

稼働中の工場基礎の補強工事（その2、掘削および遮水）

新日本製鐵 正会員 花田 賢師
新日本製鐵 正会員 ○大出 哲也

清水建設 正会員 藤田 淳
清水建設 正会員 平塚 正雄

1. はじめに

新日本製鐵(株)君津製鐵所の厚板工場において、稼働中の圧延機（ミル）の躯体直下を掘削し基礎を補強する工事を実施した。工場は24時間稼働中であり、基礎補強は長期停止期間（42日）に行うが、それ以外の仮設工事は工場稼働中に実施する条件であった。

土質縦断面図を図-2に示す。既設躯体深さはGL-6.8mであり、鋼管杭による杭基礎構造である。地下水位はGL-3.0m程度にあり、海が近いため供給量は豊富である。基礎補強するには最深部でGL-10m超まで掘削することになるため、図-3に示す手順で施工した。

地下水の遮水方法は、床付け以深のDs層はディープウェルによる地下水位低下工法を採用して盤ぶくれ対策とし、As層は工場基礎沈下等の懸念があったことから地下水位低下工法を採用せず、地下水の遮断工法を採用した。躯体界面の地下水の遮断という課題を克服する必要があるため、遮水の信頼性を考慮して凍結工法を採用した。本稿では主に仮設計画の中で、横坑の施工方法、躯体界面の遮水方法について述べる。

2. 横坑の施工

工場内は機械や配管が錯綜しており、既設躯体のすぐ横に立坑を設置できなかったため、立坑から横坑を設置し、工場基礎の下に入ってから基礎杭を支柱代わりに導坑掘削を行う計画とした。土被りが6m程度あり地下水位も高いため、パイプルーフで周囲4面を囲い、内部に鋼製支保工を設置した。パイプルーフは最も小径のφ318.5mmの鋼管とし、推進機を使って設置した。（図-4参照）

横坑の先端は既設躯体があるため根入れ長が取れず、横坑掘削時に先端の変位が大きくなる。横坑先端に水平高圧噴射攪拌改良を行い、先行地中梁として機能させることでパイプルーフが小径でも耐力が満足できるように設計した。（図-5参照）

3. 地下水遮断工

3. 1 躯体界面の遮水(充填)

