曳航自沈式アンカー（ジャイロアンカー）沈設誘導システムの開発（その２）

ゼニヤ海洋サービス株式会社　水環境研究部　正会員　○西田秀紀
大友英明、佐藤明久

１．はじめに

ダム湖・池等の内水面における浮体構造物等を係留する際、最も一般的な水中アンカーは重力式のコンクリートアンカーブロックである．本工法はアンカーブロック自体のコストは他の工法に比較して安価であるが、沈設作業にクレーン台船等の仮設機材を必要とするためトータルコストが割高となる場合が多い．そこで、著者らは台船不要且つ低コストな「曳航自沈式アンカー」（以降、ジャイロアンカー）を開発し、静穏水域において極めて高い沈設精度を有することを確認したが[1)]、水平方向の流速が存在する場合の沈設精度に課題を抱えていた．

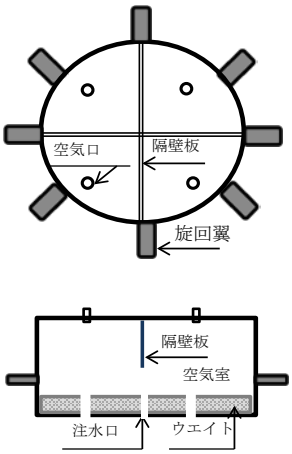
本稿では、この問題を解決するため現在開発を進めている「ジャイロアンカー沈設誘導システム」を紹介するとともに、ダム貯水池でのジャイロアンカー設置工事において沈設精度向上に関する有用な知見を得たので報告する．

写真−１　ジャイロアンカー外観

２．ジャイロアンカーの構造と特長

ジャイロアンカーは、写真−1 および図−1 に示すように、本体周りに旋回翼を備え内部には自力で浮くための空気室を備えている．ジャイロアンカーの特長は以下のとおりである．

①自力で浮くための空気室を具備させることにより小型作業船での曳航を可能とし、仮設機材を不要としたため、大幅なコスト縮減と工期短縮が図れる．②沈設作業は、注水によりジャイロアンカー内部の空気室の空気を抜くことによって自沈させるため、沈設作業が容易である．③さらに、ジャイロアンカーの沈降中は、旋回翼による回転力によって水抵抗を制御するため、極めて高い沈設精度を有する．



図−1　ジャイロアンカー構造

３．ジャイロアンカー沈設誘導システムの概要

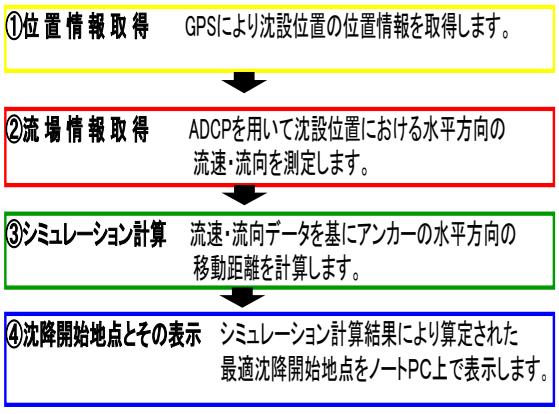
ジャイロアンカー沈設誘導システム[2)]のフローを図−2 に示す．各フローの詳細は以下のとおりである．

① **位置情報の取得：**GPS によりジャイロアンカー沈設位置の位置情報を取得する．

② **流場情報の取得：**ADCP（超音波ドップラ−流速計）により、水平方向の流向・流速を層別に測定する．

③ **シミュレーション計算：**上記 ADCP の測定結果を基に、ジャイロアンカー自沈中の水平方向の移動距離および方向を計算する．なお、本計算ではジャイロアンカー沈降開始後も内部への注水が継続されていることを考慮し、運動方程式中（鉛直方向）のジャイロアンカー水中重量は継時的に増加するモデルとした．

④ **沈降開始地点とその表示：**上記、シミュレーション計算により算出された値（水平移動距離および方向）を沈設目標点よりオフセットさせるとともに、GPS 位置情報を活用することにより最適な沈降開始点（水面上）をノート PC 上のマッピング画面（図−3 参照）上に表示させる．



図−2　沈設誘導システムフロー

キーワード：アンカー、沈設誘導システム、自沈式、低コスト、沈設精度、短工期、再浮上
連絡先：ゼニヤ海洋サービス㈱　東京都中央区八重洲 2-7-12　℡. 03-3510-2631　FAX. 03-3510-2632

4．ジャイロアンカーの施工方法

ダム貯水池におけるジャイロアンカー設置工事の施工フローを図-4 に示す．各フローの詳細は以下のとおりである．

①クレーンにてジャイロアンカーをダム水面上に着水し、アンカーの組立を行う．

②ジャイロアンカー沈設用に艤装された沈設用作業台船の着水及び組立を行う．

③沈設用作業台船にジャイロアンカーを固定すると共に、作業台船の係留を行う．

④沈設用作業台船上に装備された『沈設誘導システム』の演算結果から得られた値（水平移動距離および方向）を沈設目標点よりオフセットさせることによって、ジャイロアンカーを最適な沈設開始点(水面上)に誘導する．

