

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

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、佐藤多久

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。

このような背景の基、著者らは「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、「ジャイロアンカー沈設誘導システム」を開発し、模型実験を基に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 及び図-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。

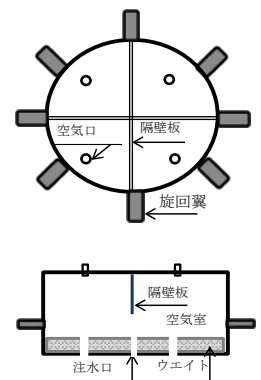


図-1 ジャイロアンカー構造

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。

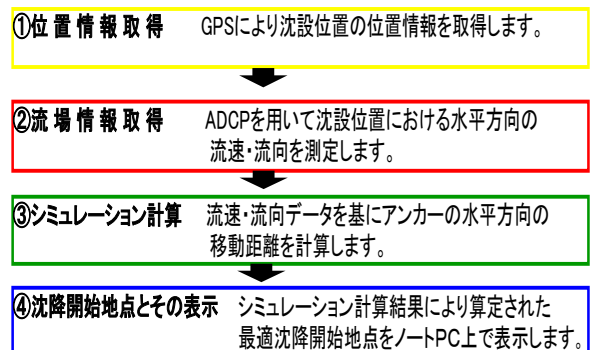


図-2 沈設誘導システムフロー

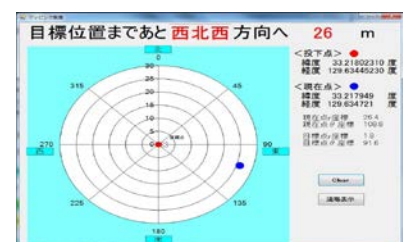


図-3 マッピング画面（一例）

4. 実験方法および条件

実験は、流れ場中における沈設誘導システムの性能を確認するため、沈設誘導システムの支援の有無によるジャイロアンカーモデルの沈設精度の比較を行った。

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(株) 東京都中央区八重洲 2-7-12 TEL. 03-3510-2631 FAX. 03-3510-2632

(1) 実験方法

(a) 【実験 A】 沈設誘導システムの支援なし

沈設誘導システムによる支援が無い状態を想定した実験を行った。

- ① ジャイロアンカー模型投下治具にセットされた模型を沈設目標点まで移動し、その点を沈設開始点として座標を記録した。模型内部へ注水を開始し、模型が自沈および沈設するまでの挙動をビデオカメラで撮影した。
- ② 模型沈設点の座標を計測・記録した。座標計測には、X-Y 断面の距離が計測可能な移動台車とレーザーポインタを使用し、模型の中心点を座標の計測点とした。なお、流れ方向を X、幅方向を Y 方向とした。
- ③ 模型の沈設点と沈設開始点の座標より、各流速変化における模型の移動距離を記録するとともに、沈設目標点に対するエラー距離を計測した。

上記①～③の手順を、各流速条件下でそれぞれ数回実施した。

(b) 【実験 B】 沈設誘導システムの支援あり

沈設誘導システムによる支援が有る状態を想定した実験を行った。

- ① 沈設誘導システムを起動し、試験流速における演算を実行した。
- ② 沈設誘導システムの演算結果から得られた X 方向のオフセット距離を沈設目標点から移動させた位置を沈設開始点として模型をセットした。

以下、【実験 A】と同様である。

(2) 実験条件

実験条件を表-1 に示す。実験は直径 2.7m の実機ジャイロアンカーの投下を想定し、その 1/6 スケールで行った。

表-1 実験条件

	実機	水槽実験
模型直径	2.7m	0.45m
模型高さ	1.2m	0.2m
水深	9.6m	1.6m
流速		
1	0.51m/s(1.0kt)	0.21m/s
2	0.77m/s(1.5kt)	0.31m/s
3	1.03m/s(2.0kt)	0.42m/s

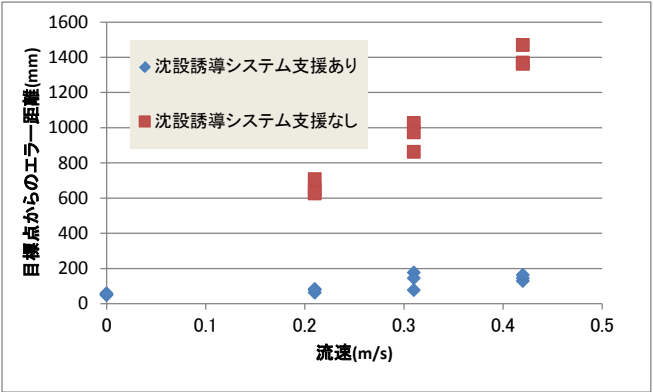


図-4 流速とエラー距離の関係

5. 実験結果

図-4 は、沈設誘導システムの支援の有無における各流速と沈設目標点からのエラー距離との関係である。

沈設誘導システムにより模型の沈設開始点を各流速に応じてオフセット移動させたことで、模型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、本実験の範囲内では、模型のエラー距離は概ね 200mm 程度で沈設されることが確認された。200mm 程度のエラー距離は、静穏水域におけるジャイロアンカー挙動の理論解析²⁾からバラツキの範囲内と判断でき、沈設誘導システムによる支援が模型の沈設精度を格段に向上させていることが確認できた。

表-2 流速と沈設誤差の関係

流速 (m/s)	沈設誤差 (%)
0.21	5.0
0.31	9.1
0.42	10.0

表-5、は沈設誘導システムの支援有りの場合における、各流速に対する沈設誤差（エラー距離/水深）の関係をまとめたものである。図より、流速 0.21m/s（実機：1.0kt）以下では、沈設誤差は 5 パーセント以下であることが分かる。ジャイロアンカーが実際に設置されるフィールドの流速は通常 1.0kt 以下と推察され、本沈設誘導システムを採用することによって、水平方向の流速が存在する実フィールドにおいてもジャイロアンカーを正確に沈設目標点に沈設できることが明らかとなった。

6. おわりに

本研究により得られた結論を以下に示す。

- ① 流れ場中での沈設誤差は、水平方向の流速の増大とともに大きくなる。
- ② 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。
- ③ 沈設誘導システムを採用することによって、実フィールドにおいて沈設誤差 5% 以下で施工可能である。

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）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。