

技術紹介

大口径円形鋼管柱に対する製作の効率化

～日本一の超高層ビルへの挑戦～

Efficiency of manufacturing for large-diameter circular steel pipe columns

武井 雄二 *1
TAKEI Yuji

1. はじめに

鉄構市場においては2013年以降、500万トン前後の需要を維持してきましたが、オリンピック景気に沸いた2019年を境に、2020年からの新型コロナウイルスの影響で需要の端境期が続いている状況であり、業界全体に焦燥感が漂っています。

その中で、栃木工場では約330mという日本一の高さを有することになる「虎ノ門麻布台プロジェクト」に参画しています。本プロジェクトは図1に示すようにB5F～64Fまでの店舗、事務所、住宅および各種学校から構成されており、タワーの外形は高さ方向に緩やかな（約3度）曲線となっています。構造体はその曲線に合わせて、外周柱を8か所で多角形に折り曲げています。その形状は1600mmのボックス柱とΦ1600mmの円形鋼管柱を使用しています。

柱の折り曲げ点では通しダイヤフラム（図3）を、その他の部位ではボックス柱、円形鋼管柱ともに斜めの内ダイヤフラム（図2）を採用しています。

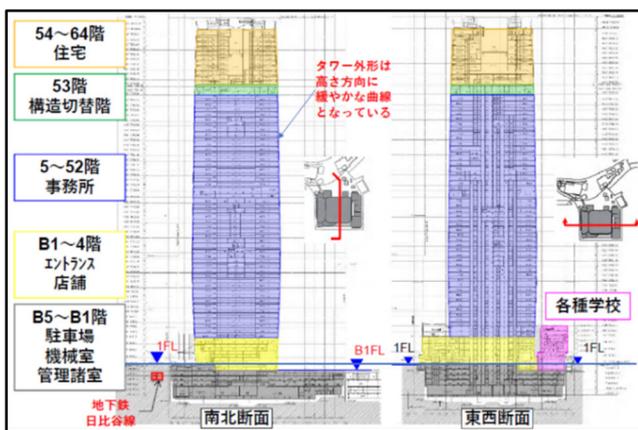


図1 虎ノ門麻布台プロジェクト立面図

2. 大口径円形鋼管の課題

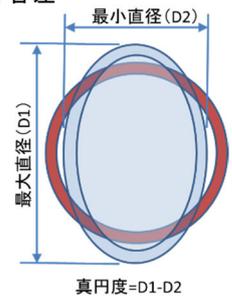
今回採用されるΦ1600mmの大口径円形鋼管に着手するに当たり、以下の検討が必要と考えられました。

①円形鋼管の精度

外径、内径、真円度などの許容差（表1）

表1 円形鋼管の許容差

項目および区分	許容差(mm)	
真円度	1300mm以上	10.0
	1300mm未満	6.0
厚さ(板厚)	—	$0 \leq t \leq +5$
長さ	$L < 10m$	$0 \leq L \leq +3$
外径	1300mm以上	$\pm 0.375\%$
	1300mm未満	± 3.0



