

## 1. はじめに

料理をしたり、お湯を沸したりする際に、「ガス」というものは私たちの生活から欠かすことはできません。また、ガスは家庭だけでなく、火力発電の燃料をはじめとする工場におけるエネルギー源としても多く用いられています。

エネルギー源としてのガスにはいくつかの種類がありますが、日本ではその多くを「天然ガス」によってまかなっています。天然ガスは新潟、千葉、北海道などで採掘することができますが、そのほとんど（97.8%）を輸入に頼っているのが現状です。

天然ガスを海外から日本に輸入する時、海外の採掘地点からパイプでガスそのまま運ぶ方法が一番単純ですが、距離が長いとコストに見合わないなどの問題で、現状では採用されていません。そのため、輸入の際にはガスを冷却して液体に変化させ、体積を減らしてから船で運び、ガスを輸入しています。このように液体にした天然ガスのことを「LNG」（Liquefied Natural Gas：液化天然ガス）と呼びます。

## 2. 港と LNG の関係について

LNG は船を使って海外から輸入するため、LNG 基地の多くは港の近くに作られます。例として、首都圏において多くの産業・家庭用ガスを供給している東京ガス(株)は、横浜港の根岸、川崎港の扇島、千葉港の袖ヶ浦、茨城港の日立にそれぞれ LNG 基地を持っています。

また、港湾に隣接する地域には、大規模な工場が建設されることが多く、発電所を始め、鉄鋼・自動車・食品など、様々な分野におけるエネルギー源として活用されています。鹿島港においても平成 24 年に、後述する「千葉～鹿島ライン」が完成したことにより天然ガスの供給体制が構築されて以降、発電所を始めとした工場等におけるエネルギー源として天然ガスが多く用いられています。

## 3. 茨城幹線について

東京ガス(株)は、茨城県内における天然ガス導入の期待に柔軟に応えること、並びに供給安定性のさらなる向上を目的に、茨城港日立港区に建設された LNG 基地から鹿島港までの間をつなぐ延長約 92km のガスパイプラインである「茨城幹線」を建設しています。

ガスを供給する際に、供給源からの距離が長いほど圧力が下がるため輸送効率が悪くなります。（このようなガスの経路を、都市ガスの供給会社では「片ガス」と言うそうです）。そのため、東京湾に面する根岸、扇島、袖ヶ浦の LNG 基地では、東京近郊を一周するようにそれぞれが接続されています。

※都市部に広く敷設された導管により天然ガス等のガスを供給する事業を「都市ガス事業」と呼びます

茨城県内への都市ガス供給には、主に東京近郊のループから千葉県の子葉市で分岐して鹿島港へ至る「千葉～鹿島ライン」と、日立 LNG 基地からの「茨城～栃木幹線」の 2 系統が利用されていますが、茨城幹線によりこの 2 系統を接続することで、「古河～真岡幹線」等と合わせて北関東におけるループを形成し、より安定したガスの供給が可能となります。

茨城幹線は、そのほとんどが既存の道路等を一度掘り起こして配管を埋設する「開削工法」により建設されますが、交通量が多く掘り起こしが難しい道路や、河川や航路を横断する必要がある地点では、地中を水平方向に掘りながらトンネルを構築する「シールド工法」が用いられています。今回は茨城幹線の工事の一つである、「鹿島中央航路横断シールド工事」を見学させていただきました。



図 (左)東京ガス高圧幹線網(東京ガス web ページより一部加工) (右)鹿島港中央航路横断シールド敷設位置

#### 4. 鹿島中央航路横断シールドについて

鹿島港は昭和 30 年代後半から始まった「鹿島開発」の中で建設された港で、その中央には幅約 600m の航路が内陸に向かって掘り込まれています。鹿島中央航路横断シールド工事はこの航路よりも深い経路を「シールド工法」により横断してトンネルを構築します。

シールド工法とは円筒状のシールドマシンに装着されたカッターで土砂を掘削すると同時に「セグメント」と呼ばれる円周方向に分割されたパーツで外壁を構築しながらトンネルを掘り進めていく工法で、地下鉄や高速道路の建設に多く用いられています。

今回の工事で特徴的なのが「軸方向挿入型 K セグメント」です。この工法は円周方向で最後の 1 ピースを据付ける際に、トンネルの進行方向側からくさび型の部材を平行にはめこむことで、土水圧や裏込め注入圧などによる K セグメントのトンネル内面側への落ち込みを生じない、安全性の高い工法となっています。



