第Ⅲ部 研究委員会・研究会の動向

Ⅱ 特別研究会・アドホック研究会・ミニ研究会の動向

特別研究会

「建築鉄骨柱梁溶接接合部における溶融亜鉛めっき割れに関する研究」

護 雅典*, 中込 忠男**, 藤田 哲也***

Experimental Study on Crack of Hot Dip Galvanized Coatings of Welded Joint of Beam-to-Column Connection

by MORI Masanori*, NAKAGOMI Tadao** and FUJITA Tetsuya***

キーワード：建築鉄骨柱梁接合部，溶融亜鉛めっき割れ，冷間成形角形鋼管，残留応力，不めっき処理

1 はじめに

溶接学会特別研究会「建築鉄骨柱梁接合部における溶融亜鉛めっき割れに関する研究」（主査：中込忠男）においては，建築鉄骨におけるめっき割れの発生状況確認，発生要因の整理，溶接部ディテールとの関係等を実験的に把握することを研究目的として活動を行っている．本研究会は2004年9月から始まり，研究会の委員は，大学研究者，学識経験者，設計者，ゼネコン，ファブリケーター，めっき会社，検査会社など建築鉄骨のめっきにかかわる多くの分野から参画している．

本研究会の活動内容については，2006年本誌第75巻で一度，報告を行っているが，これまで，柱梁接合部のスカラップ周りに注目し実大試験体によるめっき割れ再現実験と熱応力解析，割れ破面の解析などを行ってきた．スカラップ周辺のめっき割れの発生状況，めっき抜き孔の形状やその位置については解析を行いその有効性などを現在検討中である．

今回は，スカラップ周り割れ再現実験と平行して行ってきた冷間成形角形鋼管のめっき割れ再現実験に関して報告を行う．

2 冷間成形角形鋼管（以下、角形鋼管と省略する）のめっき割れ再現実験

2.1 角形鋼管のめっき割れの実態

割れの実態に関しては，スカラップ周りの割れと同様，必ずしも明らかになっていない．現象として発生しているのは間違いのないところであるが，めっき工場で割れが認められた時点で廃棄あるいは発注者側で廃棄されてしまうことが多い．したがって割れの写真，図などは残

っていない割れの現物が残ることは非常に少ない．

図1は昨年の報告で示したものであるが，委員から提出された割れの実例である．

角形鋼管では，4つの角が全て割れ，跳ね上がった状態のものや割れが発生しているが板厚方向に貫通していないものもある．

2.2 めっき割れ再現実験と結果

2.2.1 割れの把握と温度測定（前回報告）

角形鋼管□—400×400×22，長さ3m，（引張強さは490N/mm²級）を素管のままめっきを行い，割れ発生の有無を確認した．割れ発生を促す目的で角部にわざとショートビードをおいた．また，めっき時の温度を測定するため鋼管の両端4箇所熱電対を取り付けた．熱電対の設置状況を図2示す．

めっき後，磁粉探傷により割れの確認を行ったが割れ

図1 めっき割れの実例

図2 鋼管試験体

原稿受付 平成19年5月9日

*正 員 (株)竹中工務店 Member, Takenaka Corp.

**正 員 信州大学 Member, Shinshu University

***正 員 日本設計 Member, Nihon Sekkei Inc.

図3 温度測定結果

図4 めっき状況写真

は無かった。図3に温度測定の結果を示す。250～300℃にかけめっき浴中で鋼管の周辺に固体亜鉛が生成していることを思わせる温度変化が得られた。この結果はFEMによる温度解析でも凡そ再現することが出来た。

2.2.2 製造方法別角形鋼管の割れ再現

2.2.1に使用した角形鋼管は、日本鉄鋼連盟製品規定 MDCR 0003-2003 (建築構造用冷間プレス成形角形鋼管) による、鋼板をプレス成形して製造されるBCP材であった。角形鋼管の製法にはこの他に、鋼帯あるいは鋼板を一度円形に加工し、その後、角形に成形するロール法がある。ロール法で製造される角形鋼管には、JIS G 3466 (一般構造用角形鋼管) によるSTKRと日本鉄鋼連盟製品規定 MDCR 0002-2003 (建築構造用冷間ロール成形角形鋼管) によるBCRがある。今回は、このSTKRとBCR材について実験を行った。そのうち、STKRに関する実験について簡単に報告する。

