

直立浮上式防波堤試験工事（その２）－鋼管製作管理－

前 国土交通省近畿地方整備局 谷島 義孝 新日鉄住金エンジニアリング（株） 高松 健
新日鉄住金エンジニアリング（株） 正会員○高田 賢一 （株）大林組 正会員 中村 泰
東亜建設工業（株） 佐藤 雅芸 エム・エムブリッジ（株） 正会員 前川 勉

1. はじめに

本工事は和歌山下津港海岸海南地区における津波対策事業として、背後の重要工業エリア及び市街地を守るための直立浮上式防波堤を築造する試験工事であった。この可動式防波堤は、下部鋼管（鞘管）と上部鋼管（浮上管）からなり、津波来襲時には上部鋼管に空気を送り浮上させる仕組みとなっている（図-1）。上部鋼管（ $\phi 2.8\text{m}$, $t=28\sim 32\text{mm}$, $L=28,450\text{mm}$, $W=\text{約 } 70\text{t/本}$ ）と下部鋼管（ $\phi 3.0\text{m}$, $t=30\sim 45\text{mm}$, $L=29,450\text{mm}$, $W=\text{約 } 90\text{t/本}$ ）で片側 55mm のクリアランスとすることが望まれた。しかし、通常の鋼管杭の規定（曲り $=0.1\%$ 以下¹⁾、真円度 $=1.0\%$ 以下²⁾）では、図-2 のように上部鋼管と下部鋼管の組合せにより機能上の不具合が発生する可能性があった。本報告では、機能を満足させるため工場製作において実施した施策を紹介する。

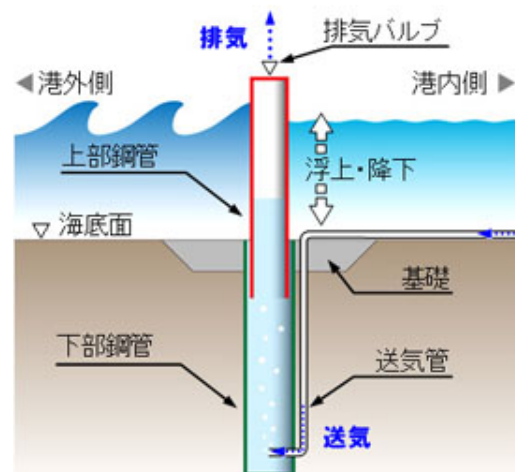


図-1 直立防波堤の仕組み

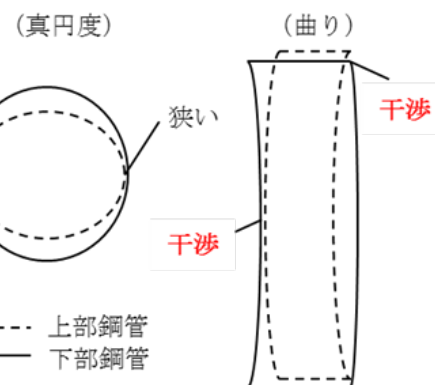


図-2 組合せ時に発生する干渉

2. 製作上の課題

鋼管を横置きすると自重によるたわみや断面の偏平が生じるため、鉛直に立て起こした状態で出来形計測を行うことが理想である。しかし、対象の鋼管は長さや重量が大きいことから、立て起こして計測した値にて日常管理することは、安全面、工程面での懸念があった。そのため、自重により変形した横置き状態で計測した出来形を、立て起こした状態に変換してその機能が發揮できることを確認する必要がある。

3. 対策

(1) 製作目標値の設定

機能を満足させるためのクリアランスが確保できる製作管理目標値を表-1 に示す。しかし、これは上部鋼管と下部鋼管共に均等な製作誤差が生じた場合の値であり、溶接変形等により局部的に製作誤差が大きく発生した箇所では、管理目標値内であっても浮上時に干渉する箇所が発生する可能性が残る。従って、後述の対策により機能が満足できることの補足確認を行なった。

表-1 製作管理目標値

項目	曲り	真円度
通常の一般的な規定値	0.10% (1/1000) 以下	1.0%以下
発注仕様	0.07% (1/1500) 以下	0.5%以下
製作管理目標値	0.04% (1/2500) 以下 (規定値の 2/3)	0.25%以下 (規定値の 1/4)

(2) 単管製作時の真円度の管理

製作要領としては、上部鋼管、下部鋼管共に $2.5\text{m}\sim 4\text{m}$ の長さの単管を製作し、サブマージアーク溶接により

キーワード 直立浮上式防波堤, 防災, 津波, 大口径, 鋼管, 真円度
連絡先 〒141-8604 東京都品川区大崎 1-5-1 新日鉄住金エンジニアリング（株） 海洋鋼構造部 TEL 03-6665-3205

長尺（写真-1）としていく手法を採った．先ずこの元となる単管の精度を下記の要領で管理した．従来の真円度は，対角（ $D1=45^\circ$ ， $D2=135^\circ$ ）の直径を計測し，「 $100 \times |D1-D2| / \text{公称外径}$ 」で求められる．今回は 図-3 の通り 4 点（ 0° ， 45° ， 90° ， 135° ）を計測し，「 $D=\text{最大値}-\text{最小値}$ 」とし，「 $100 \times D / \text{公称外径}$ 」で真円度を管理し，規格を外れた場合は再度ベンディングロールで矯正を行なった．