②内ダイヤフラムの取付け精度（図2）

・外周柱は約3度の傾きがある

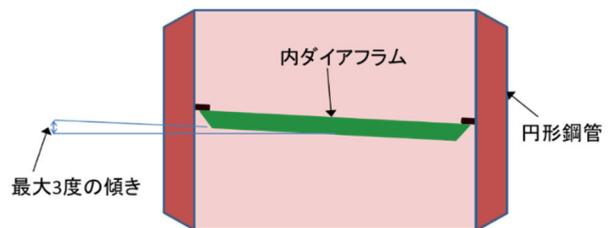


図2 円形鋼管の内ダイヤフラムの取付け

③食い違い・ずれ（図3）

・通しダイヤフラムを挟んだ円形鋼管のずれ
・内ダイヤフラムと仕口フランジ

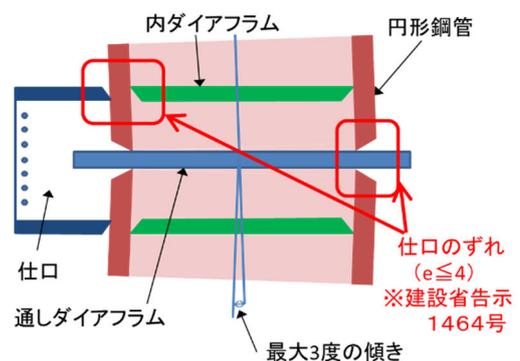


図3 円形鋼管での食い違い・ずれの対象箇所

④円形鋼管の溶接量が工期に与える影響

Φ1600mmの大口径かつ板厚も100mmの円形鋼管を溶接施工するに当たり、溶接長を算出して工期への影響を検討（写真1）

*1 川田工業(株)生産設計課 課長



写真1 溶接量の算出

これらの課題を先手管理で検討し、製作を円滑に進める対応処置を評価する必要がある。

3. 課題への対策

①円形鋼管の精度

表2の通り円形鋼管の精度は、ばらつきがありました。

表2 円形鋼管の実測値

検査項目	規格値(mm)	実測値(mm)	誤差(mm)	
外径	(柱頭側)	Φ1600	1596.4~1,598.6	-1.4~-3.6
	(柱脚側)	Φ1600	1597.0~1,598.4	-1.6~-3.0
真円度	(柱頭側)	0	2.2	2.2
	(柱脚側)	0	1.4	1.4
板厚	100	102.9~103.1	+2.9~+3.1	

これは、内ダイアフラムの取付け精度において JASS6 の精度標準に抵触してしまう可能性がある (図4)。

項目	管理許容差	図
ルート間隔	ガスシールドアーク溶接 $\alpha > -2\text{mm}$ (開先角度35度の場合)	

図4 JASS6の精度標準から抜粋

そこで写真2の通り、レーザートラッカーで円形鋼管の内径を高精度かつ計測データを3次元で取り込んで、内ダイアフラムの加工で円形鋼管の誤差を吸収する対応とした。



写真2 レーザートラッカーでの測定状況

②内ダイアフラムの取付け精度と③食い違い・ずれ

内ダイアフラムは食い違い・ずれの法令を遵守するため、精度よく取付ける必要がある。しかし、部材は大型で誤差もあるため、正確な取付けが非常に困難であった。

そこで図5のように、円形鋼管を立て中に油圧ジャッキで位置を正確に揃えることで、上から内ダイアフラム

と裏当て金を密着して取り付けることができた。

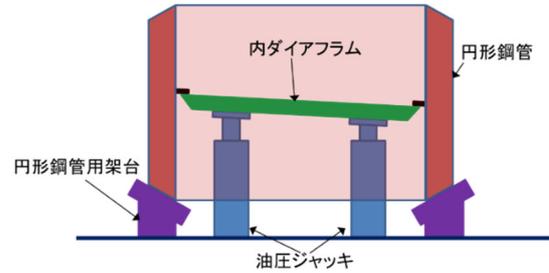


図5 内ダイアフラムの取付け要領

④円形鋼管の溶接量が工期に与える影響

1) 溶接技能者の負担軽減

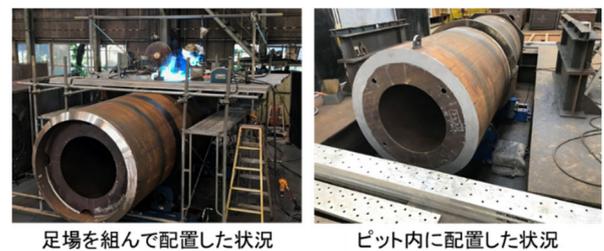


写真3 鋼管配置状況

最大3度の傾きがあっても円形鋼管を回転させながら下向き溶接を行えるように、ターニングローラーをピット内に配置した。また、他の場所では足場を組んでの作業とし、負担軽減を図り、限られるスペースを最大限に生かした作業を行いました。工期への影響は解消できませんでした。

2) 内ダイアフラム先行加工

従来の加工工程は、鋼管入荷→内ダイアフラムの取り付く個所の内径測定→鋼材切断加工で、約1カ月の工期を有するので、鋼管メーカー製作工場に出向き、先行内径計測を行うことで内ダイアフラムの切断加工を鋼管入荷前に進めてしまう工程とし鋼管入荷後直ぐに製作開始が可能となりました。

表3 先行着手による工程の短縮

工程	開始	終了
鋼管切断	1	10
鋼管開先加工	1	10
内ダイアフラム切断	11	20
内ダイアフラム開先加工	11	20

1か月前倒しが可能になった!!

4. まとめ

今回は今までに経験のない曲線配置となる大口径円形鋼管柱を製作した。品質確保と工程短縮のため、想定される課題を抽出し、各種の対策を事前検討した結果、品質・工程とも所定の成果が得られた。今後も、栃木工場全体の英知を集結して挑戦していきたい。