

(株) 間組 正員 大沢 康男

(株) 間組 正員 〇江村 康

1. ま え が き

造船台耐圧のように直接地盤上に構築される鉄筋コンクリート構造物を、今仮りに地上版構造物と名付けるとこの地上版構造物ほど旧くから数多く実用に供されているにも関わらず、その耐荷能力発生メカニズム、強度特性等 不明確なものの多い構造物も珍らしいのではないかと思われる。

例えば、造船台の耐圧版であるが、造船業界の急激な発展に伴い造船台に要求される機能も当然変化したが、造船台の改造のために造船作業をストップする事は営業上極めて不利である事や、又、現有設備の効果的な活用を計って旧船台耐圧部の一部をそのまま改造々船台の耐圧部に活用している例は、ごく一般的である。このような処置の結果改造された船台の一部としての耐圧版を新しい荷重条件の下で構造計算を行ってみると、鉄筋応力が降伏状態をはるかに超える結果となり、当然、何らかの兆候が現われてしかるべきであるが、何の兆候支障も見られず使用されている例が珍しくない。

そこで、このように現設計法による判定と実状との差を生み出す原因として

- イ、計算に使用した荷重と実際に作用する荷重が異なる。
- ロ、荷重の作用が極く短期間であるため。
- ハ、構造計算に当っての構造モデルが実状と離れすぎているため。

上記、イ、ロ、ハ、について検討を進めた結果、ハ)による影響が最も大きいとの目安を得たので、この問題解決のための手がかりを得るために実施した一連の耐圧版沈下測定結果及びそれに対する若干の考察を述べたのが当報告である。尚、測定は日本鋼管鶴見造船所設備課の指導の下に行われ、測定対象船台は昭和39年に7万t進水用船台として、弾性床版の構造モデルにより設計され、現在、16万t程度の進水に使用されている。

2. 沈下分布測定の主旨

鉄筋コンクリートの地上版構造物を設計するに当っては、弾性床版又は弾性支床版として構造解析を行い、この場合、構造モデルとしては鉄筋コンクリート版を全断面有効な弾性体として扱っているのが最も一般的な方法のようである。このような取扱いは一一般鉄筋コンクリート構造の計算に準じているものと思われるが、地上版構造物の場合は一般鉄筋コンクリート構造物と異なり、引張鉄筋側コンクリートのひび割れによる版の剛性低下が、版に発生する曲げモーメントの値を大きく左右する。e 関数法等により算出した剛性低下を考慮して構造計算を行うと、最大モーメントは $1/3 \sim 1/4$ に低下する結果となる。そこで進水時における耐圧版の沈下分布から耐圧版の剛性低下の実状を判定し、全断面有効として扱っている現設計法の構造モデル改善への目安をつける事が、本報告の目的である。

3. 測定要領及び測定結果

イ、測定方法

船台の固定台及び耐圧部に図-1のような標的を設置し、これにレーザ光線を当て8mmカメラによって進水時のレーザ光線の動きを撮影するのである。

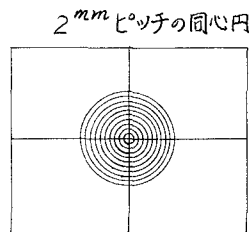


図-1

2). 測定位置

測定位置は船の進水計算上 最大荷重 (Pivoting Load) が作用する位置が理想的であるが、実際の位置は予定より海側にずれる事が多いので、図-2 に示すように予定位置の若干海側とした。

3). 測定結果

測定を行った進水船要目を表-1 に示す。また、各測定において Pivoting Load によると推定される最大沈下を船台横断面上にプロットした結果を図-3 に示す。

4 検討方法

測定結果と比較検討するための構造計算は、およそ次のような条件で行った。

1) 地盤反力係数

昭和39年以前に 当地の船台で行われた水張試験の際の沈下測定資料から当地盤の反力係数を 1.0 kg/cm^3 と判定し、それに耐圧版下の鋼管杭の弾性沈下量に匹敵するバネ定数を換算して得た 3.0 kg/cm^3 を加算し、 $\sigma_s = 4.0 \text{ kg/cm}^3$ として使用した。

