

付帯設備の角型鋼管成型における特殊ボルトを使用した組立工法の開発
(その1 生産性検証)

正会員 ○笹賢一* 同 佐藤芳宣*

角型鋼管成型 生産性向上 特殊ボルト
成型時間短縮 付帯設備 煙突

1. はじめに

昨今の建設業では、人手不足及び働き方改革により生産性向上が求められている。この状況下において、付帯設備に用いられる角型鋼管は、溶接により成型されるが、加工においては、技術を有した作業者、作業環境の整備、定められた手順での加工及び品質管理を行う必要がある。さらに、成型後は、鋼管の保管場所や運搬台数が嵩むといった課題がある。それらの解決策として、角型鋼管成型時の角部溶接に代わり、特殊ボルトで成型する工法を考案した。本工法を確立し、煙突や角型高压ダクト、機械設備を覆う筐体といった付帯設備での実用化を目的としている。

図1に普通ボルト及び特殊ボルトの概略、図2に特殊ボルトの締結工程を示す。普通ボルトの場合、ワッシャの配置、トルク管理、ダブルナット等の緩み止めが必要となる。特殊ボルトは、専用工具を使ってピンを緊張させ、既定の軸力に達するとカラーがピン溝に圧着固定される機構となっているため、管理が容易である。加えて、専用工具を配備できれば現地成型も可能となるため、保管場所や運搬台数の課題解決が期待できる。

以上より、特殊ボルト成型は、普通ボルト成型、溶接成型に比べ工数削減となり、生産性向上が期待できる。

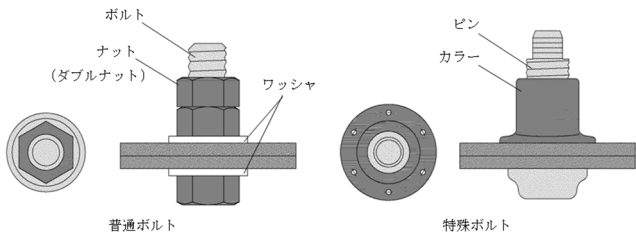


図1. 普通ボルト及び特殊ボルトの概略図

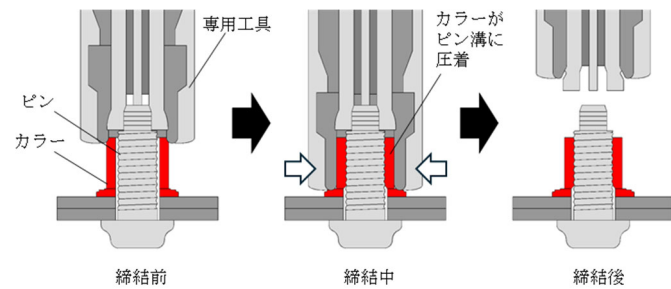


図2. 特殊ボルトの締結工程

角型鋼管に求められる性能は、生産性、構造耐力、気密性、水密性が考えられ、検証が必要である。検証項目を表1に示す。本報では、生産性検証のため、特殊ボルト、普通ボルト、溶接の成型方法の違いによる製作時間を比較した。

表1. 特殊ボルトを用いて成型した鋼管の検証項目

検証項目	試験方法
生産性検証(本報)	組立時間測定
構造耐力検証	3点曲げ試験、振動試験(ボルト)
気密性検証	気密試験
水密性検証	散水試験、水張試験

2. 検証概要

1) 試験体概要

表2、表3に試験体一覧、図3に試験体形状を示す。鋼管外寸150mm×150mm、長さ1,900mm、鋼材厚み4.5mm、材質は全てSS400とした。

ボルト成型試験体(B-1,2)は、鋼管角部外側にフランジ(W=50mm)を設け、その部分でボルト締結する。使用するボルトの径はM12、間隔は100mmとする。ボルト孔径は、特殊ボルト、普通ボルト共に13.5mmとする。

溶接成型試験体(Y-1,2,3)は、図4に示す通り、鋼管角部を溶接する。開先角度を変えた部分溶け込み溶接と裏当金を設けた完全溶け込み溶接の3通りとする。

2) 検証内容

B-1,2はフランジ加工(穴あけ含む)済みの鋼材、Y-1,2,3は開先加工済み(Y-3は裏当金付)の鋼材を、写真1に示す通り、作業台に配置した状態から成型完了までの時間(仮組み、成型)を計測した。これらの事前工程(フランジ加工、穴あけ加工、開先加工等)は機械化が進んでいるため本検証では省略した。成型作業は1名、普通ボルトのトルク管理は+1名とした。

表2. ボルト成型試験体一覧

試験体 名称	分類	仕様		
		使用ボルト	強度区分	トルク管理 (N・m)
B-1	ボルト 成型	特殊ボルト (M12)	10.9	—
B-2		普通ボルト (M12)	4.8	40 (シングルナット)

