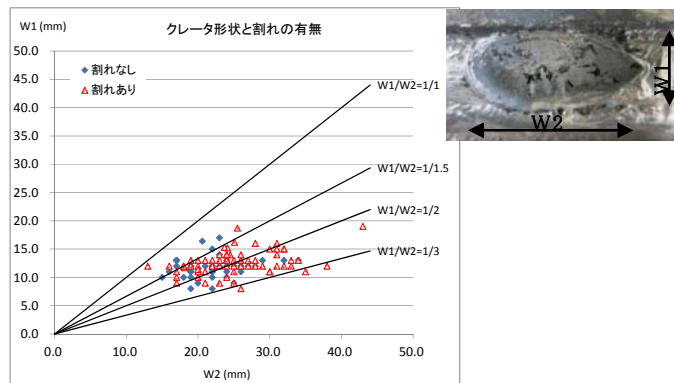


図-2.1 クレータ辺長比 ( $W1/W2$ ) と割れ有無

クレータのへこみ深さが大きくなるほど、また、クレータの (へこみ深さ×長さ) と、(へこみ深さ×長さ×幅) が大きくなるほど、割れ発生率が高くなっている。

発生した割れの方向と溶接線方向との関係を図-2.7に示す。割れが発生した試験体は73体であったが、71体(97%)が溶接線方向の割れであった。

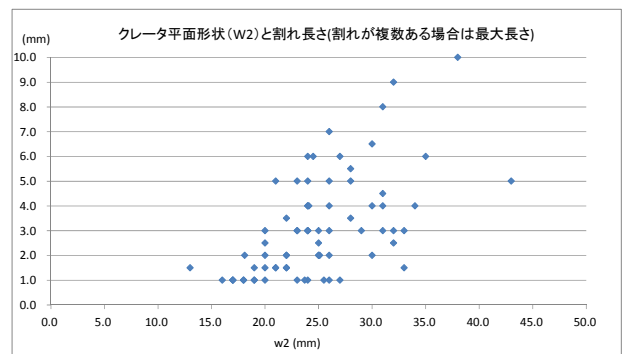


図-2.2 クレータ長さ ( $W2$ ) と割れ長さ

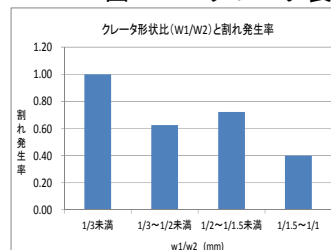


図-2.3 辺長比と割れ発生率

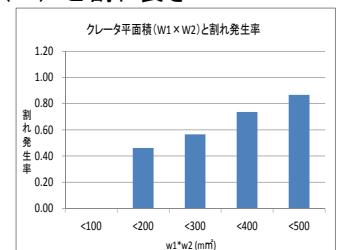


図-2.4 平面積と割れ発生率

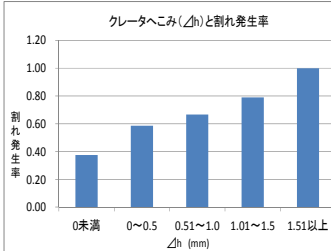


図-2.5 へこみと割れ発生率

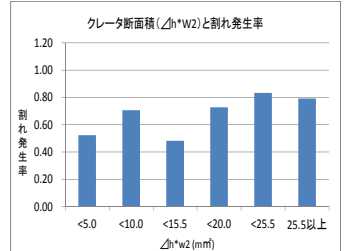


図-2.6 断面積と割れ発生率

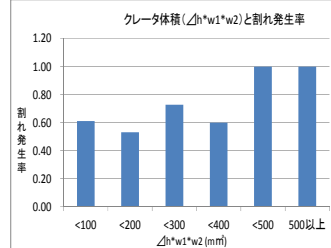


図-2.7 体積と割れ発生率

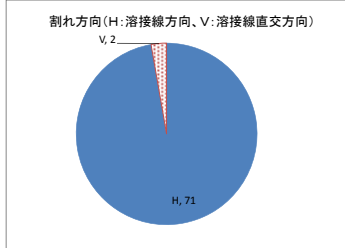


図-2.8 クレータ割れの方向

表-3.1 推定割れ深さ

断面観察 試験体 番号	割れ 長さ (mm)	推定される最大 割れ深さ (mm)	推定される 割れ幅 (mm)	切削位置
1	3.0	0.4	0~0.4	始点、1/2
2a	4.0	0.3	0~0.2	始点、1/2
2b	6.0	0.7	0~0.7	始点、1/2
3	2.0	0.2	0~0.5	始点、1/2
4	10.0	0.7	0~1.0	-1mmから1mm毎に切削
5a	1.5	0.3	0.4~0.5	始点、1/2
5b	3.5	0.7	0.6~0.7	始点、1/2
6	9.0	0.7	0~1.0	始点、1/4、2/4、3/4
7	5.0	0.5	0~1.0	始点、1/2

