

海底配管の実物大投錨試験

大成建設株式会社 正会員 ○江草 弘章
 大成建設株式会社 正会員 外山 雅昭
 大成建設株式会社 正会員 金 浩昭

1. はじめに

海底配管の設計に際し、船舶の投錨により配管に作用する衝撃荷重（以下、投錨荷重）は衝撃係数を用いて算定することが一般的である。既往の研究¹⁾では、室内試験において、0.5m,1.0m,1.5mの3種類の埋設深さで試験を実施し、計測された土圧を用いて一般的な埋設深さである3.0m~4.0mでの衝撃係数を推察している。

上記研究では、配管に発生するひずみと土圧を測定しているが、両者から算出される衝撃係数は数倍程度土圧から算出される衝撃係数の方が大きくなることが確認されている。

海底管の設計においては、投錨試験を実施しない場合、大きな値となる土圧から算出した衝撃係数を使用することが一般的であるが、より合理的な設計を行うためには、実物大の投錨試験を行い、配管に発生するひずみを確認する必要がある。

本試験では、埋設深さ、重錘の重量及び落下速度をパラメーターとした実物大の模型試験を実施し、実物における配管応力と衝撃係数を算定することを目的とした。

2. 試験概要

投錨試験実施状況を図-1に示す。

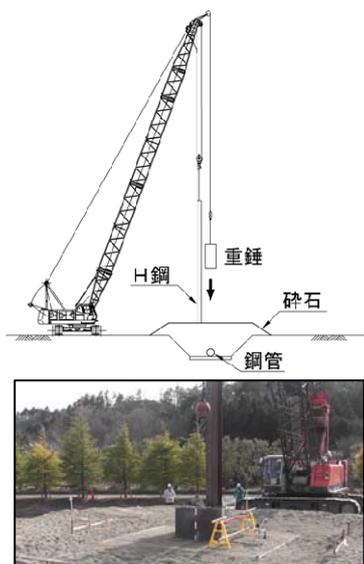


図-1 投錨試験状況図

使用した重錘の重量及び重錘の接地速度を表-1に示す。重錘は図-2に示すように鉄板とコンクリートで作製した。重錘は錨と重量を一致させるため、鋼殻内部にコンクリートを充填した。また、重錘の底部はJIS-A型アンカーを模すように鉄板を加工して作成した。重錘の接地速度は船舶がベルマウスの高さより投錨し、海底面に着底する際の速度を水の抵抗を考慮して算出した²⁾。重錘の落下高さは表-1に示す接地速度を満足するように予備試験を実施して決定した。

表-1 錨の諸元と接地速度

対象船舶	錨の重量	錨の設置速度
5,500DWT	2.46 t	6.1 m/sec
100,000DWT	12.9 t	7.8 m/sec



図-2 重錘形状

埋設管はφ800mm,t=22mm,SKK490,L=18.0mを使用した。

埋設形状は図-3に示すとおり地盤を2.4m掘削し、鋼管を投入した後に埋戻しを行った。埋設深さ2.5m及び1.9mの際は一部盛土形状とした。また、埋戻材は実工事と同じ状態を再現するため締固めは実施せず、試験毎に掘り返しを行った。実施ケースを表-2に示す。各埋設深さに対して2回毎実施した。

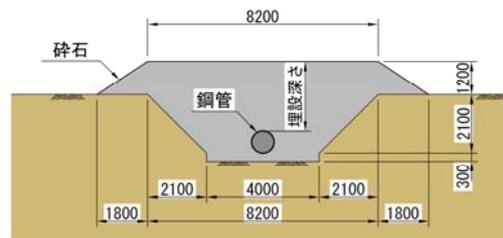


図-3 試験断面形

キーワード 海底配管, 投錨, 重錘落下, 衝撃係数

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 TEL 03-5381-5419

表-2 試験ケース

	対象船舶：5,500DWT 重錘の重量：2.46t	対象船舶：100,000DWT 重錘の重量：12.9t
埋設深さ1.3m	V=6.1m/s	V=7.8m/s
埋設深さ1.9m	V=6.1m/s	V=7.8m/s
埋設深さ2.5m	V=6.1m/s	V=7.8m/s

本試験では、クローラークレーンを用いて重錘を所定の高さまで吊上げ、ガイド(H鋼)に沿わせて落下させた。

本試験での計測項目は、1)重錘直下部の鋼管ひずみ(鋼管内側)及び2)土圧、3)重錘の加速度、4)鋼管の変形量であり、これら各センサーからの出力波形はサンプリングタイム 0.1ms でデジタルレコーダーにて一括収録を行った。重錘落下直下部の計測機器配置図を図-4に示す。上記の他に、5)重錘の接地速度、6)重錘の貫入量を計測した。

