

CO₂によるシールド到達防護凍結工事モックアップ試験 - 石狩湾新港発電所 1号機新設工事のうち土木本工事(第3工区)工事報告(その8) -

北海道電力(株)石狩湾新港火力発電所建設所 正会員 齋藤 寿秋 畠田 大規
鹿島建設(株) 正会員 高柳 哲
ケミカルグラウト(株) 正会員 ○塩屋 祐太 相馬 啓

1. はじめに

石狩湾新港発電所 1号機新設工事において放水路築造に伴い、シールド工事を行う。シールド到達接続工事にあたり、貼付方式の地盤凍結工法による到達防護工が計画されている。従来の塩化カルシウムブラインではなくCO₂を循環する冷凍システムを用いて地盤凍結を行う。CO₂は従来凍結工法で使用している塩化カルシウムブラインよりも粘性が低く、移送能力に優れ、配管径の縮小が可能である。また、自然冷媒であるため、環境負荷低減にも効果が有る。

石狩湾新港発電所 1号機新設工事で2016年冬頃に初の実工事適用となり、本試験はシールド到達防護として到達する際の最大の離隔が800mmと推定されることから、凍結厚さが800mm以上となることを確認する試験である。

2. シールド到達施工手順

J管に到達後、余掘り部を充填して、シールドを一次解体する。予めシールドに貼り付けた凍結管に-45℃のCO₂を循環し凍土を造成する。J管内の排水を行い、シールドを二次解体し、J管に予め埋め込んだ凍結管にCO₂を循環し凍土を造成する。シールドとJ管から挟み込むように凍土を造成し、土砂、海水の流入を防ぎJ管隔壁撤去を行う。図1に到達概略図を示す。

3. モックアップ試験

1) 冷凍システム

冷凍システムを図2に示す。冷凍機からCO₂が液体の状態で貼付凍結管に送られ、一部が気化して水槽内の熱を奪い、気液混合で冷凍機のCO₂受液器に戻る。気体分は熱交換器を通過して液体となり、CO₂受液器からポンプで貼付凍結管に送られる。冷凍機運転状況を図3に示す。

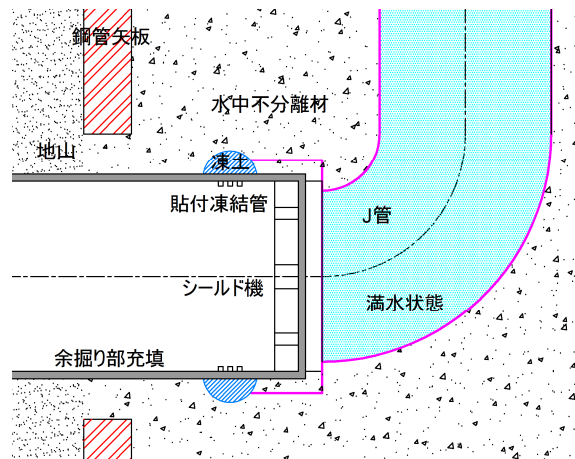


図1 到達概略図

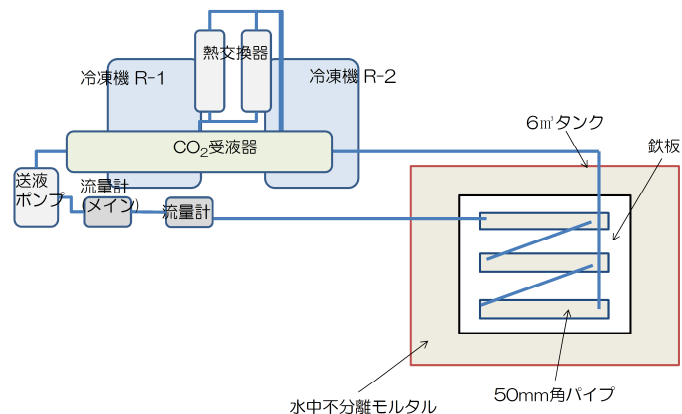


図2 冷凍システム



図3 冷凍機運転状況

キーワード 地盤凍結工法、CO₂、シールド到達防護、貼付凍結

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-2-5 共同通信会館 ケミカルグラウト(株) TEL 03-5575-0471

2)試験モデル作成方法

シールド機内側からの貼付凍結の状況を再現するモデルとした。全長 1m の 50mm 角パイプを 100mm ピッチで厚さ 6mm の鉄板(冷却板)に溶接した。10mm 程度隙間を作って溶接し、隙間をモルタルで埋めた。上部もモルタルで盛った。同時に、6 m³のタンクに鉄筋棒を溶接し、熱電対を設置した。実工事で打設済みの水中不分離材と同じ材料を水槽に打設し周囲と凍結管上面を断熱材により覆った。図 4 に試験モデル、図 5 に貼付凍結管(断熱前)を示す。