⑤沈設誘導システムによって沈設開始点を確認後、ジャイロアンカーの沈設を行う．

⑥音響測深測量によって、ジャイロアンカー沈設位置の確認を行う．

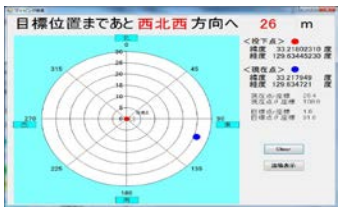


図-3 マッピング画面(一例)

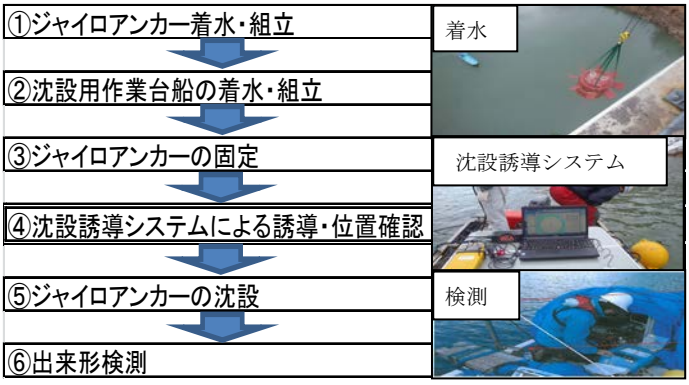


図-4 ジャイロアンカー施工フロー

5．施工結果および考察

ダム貯水池にて沈設したジャイロアンカーの諸元(3 基)および施工結果を表-1 および 2 に示す．なお、エラー距離とは沈設目標点と沈設点との水平距離である．表-2 から、沈設誘導システムによりアンカーの沈設開始点をオフセット移動させたことで、アンカーのエラー距離は大きく改善されていることが分かる．

さらに、同表の沈設誤差(エラー距離/水深)は最大 2.5 パーセントを示し、水深 70m 級のダム貯水池においてもジャイロアンカーは高精度に沈設されていることが分かる．これは、ジャイロアンカーの周囲に配置された旋回翼による自転とアンカーの傾斜に応じた水平方向の揚力に伴う公転によるものであり、その挙動は理論的に解明されている[3)]．

表-1 ジャイロアンカー諸元

ジャイロアンカー諸元	
本体直径	2.51m
本体高さ	1.91m
乾燥重量	7846kg
内部容積	6.95m3

表-2 ジャイロアンカー施工結果

ジャイロアンカーNO	オフセット距離(m)	エラー距離(m)	設置水深(m)	沈設誤差(%)
NO.1	1.1	1.54	61	2.5
NO.2	1.3	1.83	71	2.5
NO.3	0.8	0.67	73	0.9

図-5 は、理論解析の概要であり、沈降と同時に自転を開始したジャイロアンカー(図中の青丸)は、自転と同一周期、且つアンカー半径とほぼ同一の公転半径内(図中の黄丸)をスパイラル軌跡を描きながら着底することを示している．このことは、同時にエラー距離はアンカー半径とほぼ等しく、ダム貯水池の水深に無関係であることを示しており、表-1 および 2 のアンカー半径およびエラー距離の実測値からその妥当性は再確認される．

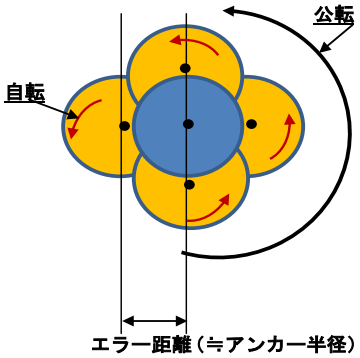


図-5 理論解析概要図

6．おわりに

本研究により得られた結論を以下に示す．

①沈設誘導システムは、水平方向の流れが存在する場におけるジャイロアンカーの沈設に有効である．

②沈設誘導システムの有効性を実フィールドにおいて確認した．

③ジャイロアンカーのエラー距離は、理論解析結果と一致する．

④ジャイロアンカーは、大水深のダム貯水池においても有効である．

参考文献：1）西田秀紀他：曳航自沈式アンカー（ジャイロアンカー）の開発，土木学会第 69 回年次学術講演会，2014.

2）西田秀紀他：曳航自沈式アンカー（ジャイロアンカー）沈設誘導システムの開発，土木学会第 71 回年次学術講演会，2016.

3）西田秀紀他：曳航自沈式アンカー（ジャイロアンカー）の沈降挙動に関する理論的考察，土木学会第 70 回年次学術講演会，2015.