○使用した角形鋼管：全てSTKR490 (引張強さの規格下限値 490 N/mm²)

サイズ：□—300×300×12, 350×350×12,
400×400×12 (単位 mm)

長さ：3000, 2100 mm

試験体総数は、7体である。

○実験方法

始めに角部の残留応力を切断法により測定した。

別の実験から、めっき浴に後から入り先に出る部分 (後入れ先出し部と称する) に割れの入る可能性の高いことがわかっていたので、測定された残留応力の大きな部分に割れが発生するように浸漬した。浸漬角度はめっき

図5 発生した割れ

浴に対し約10度、浸漬速度は0.5 m/分とめっきクレーンの能力一杯で遅くした。

また、亜鉛めっき脆化について確認するため、角部に不めっき処理をしたものを3体準備し、同じ条件でめっきを行なった。

更に比較のため、残留応力の小さい側が後入れ先出しとなるようにめっきを行なった。

○残留応力の測定

角形鋼管は冷間 (常温) で曲げ加工されるため角部に加工時の残留応力がある事は知られている。角部の残留応力の影響を把握するため、切断法により角部の残留応力を測定した。その結果、角部内側円周方向に最大で755 N/mm²と母材の引張強さを上回る引張残留応力が測定された。

○めっき後の割れの発生について

角部に不めっき処理を施した試験体3体では、鋼管端部の角部 (1体あたり両端で8箇所) に割れは発生しなかった。

不めっき処理を行なわなかった試験体4体では、角部に割れが発生した。当初の予想通り、後入れ先出し部に割れの発生が集中した。なお、残留応力の大きさによる割れ発生状況の違いは必ずしも明確でなかった。

割れの中には、図5示すような、板厚12 mmを貫通するものもあった。

○割れ部分の詳細について

割れ発生部分の詳細な破面観察を現在行なっている。

3 おわりに

今回、建築鉄骨柱梁接合部の内、柱に多用される角形鋼管についてめっき割れの再現実験を行った。その結果、不めっき部分には割れが発生していないことから、割れ発生の一因として鋼材が溶融亜鉛と接することによるめっき脆化であることが再度確認できた。従って溶融亜鉛との接触を防ぐ意味での不めっき処理の効果が確認できた。

不めっき処理はこれまで、めっき後の溶接施工性確保のためあるいは高力ボルト摩擦面確保のために行われることを主目的としていたが、めっき割れ防止にも大きな役割を果たすと考えることが出来る。

鋼管端部のように自由に変形し得る個所では、めっき

脆化の他に、残留応力や熱変形が重なりめっき割れが発生すると考えられるので、現在、角形鋼管の端部にエンドプレートをつけた場合のめっき割れの有無、その他、熱変形などについて解析的研究を継続している。

角形鋼管のめっき割れは鋼管の内面に入ることが多く、外側からの目視で発見できない。また、一旦割れが入ると補修も困難である。そのため、(社)日本建築学会標準仕様書鉄骨工事 JASS 6 では、事前のめっき割れ確認試験を提案している。今回の実験研究がその事前試験の要因削減につながれば幸いである。

研究を進めるにあたり、試験体製作・めっき作業で

(株)デンコーの中島氏、温度測定・ひずみ測定・破面観察で住友金属テクノロジー(株)の緒方氏に多大な協力をいただいた。両氏をはじめ、本研究会に対しご支援いただいた溶接学会、委員会活動にご協力をいただいた委員各位に感謝の意を表します。

文 献

- 1) (社)日本鋼構造協会：建築用溶融亜鉛めっき構造物の手引き（改訂版），2002. 2.
- 2) (株)巴コーポレーション・(株)巴技研：-解説-溶融亜鉛めっき大型構造物のめっき割れ現象とその防止法，2001. 1.
- 3) (社)日本建築学会：建築工事標準仕様書 JASS6，2007.