

凍結工による小口径シールドの到達実績

東京ガス(株) 細江貴大

鹿島建設(株) 正会員 堤 和大 西岡和也 ○衛藤 優

1. はじめに

天然ガスパイプライン工事の一環で内径 2.0m、延長 1.7km、平均土被り 38mのガス導管トンネルを複合式シールド工法で築造した。当工事ではシールド到達時の止水を目的として坑口リング内で凍結工を行った。坑口リングの埋込凍結とシールドマシン内側への貼付凍結の両側より凍土を造成した。内径 2.0mのトンネル坑内に配置できる凍結設備のサイズが制限されるため、シールド坑内と到達立坑側では異なった凍結工法を採用した。小口径シールド坑内からの凍結は設備サイズやコスト面から液化 CO₂ 方式の凍結工法 (ICECRETE 工法) と小型冷凍機を適用することで小口径への凍結工法の採用が容易となった。その実績について報告する。

2. 工事概要

全体工期：2017.11.1～2020.10.31

工事場所：茨城県那珂郡東海村～日立市

到達深度：39m

到達部土質：洪積砂質土

凍結工：

- ・到達坑口リング側埋込凍結 (ICECRETE 工法)
液化 CO₂ 方式、凍結管/φ15mm 銅管×3 列
- ・シールドマシン内側貼付凍結
ブライン方式、凍結管/φ15mm 銅管×3 列

3. 到達工概要

シールドマシンの到達フローを図-1に、到達工の概要図を図-2に示す。到達工法は防護室(茶筒)工法を選定した。なお、鏡部はマシンで直接切削できる FFU 壁を採用している。シールドマシン掘削による余掘り部からの止水対策として、下記の理由により凍結工を採用した。

- ① 高水圧下 (0.4MPa) での到達である
- ② 立坑周辺に重要構造物があり出水のリスクを可能な限り低減する必要がある

凍結による止水範囲は到達坑口リング内の限定した部分とし、到達立坑側とトンネル坑内側から凍土を造成するサンドイッチ構造により確実な止水を期する計画とした。

①坑口地盤改良 (二重管タプルハッカー工法)
②坑口リング設置 (埋込凍結管設置)
③坑口コンクリート打設
④茶筒・支保工設置 (鏡部は直接切削部材)
⑤茶筒内充填注入 (流動化処理土)
⑥シールドマシン到達 (貼付凍結管設置)
⑦裏込補足注入
⑧凍結運転開始 (坑口リング側、マシン内側)
⑨茶筒一部撤去、止水鉄板設置
⑩凍結運転終了
⑪茶筒撤去、マシン解体

図-1 到達フロー図

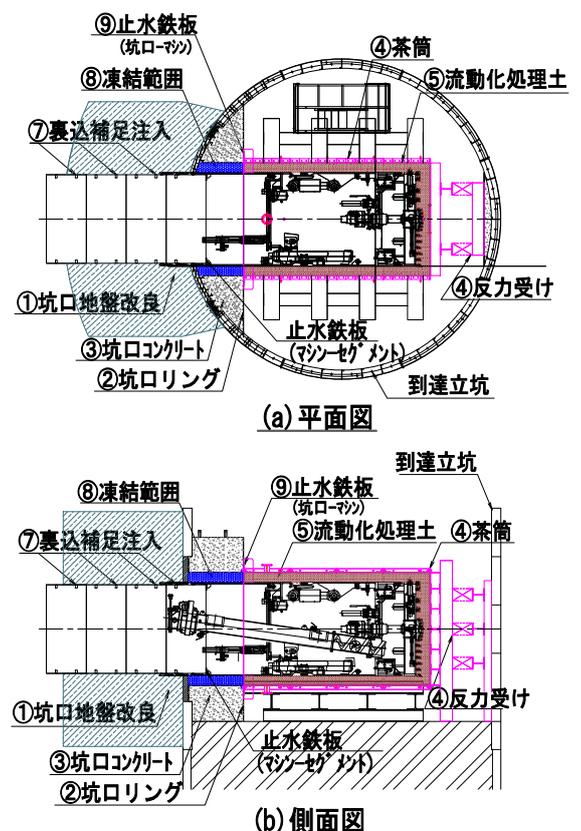


図-2 到達工概要図

キーワード：シールド，到達工，凍結工

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 大宮プライムイースト

鹿島建設(株)関東支店土木部 TEL 048-658-7510

4. 施工実績

4.1 凍結設備

(1)到達立坑側からの凍結(坑口凍結管、ICECRETE 工法)