2). 耐圧版の剛性

コンクリート設計強度が $\sigma_{cs} = 240 \text{ kg/cm}^2$ であるので、 $E_c = 2.7 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ として全断面有効の場合の曲げモーメントを先づ算出し、この値がコンクリートの曲げ引張強度を $\sigma_c = 30 \text{ kg/cm}^2$ として求めた無筋コンクリートとしての抵抗モーメントの値を超える部分に、版の剛性低下を考えた。(図-4. 参照) 引張側コンクリートにひび割れが生じた状態での版の剛性は、日関数法により算出するのが立前であろうが、無筋コンクリートとしての抵抗モーメントを超えるモーメントに対しては $\sigma_s > 1,500 \text{ kg/cm}^2$ となり図-5 にも示す通り、この付近での剛性はほぼ一定となるので便宜上、鉄筋コンクリートとしての断面二次モーメント、及び $E_c = 1.4 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ を使って算出した。この場合の剛性低下率は、全断面有効の場合の約 $1/3 \sim 1/10$ となった。

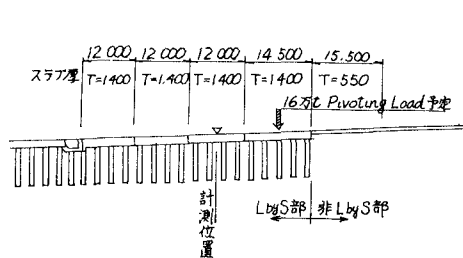


図-2 計測位置

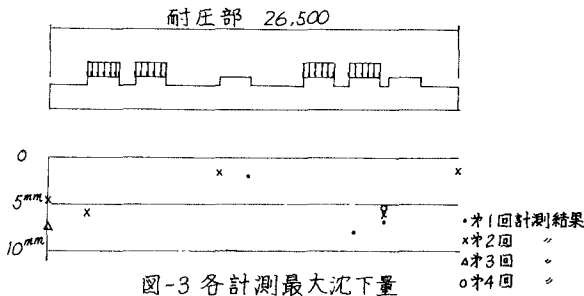


図-3 各計測最大沈下量

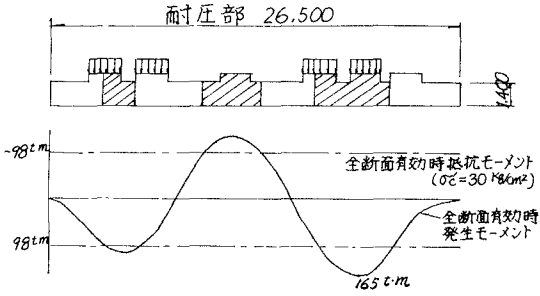


図-4 耐圧版剛性低下範囲

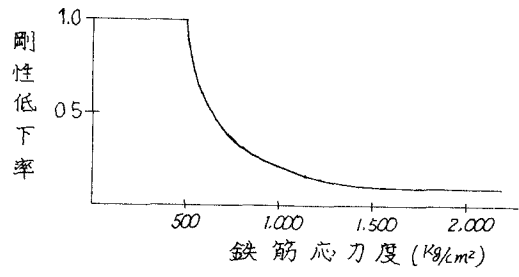


図-5 耐圧版の剛性低下率と鉄筋応力度の関係

表-1 進水船要目

SNO.	才1回	才2回	才3回	才4回
	SNO 896	SNO 891	SNO 900	SNO 906
船 型	160,000 DWT 鉱石	96,000 DWT 鉱石原油	160,000 DWT 鉱石	
進水年月日	47.5.10	47.8.22	47.12.14	48.3.16
船 長 (L)(m)	282.000	252.000	282.000	
船 幅 (B)(m)	47.000	38.000	47.000	
進水重量 (t)	28,140	21,770	28,780	
Pivoting Load (t)	7,350	5,220	7,719	5,598
進水台条数	4 条	4 条	4 条	4 条

3) 固定台荷重

固定台に作用する荷重は進水計算による固定台への反力 (Pivoting Load) を使用し、船台方向12m区間に三角形分布するとして扱った。

5. 考 察

1). 計算値と測定値の比較 (図-6)

