

溶融亜鉛めっき中のダイヤフラムを有するH形鋼の めっき割れ対策のための構造検討

株式会社デンロコーポレーション

正会員 ○西尾吉史

岩手大学工学部

正会員 岩崎正二 出戸秀明

株式会社デンロコーポレーション

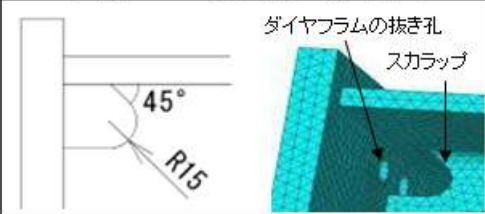
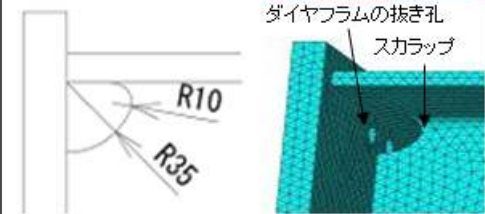
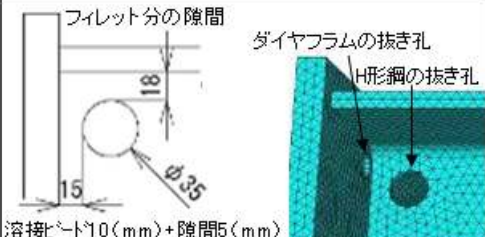
辻英明

1. はじめに

溶融亜鉛めっきによる鋼材の割れは、構造形状、めっき作業条件、鋼材の成分、溶接時の残留応力等が相互に関連し合って発生すると考えられている。構造形状の中で、特にスカラップは割れが生じやすい部位として知られている。そこで本研究では、めっき時に割れが生じにくいスカラップの構造を解析的に検討する。ダイヤフラムを有するH形鋼構造物を解析例として取上げて、形状の異なる2種類のスカラップ、めっき抜き孔を設けたノンスカラップ、およびノンスカラップのみの4種類について、3次元FEMによる熱伝導－弾塑性熱応力連成解析を行う。それらの結果から、溶融亜鉛めっき時に割れが生じにくいスカラップの構造ディテールを検討する。

本解析で用いるスカラップ有無しのモデルパターンを表-1に示す。モデルパターンは、文献¹⁾を参考にしたR形状が異なる2種類のスカラップ、文献²⁾を参考にしたH形鋼にめっき抜き孔を設けたノンスカラップ工法、およびH形鋼にめっき抜き孔を設けないノンスカラップ工法の計4種類とする。

表-1 スカラップ有無しのモデルパターン

	亜鉛めっき抜き孔の形状図	備考
解析1		文献 ¹⁾ を参考にしたスカラップ
解析2		文献 ¹⁾ を参考にしたスカラップ
解析3		文献 ²⁾ を参考にしたノンスカラップ
解析4		H形鋼に抜き孔を設けない形状

2. 解析概要

図-1に示すダイヤフラムとH形鋼の交差部の赤枠部分について、4面体SOLID要素を用いて、図-2に示すようなFEM解析モデルを作成する。

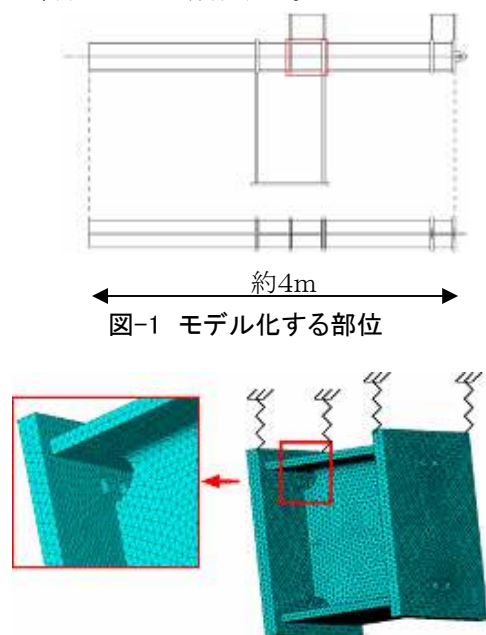


図-2 H形鋼構造物のFEM解析モデル

解析には、汎用FEMプログラムANSYSを用いる。また、解析の流れについては、溶融亜鉛浸漬深さに従い、時刻毎に浸漬条件を変えて3次元熱伝導解析を行い、試験体モ

キーワード 溶融亜鉛めっき、熱伝導－弾塑性熱応力連成解析、スカラップ、ノンスカラップ

連絡先 (岩手県花巻市北湯口第18地割26-17 TEL.0198-27-5501 FAX.0198-27-5502)

