

# 国内初のドライチャンバー工法による 海底配管補修工事

## Subsea Pipeline Repair Work by First Hyperbaric Welding in Japan

### ① はじめに

2018年8月、東京湾川崎沖にある京浜川崎シーバース(東亜石油(株) 殿 操業)の海底配管の補修工事を、当社保有の作業船「第2くろしお」を用いて行いました。シーバースとは海上にある原油受入れ設備のことで、大型のブイにタンカーからホースを繋ぎ、マリンホースおよび海底配管を通じて陸上にある製油所まで原油を運びます。海底配管の沖側先端部は、PLEM(Pipe Line End Manifold)と呼ばれる分岐配管構造になっていますが、2015年にこの海域を航行していた船舶の走錨により PLEM が損傷しました。今回の工事では新しく PLEM を製作し、国内初となるドライチャンバー工法で溶接を行い、海底配管を復旧しました。



図1 海底配管断面

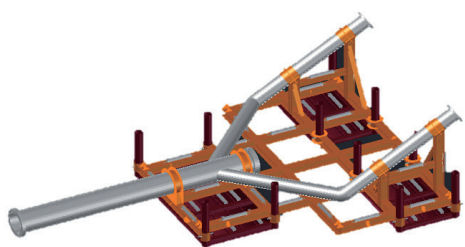


図2 PLEM イメージ図

### ② ドライチャンバー工法について

損傷した PLEM は着工前に発注者により既設配管から切断し揚収されていました。本工事では、この既設配管端部に新しくフランジ付きの短管を溶接で取り付け、そこに新規 PLEM をボルト接合で繋

ぐ必要がありました。しかし、今回補修する海底配管は原油を輸送する設備であり、高い溶接品質が求められる消防法の基準を満たす必要があったため、品質の確保が困難な一般的な水中溶接方法(溶接する箇所が水中に露出した状態で溶接する方法)は適用できませんでした。一方で、大気中で溶接するためにこの既設管を海面上まで持ち上げる方法もありますが、広範囲にわたって既設の埋設パイプラインを掘り起こさなければならず、膨大な浚渫作業による工費の増加、工期の長期化、工事占有区域の拡大などの多くの懸念材料がありました。発注者とともに検討会を重ねた結果、本工事は現実的には、海底で大気中と同じドライな環境を作り出す「ドライチャンバー工法」でしか品質を確保しつつ配管を接続することはできない、という結論に至りました。

#### (1) ドライチャンバー工法

ドライチャンバー工法とは、チャンバーと呼ばれる作業室を海底に設置し、海底の水圧と同等の圧力で混合ガスを船上から圧気して、チャンバー底面の開口から海水を排水しドライな環境を作り出す工法です。石油ガス関連の海底配管の補修などに用いられる先駆的な工法で、海外では欧州北海などを中心に施工実績はありますが、国内では省令(高気圧作業安全衛生規則/厚生労働省)の規制のため、ドライチャンバー工法が適用された工事はありませんでした。

#### (2) 省令改正について

当時の省令では一義的に水深10m 以深での溶接作業が禁止されていました(本工事は水深30m)。

また、消防法の要求を満たす高品質な溶接ができる潜水士は国内にはおらず、海外にしか経験のある潜水士はいませんでした。しかし、外国人の潜水士が日本の潜水士資格を取得することは当時の省令では困難でした。