写真-1 サブマージアーク溶接による長尺

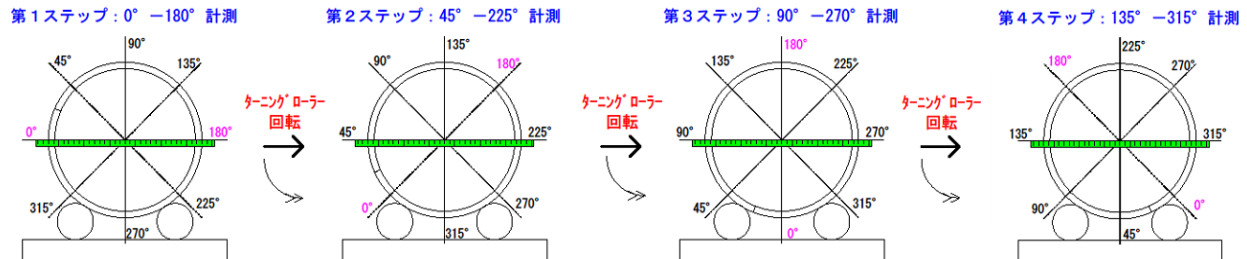


図-3 単管の真円度管理方法

(3) 自重により変形する構造物の形状の把握

下部鋼管の周囲には送気管の他に，鋼管打設時に使用するウォータージェット配管や打設ガイド等の付属物が溶接によって取付けられる．これらの付属物を取付けた後は鋼管を回転させながら計測することは設備上困難な状況であった．そこで，FEM解析にて横置きした状態での自重による変形を推算した（図-4）．実測値と整合性が取れていることを確認後，推算値を目標として出来形管理を行なった．

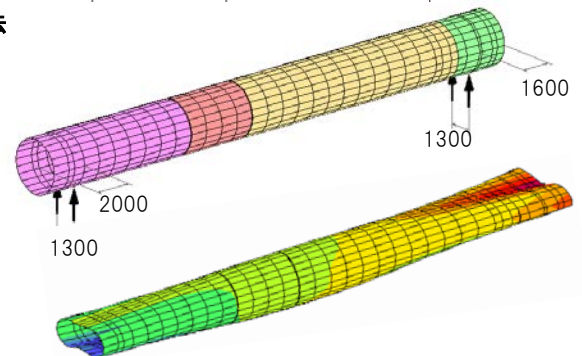


図-4 FEM解析を用いた自重による歪の推定

(4) 機能上問題ないことの確認（妥当性の確認）

付属物取付け後の最終的出来形は，光波測距儀による3次元計測システムを用い，上部鋼管，下部鋼管共に円周方向に8点，長さ方向に1mピッチで計測した．得られた3次元座標をFEM解析による結果で補正して鋼管を鉛直に立てた状態に変換し，3次元CADに展開した．その後，CAD上で下部鋼管内に上部鋼管を納め上部鋼管を浮上させながらクリアランスが確保されていることを確認した．

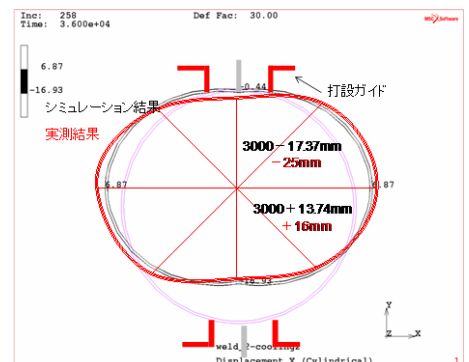


図-5 付属物溶接による鋼管の変形

(5) 付属物取付けによる鋼管断面変形量の推測

付属物の溶接が鋼管断面の形状に与える影響を数値シミュレーションで解析することを試みた．実際の入熱量や溶接手順を反映して解析し，変形の傾向が実測値と解析値で一致していることが確認できた（図-5）（図-6）．

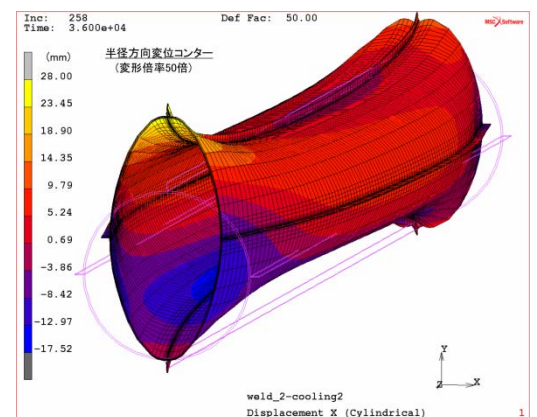


図-6 溶接ひずみの推定

4. まとめ

今後は，横置き状態での製作途上のデータを立て起こした状態に直ちに交換できる計測方法と上・下部鋼管のクリアランス確保を迅速に確認できる方法ならびに溶接歪がより少ない製作要領を確立していきたい．

参考文献 1) JIS A 5525 2) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会

3) 谷島義孝，水谷雅裕，有川太郎，松元和久，小林真，高田賢一，阿部元，木原一禎：直立浮上式防波堤試験工事（その1）－施工概要－，第70回土木学会年次学術講演会講演概要集，VI部門，2015．ほか2件