２３．深層水取水管材料および布設技術の変遷

○牧野　芳郎（古河電気工業㈱）、清水建設㈱、日本サルヴェージ㈱

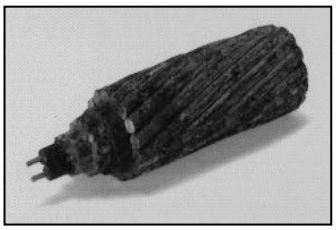
概要

標記 3 社における海洋深層水取水管材料及びその布設技術開発への取り組みは 1988 年の高知県向け取水管の製造・布設をスタートに、以来、2008 年の韓国江原道までの 20 年間にわたるものであり、以下にその主要な関連技術の変遷について紹介する。

１．取水管材料の変遷

弊社の取水管構造は写 1、写 2 のようにプラスティック材と鋼材の複合構造となっており、取水した水を陸上まで送る導管であるポリエチレン管と軸力補強と外傷防止を兼ね備えた鉄線鎧装により構成されている。

鉄線鎧装は海底ケーブルでの構造を継承しており、100 年以上の歴史を持つ優れた構造で、現在もその基本的構造、材質は変わっていない。



写 1　海底取水管　写 2　布設 100 年後に回収された海底ケーブル

1)　導管材料

導管（ポリエチレン管）は材質を PE80 から第三世代のポリマーと呼ばれる PE100 相当に変革され、粘りがあり高強度で且つ耐久性に優れた素材となっている。

2)　鎧装材料

鎧装鉄線については大水深への適用を可能にするため、一部の鉄線を PET 材に替える改良を加えることで、より軽量化を図り布設時の張力を軽減することも出来るよう改善した。

２．取水口構造の変遷

1)　第１号六角錐型取水口

我国初の深層水取水施設となった高知県の取水口は急峻な地形に適応でき、また、所定の吸込み高さを確保することに加え、取水口沈設時の回転に対応させるために六角錐構造（風車型）が採用された。しかし、取水管先端を六角錐内に配置する取水口構造の施工は前もって所定の構造に製作された取水口フレーム内に取水管先端を抜き通す事となり、海上での長時間作業を要求されこととなった。

2)　第 2 号六角錐型取水口

我国での 2 号機として設置された高知県の取水施設の取水口は 1 号機での問題点を解消する方法として、予め取水口フレーム内に 10m 長さの短尺本管を組み入れた取水口を製作しておき、取水本管の布設終了時に先の短尺本管とフランジ接続する方法に改良された。しかし、本方式は取水本管の接続端末用金具が 2 組増加する事による費用増を招く問題点を有していた。

3)　第 3 号六角錐型取水口

六角錘型取水口の最終バージョンとなった取水口は取水口フレームを写 3 に示すように「半割」にする事で海上での作業時間短縮、コストアップ低減等の問題をクリアーしたものであり、現在の標準的構造となっている。

写 3　現在の六角錘型取水口構造

4)　ピラミッド型取水口

ピラミッド型取水口は海底面上より高い位置で取水したい場合に用いる構造として開発された。本取水口の構造上の特徴は取水口の着底に対し、取

水本管の潰れや座掘、線形に悪影響を与えないよう取水口フレーム頂部と取水管先端部とをヒンジ構造で接続している事に加え、取水口フレーム底部形状を V 字構造とすることで取水本管と取水口が接触しないよう配慮された構造となっている。

３．布設方法の変遷

1) 初期布設方法

布設初期の布設台船上への取水管のコイル取は動かないテーブルに巻き付け、櫓を用いて取水管の送出し出しを行っていた。また、布設台船のシフトはアンカー方式を採用しており、前方のアンカーワイヤーを巻き取ることで前進し、左右の位置調整をアンカーワイヤーと補助曳船で行っていた。従って、当初の布設台船はデッキスペースも小さく、大口径（櫓方式は捩じりながら巻き取る必要性があり、大口径の巻き取りが困難)、長尺物（布設台船の幅が小さいために巻量が限定）の布設に対しての最大制約となっていた。

2) 第２段目布設方法

取水管のコイル取りの制約に対しては大口径、長尺物の取水管布設を実現するために「ターンテーブル方式」に改善した。しかし、布設台船のデッキスペースに関する制約は依然として改良できず、布設台船に取水口を搭載できずに取水管の布設台船と取水口沈設用台船を別船（2 船体制）で施工したことも有った。また、取水口設置深度の大水深化に対して、係留アンカーが布設途中で破断すると言うトラブルも発生していた。

3) 近年の布設方法(DP システム/ターンテーブル)

深層水取水管の「大水深・大口径・長尺」化の要請と相俟って、布設台船は 2500ｔターンテーブルを搭載した大型の布設台船へと改良され、更にスラスターを配備するとともにDP システムを搭載した高性能な布設台船へと変革し、障害物を避け安全な布設位置を確保する高精度布設要請や 24 時間連続施工を可能とする高速施工要請に応えられるよう変革している。

４．布設管理技術の変遷

1) 初期管理計測

取水管の初期布設管理方法はキャタピラ装置（管送り出し装置）に設置した圧縮型ロードセル（シューターの摩擦抵抗で正確な張力測定が困難）により布設管の張力を測定するとともに目視で入水角を監視していた。しかし、取水管の高速布設と大水深化に伴う高精度測定方法の要請が高まっていた。

2) 近年の入水角管理

近年における布設管理は入水角管理を主に、取水管張力管理を副として管理するようになっている。入水角管理はシューター側方に取付けられたカメラによりコントロール室内のモニター上に取水管の姿を写し出し、入水角を常時計測する方式へと変革した。

3) ROV（Remotely operated vehicle）の導入

最も、近年における布設では布設台船の前方に ROV を配置・監視しながら布設する方法が一般化している。この手法により沈船、不法投棄の廃棄物等、直前の障害物を回避する事が可能となっている。

５．まとめ

日量数千ｔ級の取水量を可能とする要請に対しては管材料のコストダウンへの対応面を残して、管材料の構造面では略完成形に達しており、また、その布設施工面でも完成形に近いと考える。しかし、昨今の海洋深層水の利活用の変革に伴う大量取水要請に対しては管材料面、施工面での変革を求められており、一段の変革が必要と考える次第である。