

技術開発成果報告書

事業名 住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発
---------------------------	-----------------------------------

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

新自動溶接技術の開発（ロボット溶接において、従来の溶接開先角度 35 度に対して 25 度狭開先を適用、溶接量を約 30%低減）により、25 度狭開先においても安定した溶接継手性能を確保可能とする技術を確立した。その結果、柱製作精度の向上、溶接時間の短縮並びに溶接材料やシールドガス（CO₂）の低減等が図られ、製作効率の向上、環境負荷の軽減を実現し、鉄骨造建築物の安全性向上、作業負荷軽減及び地球環境改善に資することが可能となった。

(2) 実施期間 平成 21 年度～平成 23 年度

(3) 技術開発に掛った経費(3 年間の合計額) 29,650 千円 補助金の額 14,500 千円

(4) 技術開発の構成員

一般社団法人日本鋼構造協会，一般社団法人全国鐵構工業協会

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許 無し

発表した論文 計 22 編

1. 平成 23 年 8 月 日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）小計 10 編
鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 1～10）
2. 平成 24 年 9 月 日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）小計 10 編
鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 11～20）
3. 平成 25 年 4 月 日本建築学会構造系論文集 第 78 巻 第 686 号
冷間成形形鋼管柱ー通しダイアフラム接合部に適用する狭開先ロボット溶接
施工技術 その 1
4. 平成 25 年 9 月 日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）
鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発（その 21）

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

現状、鉄骨造建築物における溶接開先角度は、日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」（日本鋼構造協会「溶接開先標準（JSS I 03-2005）」の抜粋）に規定されている開先標準では 35 度と規定されており、この開先標準に従えば、事前に試験を行って工事監理者の承認を得る必要は無いこととなっている。一方、溶接開先角度 25 度に関しては、半自動溶接での基礎的技術知見が得られている程度に留まっており、一般的に広く普及している多関節ロボット溶接での適用は検討されてこなかった。

25 度狭開先ロボット溶接を可能とした今回の技術開発成果は、これまで市場より希求されていながらも行われていなかった現状のロボット溶接技術の諸課題をブレイクスルーし、鉄骨造建築物の安全性向上、鉄骨製作作業負荷の軽減及び地球環境改善に資するものであり、先導性の高い開発であったと言える。

(2) 技術開発の効率性

日本鋼構造協会に学識者，各種関連団体からの代表者を含む産官学のメンバーから成る「狭開先ロボット溶接技術研究委員会（委員長：森田耕次 東京電機大学特任教授、副委員長：中込忠男 信州大学教授、顧問：青木博文 横浜国立大学名誉教授）」を設置し、委員会の下部組織として WG を構成して具体的研究テーマを設定し研究を推進した。各 WG の研究課題とその成果は、幹事会及びテーマリーダー会議で相互調整を図り、計画的かつ効率的に研究を実施した。また、研究予算も上記研究委員会にて一元管理し、各 WG および研究委員会での必要性、費用対効果を検討した上で執行の可否を判断し、適切な運用を行った。

(3) 実用化・市場化の状況

【実用化】

今回の技術開発により、25度狭開先においても多関節ロボット溶接が可能であり、その溶接継手は必要性能を十分満足するレベルにあることを確認し、実用化の目途を得た。その成果の集大成として、独立行政法人建築研究所の監修を受けた「25度狭開先ロボット溶接マニュアル（－冷間成形角形鋼管と通しダイアフラム溶接部への適用－）」を本年10月に発刊予定である。

【市場化】

講習会等において、上記マニュアルを関係者（ファブリケーター、設計者、工事監理者、工事施工者）に周知し、25度狭開先ロボット溶接の認知度向上を図る。また、日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」等、関係する規準・標準類への今回の研究成果の反映を提言し、25度狭開先ロボット溶接を採用し易くするための基盤整備を進める。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

当初主な課題とした項目に対する研究成果と達成度は以下の通りで、25度狭開先ロボット溶接で製作した溶接継手は必要性能を十分満足するレベルにあることを確認し、当初の目標を達成した。

1) 溶接境界条件の確立

要求仕様の明確化と共に、耐高温割れや本溶接による組立溶接部の再溶融、ガスシールド性の確保などに注目して、狭開先溶接技術に関わる情報収集と整理を行った。その結果、研究課題を明確にすることができ、当初の目標を達成した。

2) 開先組立条件の明確化

「柱部材組立に関する現状把握」及び「切断開先加工コラム（建築構造用冷間ロール成形角形鋼管 BCR、建築構造用冷間プレス成形角形鋼管 BCP、以下総称して冷間成形角形鋼管という。）の寸法精度状況調査」の二つの区分で調査を行い、溶接ロボットの機能面、溶接部の品質面、メーカーやファブリケーターが対応可能な施工面の観点より、適正な開先組立条件を提案し、当初の目標を達成した。