地上部に冷凍機 1 台 (16kW) と発電機 1 台 (100kVA) を設置し、立坑下までの液化 CO₂ メイン配管は $\phi 25\text{mm}$ の SUS フレキシブルホースを使用し、坑口コンクリート上で凍結管 ($\phi 15\text{mm}$ 銅管) に分岐を行った。凍結管は、坑口リング外周部に 3 本の凍結管を 300mm ピッチで設置した。坑口リングは上下 2 分割となっており、地上仮置き時に凍結管を設置し、立坑下で上下の接続を行った。坑口リング設置時の防護および間詰のために急結セメントで固定を行い、坑口コンクリートおよび茶筒には防熱シートを設置した。

(2)トンネル坑内からの凍結(坑内凍結管、小型冷凍機)

凍結設備の坑内設置状況を写真-1 に示す。後続台車前方に小型冷凍機を 3 台 (100V 12A×3 台) 設置し、メイン配管は凍結管と同様の $\phi 15\text{mm}$ の銅管を使用した。凍結管はシールドマシン内周部に 3 本の凍結管を 250mm ピッチで設置し、急結セメントで間詰を行い、スキンプレート内面には防熱シートを設置した。

(3)測温管の設置

凍土造成状況についてピンポイントの計測を行うため、シールドマシンスキンプレートを坑内から削孔し、3 本の測温管を設置した。測温管設置位置は図-3 のとおりである。

4.2 温度管理

測温管温度グラフを図-4 に示す。運転開始と同時に測温管温度も低下し、測点 1、2、3 すべてが 10 日目で 0°C 以下になった。止水鉄板の設置は坑口からの漏水がないこと、測温管温度が 0°C 以下であることを確認し、運転開始 15 日目に施工を行った。溶接の入熱によって温度上昇したものの無水にて止水鉄板の設置を完了した。

5. あとがき

大深度高水圧下での小口径シールドの到達は今後も増える傾向にあり、到達時の確実な止水性の確保が課題となっている。小口径トンネル坑内にも設置でき、確実な止水を実現できる ICECRETE 工法と小型冷凍機を適用したサンドイッチ凍土による到達止水方法を今後の工事の参考にして頂ければ幸いである。

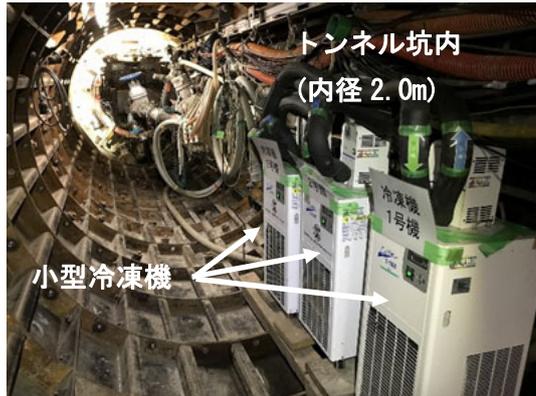


写真-1 凍結設備のトンネル坑内設置状況

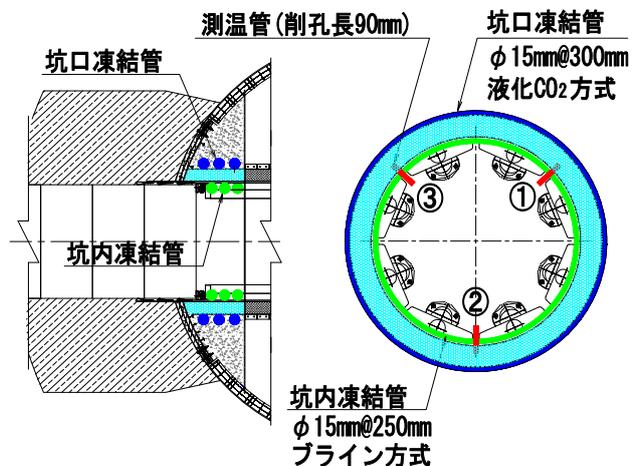


図-3 測温管設置位置

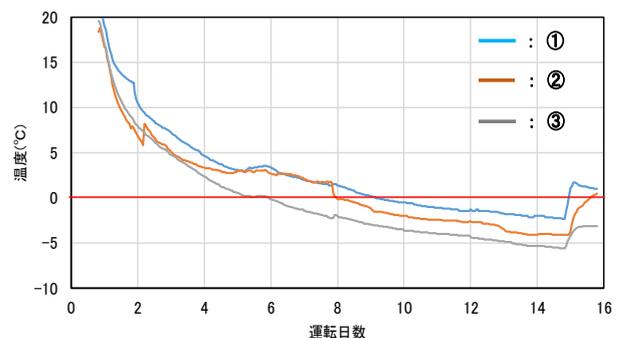


図-4 測温管温度グラフ