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：溶融亜鉛メッキ，めっき割れ，冷間加工，
残留応力測定，ひずみゲージ測定，X線回折測定

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）は2004年9月から始まり，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委員が参画している。

本研究会で提案しためっき割れ対策を施した柱梁接合部の変形性能・耐力を確認するため実大柱梁接合部の載荷実験を行い，その結果を本誌にて報告した。

- 1) 柱梁溶接接合部についてノンスラップ+丸孔（孔径40mm）形式を用いても一般的なノンスラップに比べて変形能力および耐力はほとんど低下しない。
 - 2) 柱梁接合部における裏当て金の組立て溶接を全線溶接しても変形能力および耐力はほとんど低下しない。
- 本報告では，その後の成果について以下にのべる。

2 昨年度の報告

2.1 X線回折による残留応力測定とその結果

柱梁接合部のめっき割れ対策後の変形能力・耐力について一応の目途がついたこともあり，年初の計画では年度一杯で本研究会は活動終了の予定であった。

しかしながら残留応力とめっき割れの関係については不明確な点が残っていた。研究会委員の協力により，冷間曲げ加工材の残留応力測定にX線回折測定機が使用できることになったので，X線回折測定法についてその適応可能性の検討を主に既往の論文により行なった。その結果，X線回折測定法でめっき割れ発生に寄与すると考えられる鋼材の極表面の応力測定が可能であること，ひ

ずみゲージによる測定は鋼材断面の平均的な応力を与えることがわかった。

これをうけ，信州大学で行なった冷間成形角形鋼管のひずみゲージを用いた残留応力測定と同じ試験片をX線回折測定法で測定した。測定方法は傾斜法/Ψ一定法で，入射波照射面積は3×3mmである。使用した材料はこれまでメッキ割れ再現実験に使用してきたSTKR490□—300×300×12である。

図1に信州大学の試験体のひずみゲージ添付位置と切

図1 歪みゲージ添付位置および切断順序

図2 歪みゲージによる残留応力測定結果

原稿受付 平成23年4月4日

*正 員 株式会社竹中工務店 Member, Takenaka Corp.

**正 員 信州大学 Member, Shinshu University

***正 員 株式会社日本設計 Member, Nihon Sekkei Inc.

図3 X線回折による残留応力測定結果

図4 X線残留応力測定に必要な幾何学的制約

断順序を示す。図中の丸数字は切断順序、数字はひずみゲージ番号（奇数は外表面、偶数は内表面）を示す。そして切断法により 30 mm 角にまで切断し、切断により変化したひずみ量から残留応力を算出した。なおここでの残留応力は鋼管円周方向の値を示す。図 2 に試験体の長さ方向のほぼ中央位置のゲージ 37 番と 38 番の結果を示す。材料端部からの切断の進行により残留応力の値は変化するものの最終的には内面・外面ともひずみゲージの測定値は殆どゼロであった。

図 3 にゲージ番号 37, 38 に該当する位置での X 線回折測定結果を示す。ゲージ 38 番にあたる角部内側の円周方向（▲）では表面から深さ 300 μm までは 120~190 MPa の引張り、ゲージ 37 番にあたる角部外側の円周方向（△）では深さ 100 μm までは 250~3 MPa の圧縮、深さ 150 μm~300 μm までは極小さい引張（18 MPa）程度の残留応力が測定された。

ひずみゲージの測定では残留応力は殆どゼロであったが、鋼管内外面とも極表面では残留応力が残っていたことがわかる。これまでは 30 mm まで切断した状態を残留応力の解放点（応力ゼロ）として考えていたが、今後は X 線回折で測定された極表面の残留応力の存在を念頭に検討する必要がある。

2.2 今後の予定

溶融亜鉛めっき割れに鋼管表面の残留応力が影響することはこれまで報告してきたとおりである。また、ひずみゲージ測定では残留応力が無いとしていた場合であっても、鋼管の極表面には残留応力が存在することがわかった。

今後、化学成分を変化させた鋼材を短冊形に加工した

図5 X線残留応力測定の例

あと鋼管を模するため U 形に曲げ加工し、さらに内面内側にセットしたボルトによりひずみを付加してめっき割れ実験を行う予定である。（図 4 参照）。

そしてめっき割れ発生と曲げ加工による結晶粒の変化や残留応力の大小、化学成分の影響などの関係についてまとめる。なお、残留応力の測定はひずみゲージと X 線回折（材料学会が規定する X 線応力測定標準に準拠）で行う。

X 線回折にあたっては、入射波の照射と検出器に光が飛び込む光路を確保する必要がある。これらの幾何学的制約を満足するには図 4 に示すような追加ひずみ付加用ボルトと U 形に曲げられた試験片の一部を除去する必要がある。実験にあたってはこの条件を満足する試験体形状とする必要があり、現在、X 線回折機と試験体形状の大きさについて検討を行っている。

図 5 に X 線回折により円周多層溶接した SUS316L 製配管の内面を測定している様子を示す。測定は側傾法で $\sin^2\Psi$ を最大 0.5 として溶接線方向の残留応力を測定している。

参考文献

- 1) 日本材料学会：第 44 回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演会論文集 2010 年 7 月
橋本，伊藤，望月：二次元検出器を用いた Ni 基合金溶接部における X 線残留応力測定
望月，橋本，岡野：溶接継手の X 線残留応力計測と数値シミュレーション
- 2) Masahito Mochizuki, Takayuki Kurimura: Round Robin Tests of Welded Residual Stress using X-Ray Diffraction and Computational Simulation IIWDoc.X-1661-09, P.1-16, 2009.