4. 試験結果

1)凍土コンター

運転 35 日後の中央断面の凍土コンターマップを図 6 に示す。最大 880mm の凍土の造成を確認した。

2)凍土成長曲線

冷却板中央での凍土成長曲線を図 7 に示す。A 断面、C 断面は 30 日前後で凍土厚さが 800mm となることを確認した。伝熱解析結果と一致することを確認した。

3)温度変化グラフ

中央断面の温度変化グラフを図 8 に示す。冷却板にもっとも近い測点は温度が-25℃に達した。伝熱解析結果と一致することを確認した。

5. おわりに

CO₂ 冷凍システムに不具合は無く、35 日間正常に運転した。初期温度 12~14℃で-45℃運転を行い、30 日前後で貼付凍結による凍結厚さが 800mm に到達することを確認した。現在は坑内に設置するレイアウトに合わせた冷凍機を検討中である。坑内の設置環境は換気量が十分に確保されており、高压ガス保安法の設置基準を満たしていることは確認済みである。実工事に向けて詳細な計画を進めていく。

参考文献

- ・気液混合流体による地盤凍結工法(その 1・その 2)
2015 年土木学会全国大会
- ・冷凍空調装置の施設基準 高压ガス保安協会



図 5 貼付凍結管(断熱前)

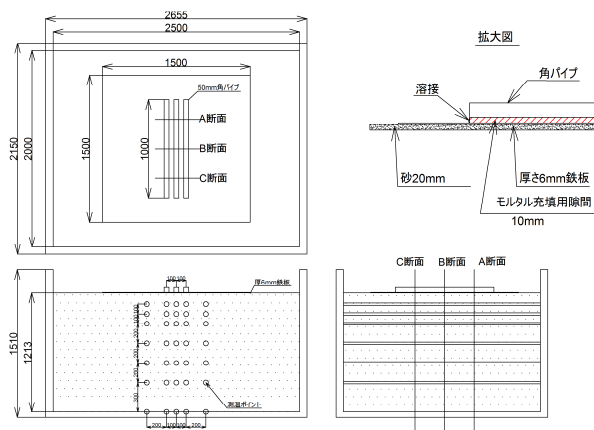


図 4 試験モデル

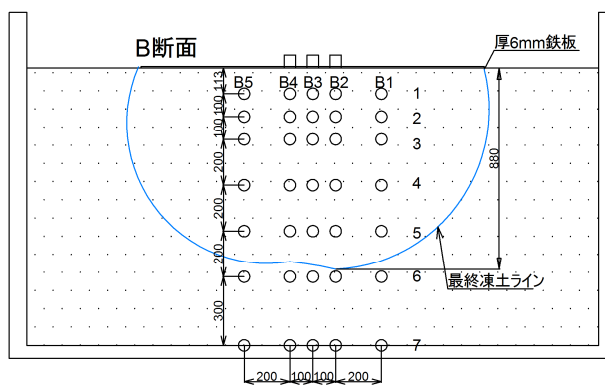


図 6 凍土コンターマップ

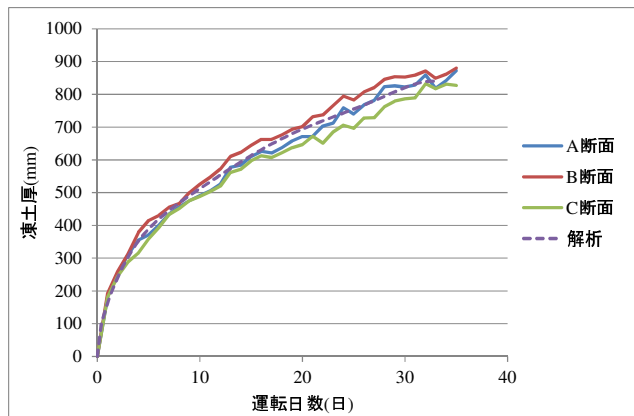


図 7 凍土成長曲線

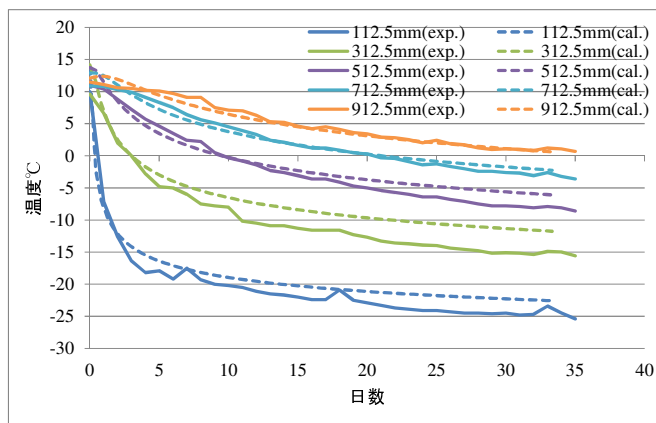


図 8 中央温度変化グラフ