図 (左)茨城幹線に用いられるシールドマシン (右)セグメント 黄枠がくさび形の Kセグメント

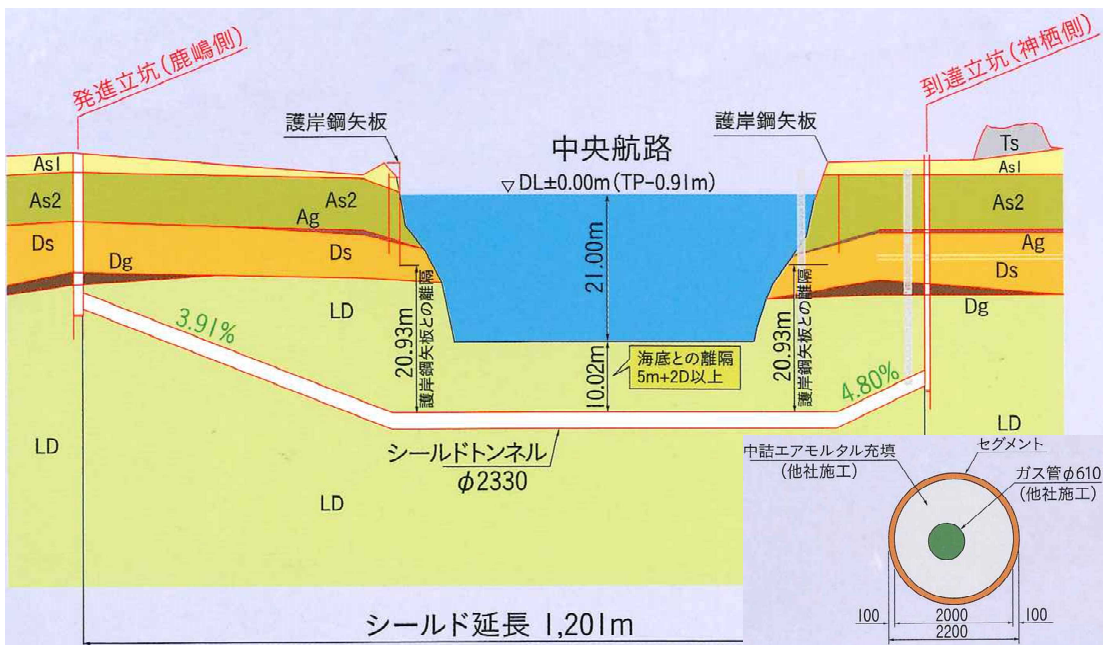


図 シールドトンネル路線縦断図(茨城幹線鹿島中央航路横断シールド工事パンフレットより)

## 5. 坑内の工事について

鹿島中央航路横断シールドは、航路護岸に用いられている構造物や、航路自体に対する影響が無いように、深い位置を通す必要があります。そのため、航路の鹿嶋市側にある発進立坑は深さが約 23m もあり、この深さを鋼製のパイプと板で作られた階段を使って降りていきました。この深さは一般的なビルの 7 階分に相当します。

階段を降りるとシールドマシンにより建設されたトンネルの入口にたどり着きます。内径 2.0m のトンネルの中には土砂などを輸送する配管や換気用のダクト、セグメントなどを輸送するためのレールなどが密集しており、屈みながらでないと歩けない状況でした。

今回は発進立坑から 50~100m 程度の位置を見学させて頂きましたが、シールドマシンはこの発進立坑から掘削を開始し、水面から約 31m の位置にトンネルを建設しています。



見学した6月末時点で全長約1,200mのうち1,050mほどを掘り終えており、神栖市側まで全通した後はこのトンネル内に天然ガスを通す配管が敷設されます。

トンネルの掘削自体はシールドマシンで行っており、基本は遠隔操作での作業ですが、機械の動作状況の確認や、トンネルの精度確認を行う際には、最先端まで直接行く必要があり、その際にはバッテリーで駆動する専用の台車を用いて移動していました。

その他にも、万が一事故が発生した際にトンネル坑内にいる全員を安全に誘導し、脱出を即座に確認するためのICタグによる自動入出管理や、津波が発生した際に坑内への水の浸入を防ぐ仮囲いなど、様々なリスクを事前に想定した対策が取られていました。



図 (左)発進立坑のシールド出発地点 (右)坑内を移動する専用の台車



図 (左)津波防護のための仮囲い (右)坑内入出管理のためのアンテナ

## 6. 所感

今回の見学では、限られた空間の中で、安全かつ正確に工事をするために、様々な工夫や苦労があることを直接感じることができる貴重な経験となりました。今回レポートにまとめた内容以外にも、シールド工法における掘削した土砂の処分方法や、高圧ガス管の工事における品質管理に関する内容など、細かく丁寧にご説明いただきました。

最後に、工事現場を案内頂いた東京ガス株式会社 茨城幹線建設事務所及び大成建設株式会社鹿島中央航路横断シールド作業所のみなさまに深く御礼申し上げます。