1) 全断面有効としての計算値は、最大沈下量については測定値に比較的近い値であるが沈下分布としては測定値に比べ全体に均一な分布となっており、特に耐圧版中央付近では測定値と大きく異っている。

2) 剛性低下を考えた場合の計算値は、最大沈下量、全体の沈下分布、共に測定値によく合っており、耐圧版がここで考えたような剛性低下を起している事は、ほぼ確実であると思われる。

2) 曲げモーメント図について

剛性低下を考慮した場合の曲げモーメントの値は、全断面有効とした場合の $\frac{1}{4}$ 程度となる。耐圧版中央については現状配筋で $\sigma_{sa} = 3,000 \text{ kg/cm}^2$ とした許容モーメントに近い値となるが、この部分は引張側が上側となるが、コンクリート面にはクラックの発生は見られない事から当検討に際して算出した曲げモーメントより更に小さなモーメントしか発生していないのではないかと推定される。

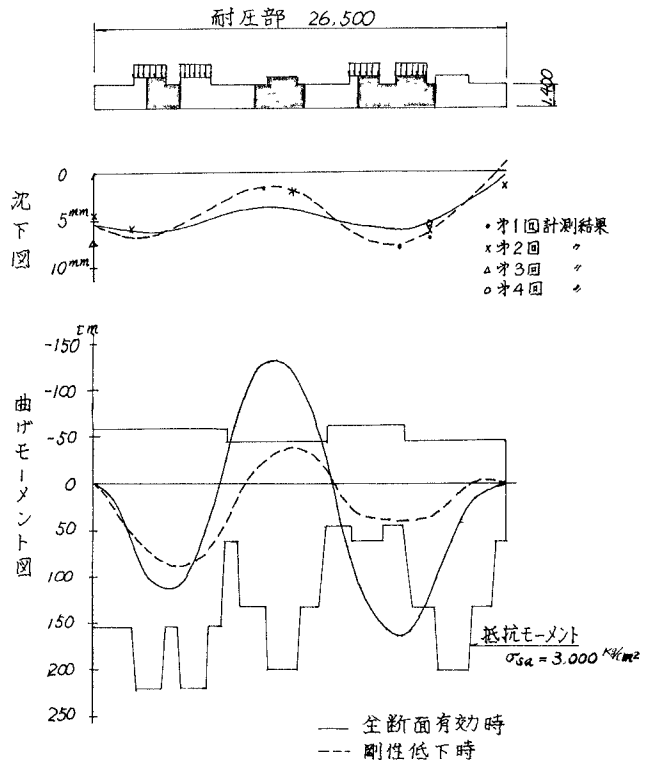


図-6 沈下測定値と計算値との比較及び曲げモーメント図

6. 現在の設計法での問題点

各種試算による検討及び前記の沈下分布測定から 地上版構造物の耐荷能力の発生には版の剛性低下が大きな役割を占めている事が ほぼ確実と思われるので、この事を前提にして現在の設計法について次のような問題点が指摘される。

- 1). この種の構造物については 現在行っているような計算方法による曲げモーメントを主体とした設計方法はあまり意味がない。
- 2). 版の耐荷能力は剛性低下により増大する地盤反力及び地耐力、版のせん断抵抗能力及び曲げ変形能力等によって左右される。

7. あ と が き

今回の一連の沈下測定結果より造船台耐圧版の耐荷能力発生に対して版の剛性低下が大きなファクターとなっているとの確信を深めたが 現有設備の効果的活用の意味で版の剛性低下を考慮した構造モデルを実用化するに当っては更に鉄筋応力の測定を含めた多くの測定及び解析が必要であらう。なお、鉄筋応力の測定については他の船台において当社技術陣の手で既に行われた例はあつたが 当船台については未だ実施していないので更に測定を進め構造モデル作成を試みてみたいと念願している。終りに この報告書は 1972年間組研究年報に掲載された「造船台耐圧版の強度特性について(オ1報)」に続くものであり 計測結果の詳細その他については上記報告書に報告されている事を付記しておく。