表 3. 溶接成型試験体一覧

試験体 名称	分類	仕様		
		溶接種類	開先角度	組立
Y-1	溶接 成型	部分溶込	45°	— (突付け)
Y-2			60°	— (突付け)
Y-3		完全溶込	60°	裏当金付 (ルートギャップ 2mm)

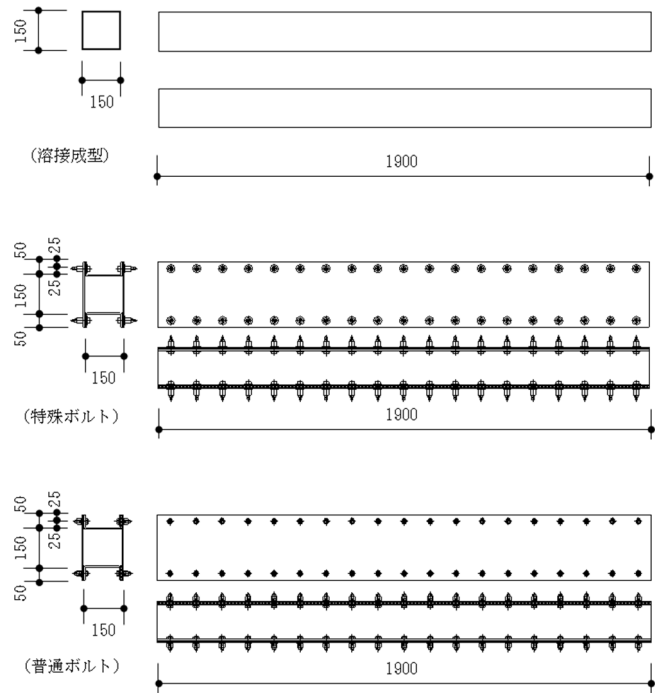


図 3. 試験体図

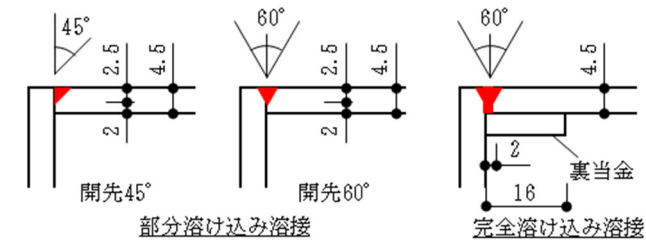


図 4. 溶接部詳細図

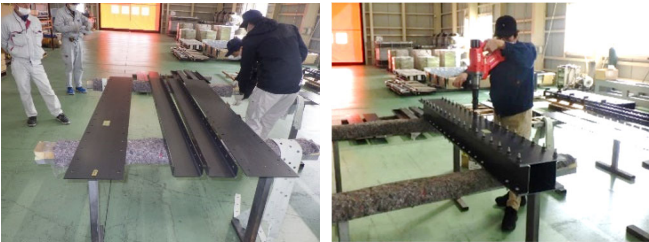


写真 1. 試験体組立前(特殊ボルト) 写真 2. 特殊ボルト締結状況



写真 3. 普通ボルト締結状況



写真 4. トルク確認状況



写真 5. 特殊ボルト拡大



写真 6. 普通ボルト拡大

3. 試験結果、考察

表 4 に生産性検証結果を示す。
Y-1, 2 で成型完了時間に差は無かった。鋼材厚みが 4.5mm と薄いため溶接作業量 (パス数) が同一であったためと考えられる。Y-3 では仮組みで 35 分、成型で 55 分と Y-1, 2 の成型完了時間+35 分を要した。
一方、特殊ボルトを使用した B-1 は 20 分で成型を完了した。このことは B-2 では 1.5 倍 (30 分/20 分)、Y-1, 2 では 2.75 倍 (55 分/20 分)、Y-3 では 4.50 倍 (90 分/20 分) の成型生産性と評価できる。

普通ボルトは緩み止め工程を含むとさらに成型完了時間が伸びるため、特殊ボルトの生産性が優位であることを示した。

表 4. 組立時間検証結果 (単位: 分)

試験体	仮付け／ 仮組み	溶接／ ボルト締め	Total
B-1	10	10	20
B-2	10	20	30
Y-1	15	40	55
Y-2	15	40	55
Y-3	35	55	90

4. まとめ

本検証より、ボルト成型が溶接成型に比べ生産性が高いこと、特殊ボルト成型は更に生産性において優位であることが示された。この結果を踏まえ、構造耐力、気密性、水密性の検証を進め、実物件での採用を目指す。