試験体 2 及び 5 は二本の割れが確認されたため、それぞれ a,b の記号を添えた。

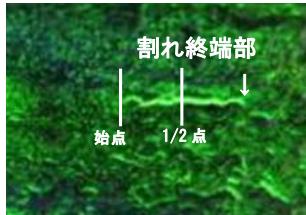


図-3.1 切断観察位置



写真-3.5 試験体 2 0/10※



写真-3.1 試験体 2b 3/6※



写真-3.6 試験体 4 3/10※



写真-3.2 試験体 4 6/10※

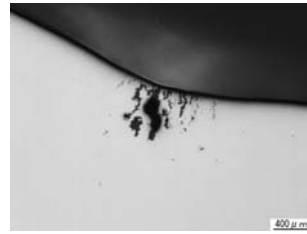


写真-3.7 試験体 4 5/10※

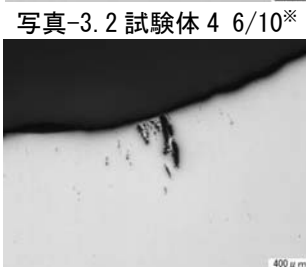


写真-3.3 試験体 6 4.5/9※

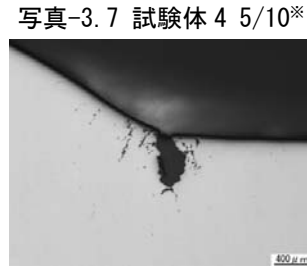


写真-3.8 試験体 4 7/10※

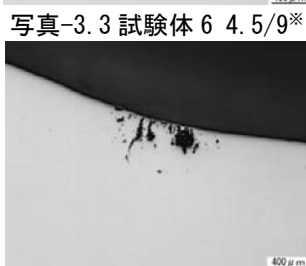


写真-3.4 試験体 7 2.5/5※

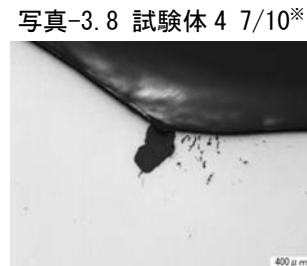


写真-3.9 試験体 4 9/10※

※：“切断面の始点からの位置(mm)/割れ長さ(mm)”を示す。

### 3. 断面観察

#### 3.1 断面観察概要

割れが確認できた試験体のうち、割れ長さが比較的大きい試験体を抽出して割れ方向と直角に切断して断面観察を行った。観察位置は図-3.1 に示す通り、割れのクレータ中心側を始点と定め、始点と割れ長さ中心位置の切断面を光学顕微鏡で切断面観察した。割れ長さが比較的大く観察された試験体 6 (割れ長さ 9.0mm)及び試験体 4 (割れ長さ 10.0mm)の試験体については切断位置を増やした。試験体 6 は始点、割れ長さ 1/4 の始点から 2.25mm、1/2 の始点から 4.5mm、3/4 の始点から 6.75mm で、試験体 4 は始点から-1mm の位置から 1mm 毎に切断した。割れ断面観察を行った試験体一覧及び観察された割れ深さ(試験体 7 体、割れ 9 ヶ所)を表-3.1 に示す。

#### 3.2 断面観察結果

代表的な割れ断面の撮影記録を写真-3.1~3.9 に示す。写真-3.1 は割れ長さ 6.0mm の試験体 2b で始点から 3.0mm 位置の断面、写真-3.2 は割れ長さ 10.0mm の試験体 4 で始点から 6.0mm 位置の断面、写真-3.3 は割れ長さ 9.0mm の試験体 6 で始点から 4.5mm 位置の断面、写真-3.4 は割れ長さ 5.0mm の試験体 7 で始点から 2.5mm 位置の断面である。蛍光磁粉探傷試験では一筋に見えた割れは、いずれも複数の微細な割れによって構成されていた。われ形状は、ほとんどが鈍らな切り欠き形状であった。切り欠き深さについては 0.7mm が最大であった。

試験体 4 について割れの長さ方向における深さと幅の推移を写真-3.2、3.5~3.9 で観察する。割れ左端側を始点とし、始点位置では殆ど割れは観察されず、始点から 5mm (写真-3.5~3.7) まで徐々に割れが広がっている。始点から 6mm (写真-3.2) で、最大幅で 1mm 程度となり、始点から 7mm では割れ形状に変化が生じている。これらから切断位置によって割れ深さ、幅、割れ形状が変化している様子が確認できた。

### 4. まとめ

クレータ割れに関して以下のことが確認できた。

- 1) クレータ割れはへこみ寸法、形状に関わらず発生しているが、クレータ平面積が大きく、へこみが大きいと割れ発生率が大きくなる。
- 2) クレータ割れ深さは最大 0.7mm 程度、割れ幅については微細な割れが集積して、最大 1mm 程度の幅を構成する傾向が見られた。
- 3) 目視で確認できないクレータ割れの影響について、今後更なる考察が必要と考える。

謝辞：この研究はAW検定協議会研究評価委員会にて実施した。試験体提供に協力頂いた工場、切削および観察の記録に協力頂いた JFE テクノリサーチ株式会社、その他関係各位に謝意を表す。

\*1 石本建築事務所 \*2 三井住友建設  
\*3 織本構造設計 \*4 日本設計 \*5 森ビル  
\*6 ジェイアール東海コンサルタンツ \*7 浅沼組

\*1 ISHIMOTO A&E FIRM,INC. \*2 Sumitomo Mitsui Construction Co.,Ltd.  
\*3 Orimoto Structural Engineers & Associates Co., Ltd. \*4 Nihon Sekkei Inc.  
\*5 Mori Building Co., Ltd. \*6 JR-Central Consultants Co. \*7 Asanuma Co.