

学位論文の審査結果の要旨

鈴木励一氏は、北海道大学大学院修士課程を修了した後、(株)神戸製鋼所溶接事業部門に入社し、研究員として4年以上の研究歴を有する者であり、博士論文の提出資格があるものと判断する

また、提出された学論論文の内容に関する4編の論文をレフェリー制のある学術雑誌に発表されている。そのうち3編が筆頭著者になっており、講座の論文博士の審査基準（学位申請者が筆頭著者である原著論文3編）を満たしていると判断する。別刷りによってそれぞれの原著論文の内容を確認し、提出された学位論文と食い違いがないことを確認した。

学位論文の内容は以下の通りである。

本論文は、鉄骨建築構造物における柱梁接合部の脆性破壊を防止し、塑性変形能力を向上させることにより、耐震性の向上を図り、安全な建築物を提供することを目的としている。そのために、鉄骨梁端現場溶接接合部に着目し、大掛かりな装置や材料コスト増を要しない簡便な工法であるアーク溶接の機能を積極的に利用している。そして、現場で対応可能な溶接接合部の「形状的改善」と「材質的改善」を共に図れる溶接施工法と溶接材料を新しく提案したものである。

まず、脆性破壊の原因である梁のスカラップ(くり抜き孔)とフランジとの接点における最大応力集中部に、アーク溶接の持つ自由曲面の造形機能「肉盛」を利用し、応力集中を緩和、あるいは材質的に脆性破壊防止に有利な箇所に応力集中部を移動させることに着目し、「スカラップ底肉盛工法」「バックングレス上向肉盛工法」を開発した。そして、スカラップ底周囲を適度な脚長と長さで管理しながらアーク溶接で肉盛することは、従来工程に影響を及ぼすことなく、塑性変形能力が向上することを示した。その改善機構は、(1)応力集中の分散、(2)梁幅中央部の板厚増効果による歪み低下、(3)梁幅中央部と梁幅端の歪みバランスの改善、であることを明らかにした。

現場溶接では梁の天地反転ができないため、下フランジの裏当て金が不可避免的に梁外側に設けられ、外側は地震時に最大引張応力度が作用するため、応力集中による脆性破壊の起点となる。この課題に対し、バックングレス上向肉盛工法を用いて開先外側まで肉盛を施し、応力集中の緩和と移動を行なった。これにより、亀裂が発生・伝播する箇所を、溶接金属や脆性的性質の熱影響部から、高靱性で延性的特性を有する母材非熱影響部へ移動させ、亀裂部の材質的改善を図った。同時に、溶接工の技量負荷が高い上向姿勢の作業性に対し、裏当て金無しで施工できるように、優れた溶接材料を開発した。

そして、現場接合法として、上フランジにノンスカラップ形式、下フランジにスカラップ底肉盛工法とバックングレス上向肉盛工法を用いた上下非対象の梁端仕口形式のディテールを提案した。これら効果を確認するために、柱梁形式の実大モデルの載荷実験を実施し、柱梁接合部は優れた塑性変形能力を発揮できるという結論を得た。

次は、柱と梁を接合する溶接金属の脆性的破壊を防ぐための高靱性化の研究であり、靱性の最大劣化要因となる風による大気混入に着目した。慣例として環境風速は2.0m/sec以下の管理基準が設けられて

いる。しかし、鉄骨建築に必須な多層溶接についての基準はなく、適切な指針となる研究もない。本研究は、風速とシールドガス流量、多層溶接金属の性能の関係を、ガスの流れの可視化手法も加えて検討した。その結果、許容される風速上限は一般的機器では高々0.5m/sec、大流量用の特別な機器を用いても1.0~1.5m/secしか許容出来ず、現場溶接の防風養生基準を強化する必要があると結論づけた。

さらに、梁フランジ完全溶け込み溶接部の開先形状に着目し、靱性向上を目指す手段として、溶接断面面積を小さくする狭開先化により熱影響の軽減を図った。ロボット溶接が不可能な現場では、溶接凝固割れ問題が狭開先化の障害となる。梁特有の端部凝固割れの評価手段がないため、まず定量化手法を確立した。そして、本試験法を用い、凝固割れが起きにくい高性能溶接材料を開発した。これより、溶接部の高靱性化とともに、施工能率の向上と現場建築の短納期対応を可能とした。

これらアーク溶接を用いた応力集中緩和策、新たな溶接材料、溶接時の防風管理やガス流量の基準を組合せて現場溶接に適用することにより、柱梁接合部の品質と変形性能が向上し、鉄骨建築構造物の安全性向上に寄与する研究として高く評価できる。

以上を総合して、本論文を博士論文に十分に値するものと判定し「合格」とした。

公表主要論文名

- ・ 鈴木 励一, 河西龍, 菅哲男, 中込忠男: 現場接合に適した梁端ディテールと溶接工法の組合せに関する研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 79, No. 706, pp. 1991-2001, 2014. 12
- ・ 鈴木 励一, 笹倉秀司, 横田泰之, 佐藤豊幸, 重森康伸, 上仲明郎, 西村仁志, 木曾博之: 多層溶接金属品質を考慮したマグ溶接の耐風性に関する研究, 溶接学会論文集, Vol. 32, No. 4, pp. 242-250, 2014
- ・ 鈴木 励一, 菅哲男, 河西龍, 中込忠男: スカラップ底補強溶接工法による柱梁接合部の変形能力向上, 溶接学会論文集, Vol. 32, No. 2, pp. 73-82, 2014
- ・ 菅哲男, 河西龍, 鈴木 励一, 佐々木誉史, 中込忠男: 鉄骨仕口部マグ溶接のバックングレス化検討, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 78, No. 694, pp. 2049-2056, 2013. 12