そこで、発注者とともに一年以上にわたり厚生労

働省と省令改正についての協議を行い、その結果、水深10m以深での溶接作業および外国人潜水士への国内免許付与が条件付きで可能となる省令改正がなされました。

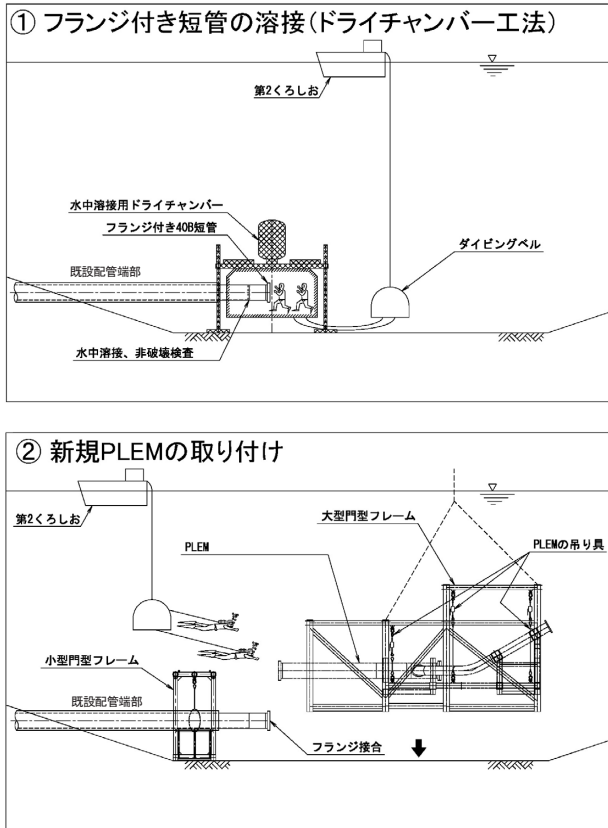


図3 工事手順

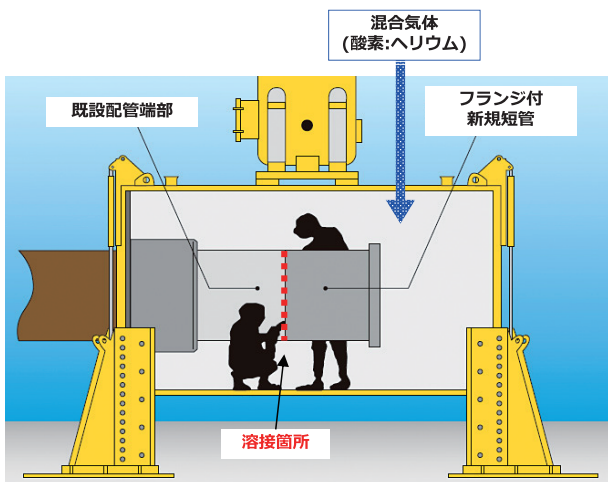


図4 ドライチャンバーイメージ図

### ③ 現地工事での課題解決

#### (1) 品質の確保

##### 溶接施工法試験

チャンバー内での溶接作業は、気圧、湿度、酸素濃度といった環境条件が大気中とは大きく異なります。そこで、オランダにある気圧や湿度が調整可能な専用施設で溶接施工法試験を行いました。今回の補修工事では、40年以上も前に建設された古い既設配管に新しい配管を溶接するので、海底から回収した既設配管を試験材料とし、実際の工事の環境および材料を忠実に再現したうえで試験を行いました。検証を繰り返した結果、継手が所定の機械性能を満足できる裕度の高い溶接方法として、全層ティグ溶接を採用し、本工事でも高い溶接品質を実現しました。



図5 溶接試験センター（テストチャンバー）

#### 船上(リモート)からの管理

チャンバー内の作業はすべて船上からモニターし溶接条件などを常時管理しました。非破壊検査では、超音波探傷検査の信号を船上にリアルタイムで送信し、船上にいるJIS検査官が合否判定できるシステムを構築しました。

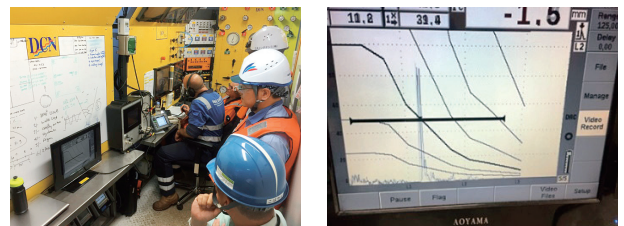


図6 船上からのリモート管理の様子

#### (2) 短工期の実現

本工事は、台風シーズンで、かつ航行船舶が非常に多い海域での施工であり、現場工期の短縮が求められました。そこで、24時間作業が可能な、当社が保有する大型作業船第2くろしおを用いて施工を行いました。第2くろしおは、作業員が船上で宿泊で

きる居住設備を有しており、本工事でも外国人を含む総勢150名近くが乗船し、2交代で昼夜間問わず連続で高効率の作業を行うことで、短工期での完工を実現しました。

なお、第2くろしおは通常インドネシアのバタム島に係留されているため、この工事のために日本まで輸送する必要がありますが、今回はこの輸送方法として「ドライトローイング」を採用しました。「ドライトローイング」とは、第2くろしおよりもさらに大きな半潜水自航式大型船に第2くろしおを貨物のように搭載し移動させる方法です。従来の曳船による曳航移動に比べ、より速く、より安全に長距離の移動が可能です。本工事では、第2くろしおを台風シーズンに輸送する必要があったため、この方法で回航時の台風遭遇による遅延リスクを大幅に低減し、施工開始の遅延を回避しました。

上記に述べた施策を実施することで台風シーズンでの稼働率を確保し、最終的には当初計画していた契約工期をおよそ2か月短縮し完工することができました。



図7 ドライトローイングの様子（第2くろしお進水作業）

#### 4 おわりに

本工事では、海外の先駆的技術であるドライチャンバー工法による溶接作業を国内で初めて導入しました。実行段階では各種課題を解決したうえで、第2くろしおで復旧工事を無事故、無災害で完工し、本工法の有用性を実証しました。国内には総延長500kmもの既存の海底配管があります。本工事によって、当社はこれらの維持管理や災害時の早期復旧への一つの道筋を立てました。

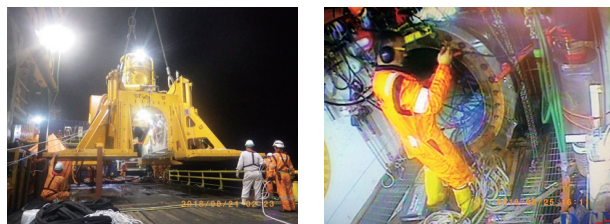


図8 (左)チャンバー設置 (右)チャンバー内の様子



図9 第2くろしおによる PLEM 吊上げ

お問い合わせ先	
海洋事業部	
国内営業部	TEL(03)6665-3260
プロジェクト部	TEL(03)6665-3230