

(II-18) 供用中の栈橋における杭の支持力調査

東亜建設工業株式会社

○浅井一浩

東亜建設工業株式会社 正会員

堀沢真人

1. はじめに

太平洋に面したA港の大型船専用栈橋において、船舶係留時に栈橋に設計時の想定を超える大きな変位(法線直角方向)が観測された。栈橋の外観調査の結果、異常はみられないため、杭の支持力に問題があると考えられた。よって杭支持力を確認することが必要であるが栈橋供用を中止することができないため、船舶係留中に防舷材反力と杭の軸力を計測し、それと構造解析結果との比較から杭の支持力を確認する方法を採用した。

本稿は、供用中栈橋における杭支持力調査の方法及び調査結果について報告するものである。

2. 調査の概要

本栈橋は図-1に示すように、組杭式横栈橋形式である。

基礎杭の支持力を確認するためには、防舷材反力に相当する外力を栈橋に作用させ、そのときの引拔力、押込力および変位を計測する必要がある。ただし、防舷材反力は約190tfであるため、それをウインチ、油圧ジャッキ等で作用させる水平載荷試験では、大がかりな反力設備が必要となる。また、調査のために栈橋供用を中止することはできないという制約があった。そこで、船舶係留中に防舷材反力と杭の軸力を計測し、それと構造解析結果との比較から杭支持力を確認する方法を採用した。この方法では、防舷材反力を計測することが必要である。しかし、それを直接計測することは困難なため、ここでは、防舷材圧縮量を計測し、防舷材の圧縮試験によってえられた圧縮量-反力の特性曲線から反力を求めた。防舷材圧縮量の計測は、巻き込み型変位計を用いた。

計測機器の一覧を表-1、その配置を図-1中に示す。

栈橋変位は、隣り合うブロックの相対変位として歪みゲージ式変位計により計測した。本栈橋は、8つのブロックからなるが、計測は船舶の動揺時に防舷材圧縮量が大きくなるブロックを対象とした。なお、この方法では、船舶が動揺し、防舷材が圧縮されないと計測が成立しないが、過去の観測記録をもとに、波浪条件が比較的厳しい時期を選定し、約2ヶ月間の船舶入港時に4回実施した。

3. 防舷材の反力特性

当栈橋に設置されている防舷材の歪み(圧縮量/防舷材高さ)-反力の特性を図-2に示す。ここには、防舷材の工場

キーワード：栈橋、杭の支持力

東京都千代田区四番町5・TEL 03-3262-5105・FAX 03-3239-2793

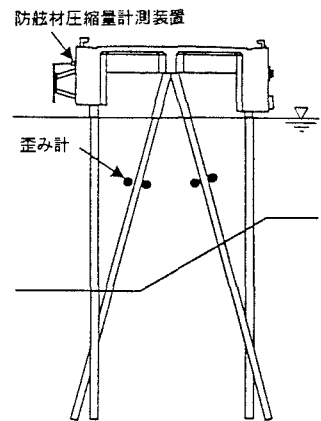


図-1 栈橋断面図

表-1 計算項目及び計測装置

計測項目	計測機器	機器形式
栈橋変位	歪みゲージ式変位計	CDP-50
防舷材圧縮量	巻き込み型変位計	DP-C
鋼管杭応力	押込型歪計	KM-100B

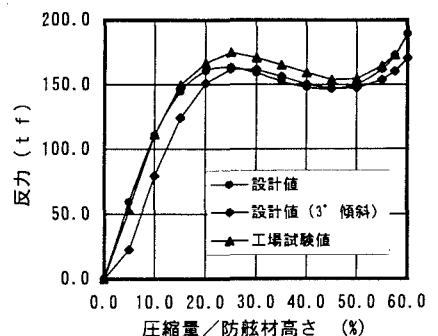


図-2 防舷材の歪み-反力特性

試験結果と設計値が示されているが、両者には違いがみられる。また、ここには3°傾斜圧縮時の反力特性(設計)も示したが、このように傾斜の角度によっても反力特性が異なるため、厳密には圧縮量だけから反力を導き出すことはできない。そこで、ここでは設計値及び設計値±10%の3種の反力特性を用いて防舷材の圧縮量から反力に換算した。

4. 調査結果

(1) 棧橋変位及び基礎杭の引抜支持力

図-3は、計測結果より得られた防舷材反力と杭の軸応力の関係を示したものである。ここには、汎用有限要素解析プログラム"NASTRAN"による計算結果も示した。

計測結果はバラつきを見せているが、これは実際には船舶のRoll, Yawなどにより防舷材が傾斜圧縮されるのに対し、防舷材圧縮量は一点でしか計測していないこと、防舷材の圧縮量-反力特性は傾斜圧縮の状態によらず一定としていることなどが原因していると思われる。それらを考慮すれば、計測結果と計算結果はよく一致していることがわかる。今回計測された防舷材歪みの最大は約20%であり、概ね最大反力が発生する歪みに等しい。よって、防舷材の正常圧縮範囲であれば、杭の支持力及び棧橋構造に問題は無いことがわかる。

(2) 防舷材反力と棧橋変位の関係

図-4は、防舷材反力と棧橋ブロックの変位の関係を示したものである。これより計測結果は、反力70tf程度までは計算結果と対応しているが、反力が大きい場合、計算結果よりも小さな値となっていることがわかる。これは、今回の場合、変位は隣接するブロックとの相対値として計測されており、防舷材圧縮量が大きくなると、隣接するブロックの防舷材も圧縮され変位が生じるためである。ただし、防舷材の設計反力内であれば、杭支持力は構造計算結果にほぼ一致していることから、変位についても計算結果との対応は良好と考えられる。

5. おわりに

以上、棧橋供用中に実施した杭の支持力確認試験の方法、その試験結果について述べた。今回の調査結果から、設計防舷材反力内では杭支持力に問題がないことが確認されたことから、大きな棧橋変位の原因は、防舷材が過圧縮となり設計を超える反力が作用したものと考えられる。

ここでの杭支持力の確認法は、供用を中止することなく、比較的簡単な設備で実施できることから、供用中の係留施設において有効な手段である。ただし、防舷材圧縮量や棧橋変位の正確な計測は今後の課題である。

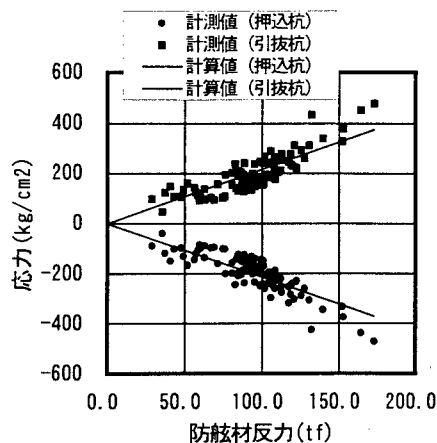


図-3 防舷材反力と杭軸応力の関係

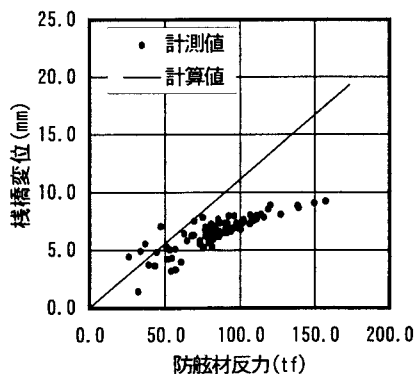


図-4 防舷材反力と棧橋変位の関係