第Ⅲ部 研究委員会の動向

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、スカラップ形状、めっき抜き孔、CEZ

1.1 はじめに

建築鉄骨溶接特別研究会は建築鉄骨にかかわるテーマを検討してきた。過去には、「パス間温度と溶接熱量の効率的な管理」「電炉 H 形鋼の溶接性能について」などをテーマとしてきたが、今回は、建築鉄骨における溶融亜鉛めっき割れ（以下、めっき割れと略す）を取り上げた。

建築鉄骨柱梁溶接部のスカラップ部分でめっき割れが発生していることが報告されているが、公式に発表されているケースは少ない。めっき工場にてめっき割れ発生が報告されたとしても、めっき作業の発注者がそのまま引き取り、その部分を手直ししてしまうケースが多く、詳細な発生状況や、発生原因が明らかになっていないといえない。

建築鉄骨工事の標準仕様書である日本建築学会標準仕様書鉄骨工事 JASS6、同鉄骨工事技術指針では、鋼材単体ないしリブプレートのような簡単な部品が取り付け状態を念頭において溶融亜鉛めっきの施工手順、検査などが記述されているにすぎず、また、検査項目に「めっき割れ」についての記述は無い。従って上記のような柱梁溶接部に対応できていないのが現状である。

このような状況を踏まえ、溶接学会特別研究会「建築鉄骨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。

1.2 活動内容

本研究会は 2004 年 9 月から実質的活動を始めた。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。ここでは、これまでの活動内容と結果の一部を紹介する。

1.2.1 文献調査

めっき割れに関しては送電鉄塔用鉄骨材料の開発において多くの研究が行われ、その結果は JIS に結実している。文献としては、これに関して多くのものがあることが再認識された。しかしながら建築鉄骨で多用される引張強度 400 N/mm²（以下、400 N と略す）、490 N/mm²（以下、490 N と略す）級鋼材についてはほとんど無い、あるいは、鉄塔用鋼材開発の過程において、引張強度 490 N 以下の鋼材ではめっき割れは生じないとして研究対象から外れていることがわかった。

1.2.2 めっき割れの実態

1.1 で述べたように現実の工事ではめっき割れの報告がある。しかしながら、めっき作業の発注者がそのまま引き取る、補修するなどめっき割れの現物が残っていない事がほとんどで、写真、あるいは担当者の記憶のなかにしか残っていない事がわかった。結果として、その原因について調査・検討した事例が少ないことがわかった。図 1 に委員から提出されためっき割れの実例を示す。

1.2.3 めっき割れ再現実験と結果

研究を進めるにあたり、めっき割れの現物がなければならぬということで、めっき割れの再現実験を計画・実施した。めっき作業における各種要因を「めっき割れ

図 1 めっき割れの実例

原稿受付 平成18年5月1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2 鋼管試験体

図3 温度測定結果

図4 試験体形状

を発生させる可能性が高くなる」ように組合せ、実験を計画した。以下、実験の概要と結果の一部を紹介する。

① 角形鋼管

冷間成形角形鋼管□—400×400×22、長さ3m、(引張強度は490N級)を素管のままめっきを行い、めっき割れ発生の有無を確認した。めっき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、磁粉探傷によりめっき割れの確認を行ったがめっき割れは無かった。図3に温度測定の結果を示す。

図5-1 改良形スカラップ周辺

図5-2 改良形スカラップ周辺

図6 ノンスカラップ：丸孔方式

図7 母材部のめっき割れ

250～300℃にめっき浴中で鋼管の周辺に固体重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 柱梁接合部

図4に示すような柱梁接合部を模した実大の試験体を作成し、再現試験を行った。

主な実験要因は、柱梁接合部のスカラップの形状(改良形スカラップ、ノンスカラップ)、回し溶接止端部の仕上げの有無、めっき抜き孔形状の違いである。ここでも梁の端部、スカラップ近傍でめっき時の温度測定を行っている。鋼材の引張強度は梁400N、柱490Nである。

めっき後、浸透探傷試験を行いめっき割れの有無を確認した。その結果の一例を図5～図7に示す。

図8 破面観察用試験片

図9 EDXによる定性分析結果

その結果

- ・ノンスクラップの場合、フランジに滑らかに接している側にめっき割れは無かった。
- ・スチフナーの角部めっき抜き孔周辺の回し溶接止端部を仕上げない場合、めっき割れが発生していた。
- ・めっき抜き孔を丸孔とした場合、その周辺にめっき割れの発生は無かった。

図4の柱端部水平スチフナーめっき抜き部で、溶接止端部からやや離れた母材部にめっき割れが認められた(図7に示す)。めっき割れ部分を含むように図7の破線に沿って切り出し、この破面について走査型電子顕微鏡

(SEM)による観察とエネルギー分散型X線分析装置(EDX)による破面付着物の定性分析を行った。

図8は、図7の破線部分の切り出し後に行った浸透探傷試験でのめっき割れ位置を示す。

図8に示されためっき割れ部分を冷却して割裂し、その破面をEDXにより分析した。

図9にEDXの結果を示すが破面内に亜鉛が検出され、めっき工程中でのめっき割れと考えることができる。

1.3 おわりに

今回、建築鉄骨に多用される400N・490N級鋼材を使用しめっき割れの再現実験を行った。温度解析、応力解析など詳細な検討については現在継続中であるが、めっき割れの発生について何らかの傾向・原因はつかめたのではないかと考えている。ただし、今回取り上げることのできなかった要因も多く、今後の課題としたい。特に、鋼材厚の組合せや400N・490N級鋼材における溶融亜鉛めっき割れ感受性当量(CEZ)の適用範囲の検討はめっき割れを事前に防ぐ有用な情報となりうると考える。

本研究会の研究を契機とし、建築鉄骨においても実験や研究が進むことを期待したい。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：一解説—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JASS6，1996.
- (4) 小山ら：鉄骨仕口スカラップの溶融亜鉛めっき割れに関する検討，溶接学会論文集，第22巻，第3号，2004.
- (5) 武田：亜鉛めっき割れ評価法，溶接学会誌，第71巻，第4号，2002.