3) 実用化技術の開発

コラムとダイアフラムからなる4体のパイロット溶接試験体を準備して組立溶接（半自動溶接）及びロボット溶接を適用することにより、実作業に立脚した観点から、現状の設備機器及び溶接技能者のレベルを含めて発生する可能性のある問題の有無を検討した。こうした中で確認した課題への対応として、狭開先用のシールドノズルの新たな開発や、テーパー付裏当て金の採用などを行い、当初の目標を達成した。

4) 25度狭開先ロボット溶接継手部の保有耐力性能確認

冷間成形角形鋼管柱と通しダイアフラムの溶接接合に25度狭開先ロボット溶接を適用し、上記の研究成果を反映した条件で製作した試験体4体を用い、実大試験体による繰り返し曲げ載荷試験を実施した。その結果、25度狭開先ロボット溶接継手部の保有耐力性能は要求レベルを十分満足しており、従来の35度開先と同等以上の性能が得られることを確認し、当初の目標を達成した。

5) 「25度狭開先ロボット溶接マニュアル」の発刊

これまでの研究成果を反映した「25度狭開先ロボット溶接マニュアル（－冷間成形角形鋼管と通しダイアフラム溶接部への適用－）」を、独立行政法人建築研究所の監修を得て、本年10月に発刊予定である。本マニュアルは、冷間成形角形鋼管と通しダイアフラムの溶接部に25度狭開先ロボット溶接を採用した場合の柱材としての性能を踏まえて、法令を遵守した上で、鉄骨製作上の注意点、品質管理上の注意点を現時点での最新の技術と知見を踏まえてまとめており、当初の目標を達成した。

(5) 技術開発に関する結果

【成功点】

狭開先ロボット溶接を適用する際の狭開先であるが故の課題である、如何にガスシールド機能を確認するかの研究を推進した。その結果、ノズル端からの長い吹き出しガス層流域を創成する機能の具現化が有効と判断し、当該機能を備えた水冷型狭開先溶接ロボット用のトーチを開発し、最適操業条件（整流方式、ノズル径、ガス流量等）を明確にした。

【残された課題】

25 度狭開先の適用において、溶接ロボットに必要とされる機能を明確にし、その具体的対応方法も明らかにした。しかし、溶接ロボットへの機能実装において、トーチやシールドノズルの自動交換制御システム対応、より耐久性の優れたシールドノズル改善に一工夫必要と考える。また、今後実プロジェクトへの適用事例を積み重ねるなかで、25 度狭開先の適用による溶接時間短縮に起因する CO₂ 発生量低減、エネルギー使用量低減、溶接材料使用量低減や寸法精度改善などの、メリットの定量的把握が必要と考える。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

平成 24 年度は、日本鋼構造協会に「狭開先ロボット溶接フォローアップ委員会（委員長：森田 耕次 千葉大学名誉教授）」を設置し、マニュアルの作成など、開発技術の普及活動を推進した。今後は引続き下記を展開し、開発技術の普及拡大を図る。

1) 「25 度狭開先ロボット溶接マニュアル」(10 月発刊予定) をベースとした普及活動推進

これまでの研究成果を基に講習会を開催し、関係者（ファブリケーター、設計者、工事監理者、工事施工者）に周知し、25 度狭開先ロボット溶接の認知度向上を図る。また、関連団体（全国鐵構工業協会、日本鉄鋼連盟等）においても同様に講習会等を通じて、普及活動を推進する。

2) 各種認証制度（ロボット型式認証、ロボット溶接オペレーター資格認証等）への反映

現在、日本ロボット工業会、AW 検定協議会等の認証機関に提案中であるが、それらの制度に 25 度狭開先ロボット溶接技術が反映されるまでの暫定的な位置付けとして、実施工において十分な品質を確保できることを確認するための標準的な試験方法の検討も進めており、マニュアルの発刊に合わせて紹介する予定である。

3) 各種規準・標準類への反映

日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」等、関係する規準・標準類への今回の研究成果の反映を提言し、25 度狭開先ロボット溶接を採用し易くするための基盤整備を進める。

4) 溶接ロボットへの機能実装におけるレベルアップ

実プロジェクトへの適用にあたり、全国鐵構工業協会とロボットメーカーによる溶接ロボットへの機能実装確認、ハード、ソフト面でのレベルアップを推進する。

5) 狭開先ロボット溶接フォローアップ委員会による普及活動バックアップ

平成 25 年度も引続き上記「狭開先ロボット溶接フォローアップ委員会」を継続し、上記普及活動のフォロー、バックアップを行っている。