既設躯体(杭基礎)は躯体界面に隙間

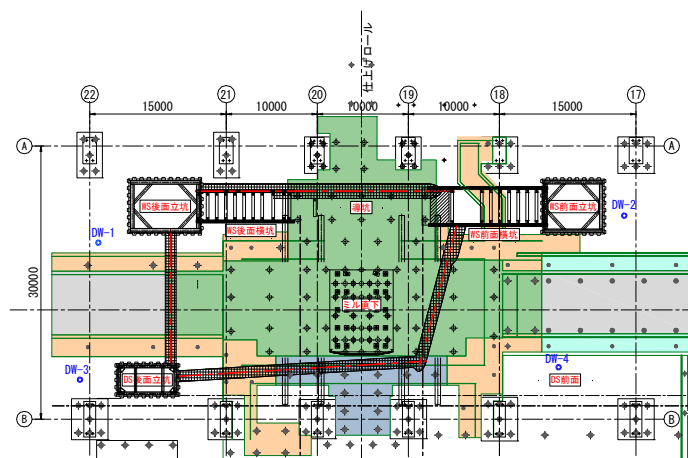


図-1 全体平面図

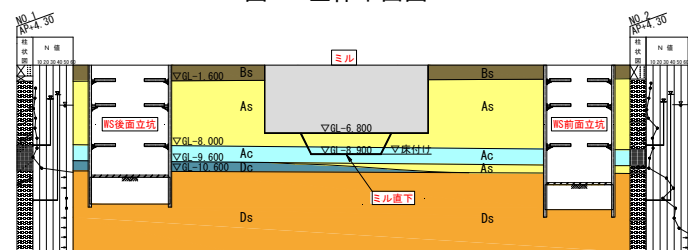


図-2 土質縦断面図

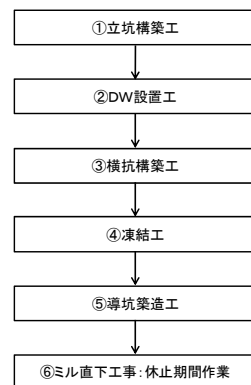


図-3 施工フロー

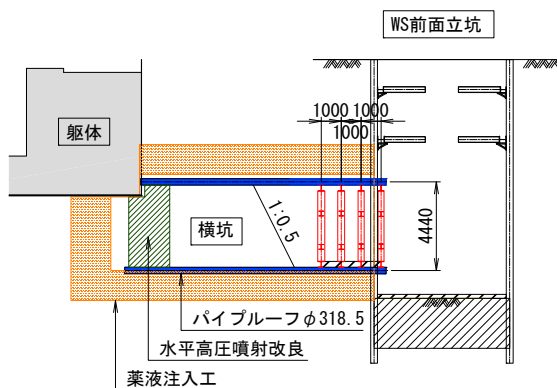


図-4 横坑縦断面図

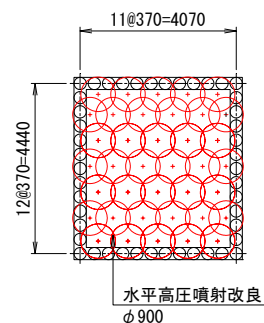


図-5 横坑断面図

キーワード 基礎直下掘削, 横坑, 空隙充填, アクアグラウト, 凍結工法

連絡先 〒299-1141 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵(株)設備部土建技術グループ TEL0439-50-2888

があることが考えられ、横坑や導坑に多量の地下水が侵入する恐れがあった。躯体直下の遮水壁として後述する凍結工法を採用することとしたが、事前調査で躯体界面の隙間量と地下水の流れを測定した。その結果、300mm以上の空隙がある場所も観測され、凍結壁の造成も困難と判断されたため、アクアグラウトによる空隙充填を実施した。



写真-1 アクアグラウト室内試験

アクアグラウトは限定注入性と材料分離抵抗性を持つ材料であり、圧力をかけている間は流動性があり、圧力を止めるとそこに留まる性質がある。ある程度の空隙を充填して遮水性能を確保したいため、室内試験を行ってフロー値 225mm程度を目標として配合を決定した。

表-1 アクアグラウト配合

配合				性能	
高炉セメント B種	アクアグラウト用 ベントナイト	アクアグラウト 混和剤	水	フロー値 (mm)	一軸圧縮強度 σ_{28} (N/mm ²)
250	225	5.0	831.4	220~230	0.7~0.8

(写真-1、表-1 参照)

2ヶ所の立坑から躯体界面に向かってφ60.5mmの水平ボーリングを行い、初期圧+0.2MPaの圧力になるまで充填を行った。最終的には50m³以上のアクアグラウトを充填し、さらに補足としてゲルタイム30~60秒程度のLW（セメント+水ガラス）を注入した。

3. 2 凍結工

凍結工を実施する前に、事前試験として①塩分濃度、②凍結融解試験、③地下水流行流速調査を行った。その結果を元に、凍土造成期間や凍結融解による沈下の影響を把握した。

続いて立坑および横坑から水平ボーリングを行い、凍結管削孔を行った。凍結壁は止水部で1200mm、土留め兼用壁部で1600mm必要であり、水平精度を確保できないと凍結壁が所要の日数で所要の厚みを確保できなくなる懸念があった。水平ボーリングの距離は最大で29mあるため、精度を確保するためφ170mmのケーシング管をテーパ付き推進工法で埋設した。ケーシング管の精度を挿入式ジャイロで1本ずつ測定し、削孔精度が確保できないケーシング管は再削孔を行った。(図-4 参照)

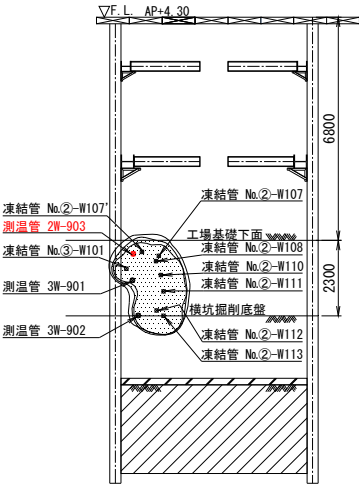


図-4 凍結工断面図

埋設した凍結管に-35℃のブライン液（塩化カリウム）を循環させ、凍土造成を開始した。測温管で地下水の温度や凍土壁の成長状況を確認したところ、躯体界面の一部で凍土成長が遅れているところがあったため、補足で薬液注入を行い、周囲の地下水の流れを止めて凍土造成を促した。

4. 導坑掘削工

凍結壁完了後、躯体直下の導坑掘削を開始した。導坑掘削時は側面の土圧を凍土壁で支持しており、一定間隔で鋼製支保工を設置した。躯体界面のアクアグラウトの充填状況を確認したところ、確実に充填されていて躯体界面からの漏水はほとんど無かった。(写真-2 参照)



写真-2 横坑・導坑

5. おわりに

パイプルーフ施工時に躯体界面からの出水等に見舞われたりしたが、この後に長期停止期間（42日）にミル直下で行った基礎補強工事も含め、完全に地下水を遮断することができたため、工程を遅延することなく完了することができた。事前に綿密な仮設計画を立てリスクを洗い出して施工を行った結果であり、今後も既存の施設を更新して行く工事が増えて行くことが考えられる中、類似工事の参考になれば幸いである。