デルの温度分布を求める。その得られた時刻毎の温度分布を外力として3次元FEMを用いた弾塑性熱応力解析を行うことにより、熱応力分布を求める。

鋼材の材料特性については、SS400鋼材の降伏点応力は、JIS規格から $2.45 \times 10^8 (\text{N/m}^2)$ 以上であるので、実際の鋼材のミルシート値 $3.59 \times 10^8 (\text{N/m}^2)$ を本解析の降伏点応力として適用し、温度依存性なしとして一定値を設定した。その他の材料特性については、文献³⁾⁴⁾を参考に高温時の温度依存性を考慮する。

3. 解析結果と考察

解析1の熱伝導－弾塑性熱応力連成解析の結果から、Y方向の最大応力発生時の応力分布図を図-3に示す。

図-3より、H形鋼のスカラップからフィレット方向へ降伏点応力 $3.59 \times 10^8 (\text{N/m}^2)$ を超える応力が発生していることが分かる。また、この最大応力値は鋼材ミルシートの引張り強さ $4.41 \times 10^8 (\text{N/m}^2)$ を超えていないことから、本解析条件において割れは発生していないと推測される。

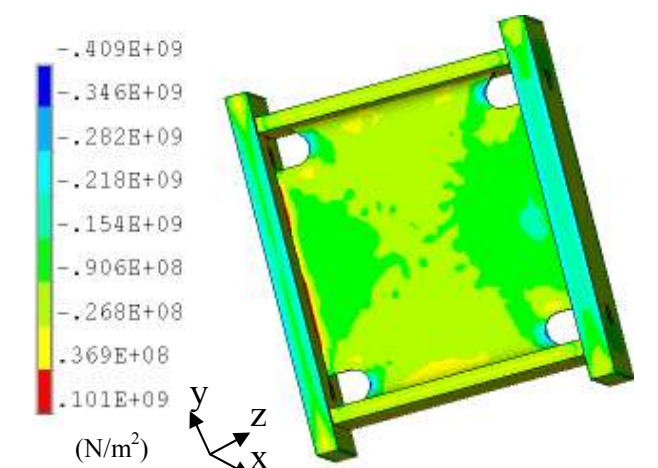


図-3 解析1におけるY方向最大応力発生時の応力分布図

また、表-2に各解析パターン毎の最大圧縮応力一覧を示す。表-2より、解析1および解析2について発生した応力の傾向は同様である。最大応力値は解析1と解析2で差がないことから、両者とも割れの発生する可能性は変わらない。また、解析3についても、解析1と解析2と同様に降伏点応力を超える応力が発生している。その値は、解析1の応力値と比べて7.3%小さいことから、解析3の方が割れの発生する可能性が低いと考えられる。最後に解析4については、ダイヤフラムの厚み方向周辺に降伏点応力以下の最大圧縮応力が発生している。その応力値は、解析1の応力値と比べて35.4%小さいことから、

本解析条件においては解析4の場合が最も割れの発生する可能性が低いと考えられる。

表-2 各解析パターン毎の最大圧縮応力一覧

	最大圧縮応力値 (N/m^2)	解析1との 応力比	最大応力 発生箇所
解析1	0.409×10^9 (浸漬開始 20 秒後)	—	スカラップより フィレットの方向へ最大応力が発生
解析2	0.406×10^9 (浸漬開始 15 秒後)	0.7%減少	スカラップより フィレットの方向へ最大応力が発生
解析3	0.381×10^9 (浸漬開始 10～15 秒後)	7.3%減少	めっき抜き孔よりフィレット およびダイヤフラムの方向へ最大応力が発生
解析4	0.302×10^9 (浸漬開始 10 秒後)	35.4%減少	ダイヤフラムの厚み方向 周辺に最大応力が発生

4. まとめ

本論文では、ダイヤフラムを有するH形鋼構造物を取上げて、スカラップの構造に着目し、割れが生じにくい構造ディテールについて検討した。その結果、本解析条件においては、H形鋼のウェーブにめっき抜き孔を設けずダイヤフラムのみをめっき抜き孔を設けることで、割れが発生する可能性を低減できることが明らかになった。

このように、溶融亜鉛めっきによる割れが発生する要因のうち構造形状については、3次元FEMによる熱伝導－弾塑性熱応力連成解析によって、めっき割れが生じにくい最適な構造（スカラップ形状、板厚比、部材形状、孔位置等）を事前に検討することが可能である。

<参考文献>

- 1) 社団法人日本建築学会：鉄骨工事技術指針－工場製作編,p437,1996
- 2) 社団法人日本建築学会：鉄骨工事技術指針－工場製作編,p594,2007
- 3) 財団法人国土開発技術研究センター：建築物の総合防火設計法第4巻,p118,1989
- 4) 財団法人日本金属学会：金属データブック,改訂4版,p131,2004