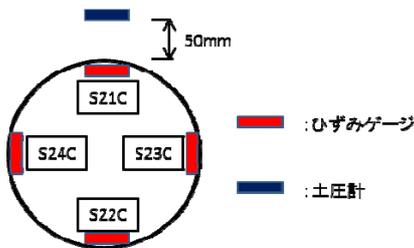


図-4 計測機器配置図(重錘直下)

3. 試験結果

本試験の結果より、以下の2つの方法で衝撃係数を算出した。①計測土圧から算出された衝撃係数(以下、衝撃係数【計測土圧】)。②鋼管の発生ひずみ(応力)からスパングラの式を用いて投錨荷重に換算し、その投錨荷重から算出された衝撃係数(以下、衝撃係数【投錨荷重】)。これら衝撃係数を算出する際の分散角は30degとした。

図-5に衝撃係数【計測土圧】と衝撃係数【投錨荷重】の関係を示す。縦軸に衝撃荷重【計測土圧】と衝撃係数【投錨荷重】の比率とした結果、既往の研究で報告されているとおり、両者には約4~6倍の差が確認された。また、埋設深さが浅い程差が大きくなることが確認された。

既往の研究で提案されている衝撃係数(以下、衝撃係数【既往】)と衝撃係数【投錨荷重】を図-6に示す。衝撃係数【投錨荷重】は衝撃荷重【既往】と比較して大幅に小さくなることが確認された。また、埋設深さ2m以下では急激に差が大きくなることが確認された。

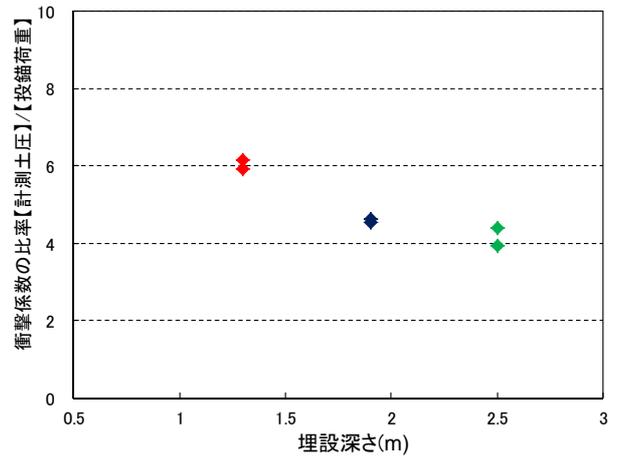


図-5 衝撃係数【計測土圧】【投錨荷重】の比較(重錘重量 2.46t)

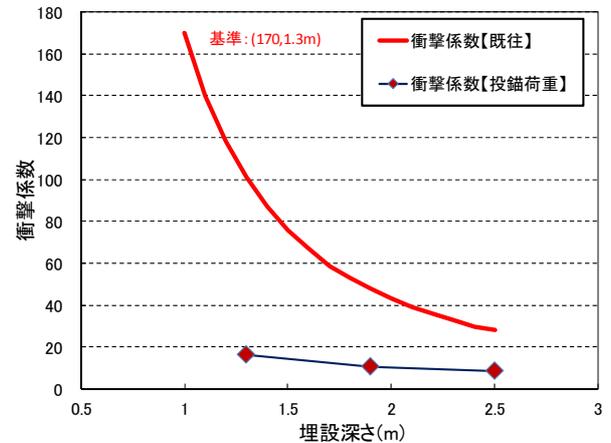


図-6 衝撃係数【投錨荷重】【既往】の比較(W=2.46t)

4. まとめ

以下に本試験より得られた結果を示す。

- 1) 既往の研究のとおり、実物大の模型実験においても衝撃係数【計測土圧】は衝撃係数【投錨荷重】より約4~6倍大きくなる。
- 2) 従来の設計手法では、埋設深さ2.5m以下の場合、実際鋼管に発生する応力に対して衝撃係数を大きく評価する。実物大の試験で得られた衝撃係数【投錨荷重】は衝撃係数【既往】と比較して小さくなる。従って、今回の試験結果を踏まえ配管の設計を行うことにより、より合理的な設計が可能となると考えられる。

5. 参考文献

- 1)中山茂雄・清宮理・藤澤孝夫,海底パイプラインに作用する衝撃荷重の実験的研究 港湾技術研究所報告第15巻第3号 1976.9
- 2)中山茂雄・清宮理,投錨試験における錨の貫入量 港湾技研資料 No.215 1975.6