

本州四国連絡橋公団 正会員 ○ 森 章
林 宣熙

1. まえがき

海洋構造物では常に波と潮流などの、振動外力を受けているため、部材の疲労が設計上問題となる。海洋構造物に通常用いられるパイプの格点については、種々実験が行われており、格点の疲労耐力に対する提案式が発表されている¹⁾。しかし、その疲労設計を行うための荷重についてはまだ体系化されたものではなく、ケースバイケースで考えられている。

本報告は海洋構造物の疲労設計における荷重について、問題点を整理し、実際に設計を行う場合の荷重の考え方について一方法を示すものである。

2. 疲労設計における荷重の問題点

波・潮流による荷重はそれらのもつ性質から以下に示す主な問題点がある。これらに疲労設計の場合直接計算ケース数に関連するので特に問題となる。

(1) 波は波高だけでなく、厳密には周期によっても荷重強度が異なる。

(2) 波と潮流が同時に作用する場合、荷重および部材力の振巾は増加する。

(3) 同じ波・潮流条件でもその来襲方向によって、ある箇所に発生する部材力は異なる。

(4) 部材力の振巾を求めるには、波の一周期内の部材力の変動状況を計算しなければならない。

(5) 構造物の固有周期が波周期に近い場合、部材力の動的影響も考えてやらねばならない。⁴⁾

3. 疲労設計における荷重の考え方

以上掲げた問題点があるため、全ての波・潮流条件に対して荷重を算定するのは困難なので、実際の波・潮流条件をいくつかの条件で代表させて疲労設計のための荷重を算定する。(図-1参照)

4. 算定の手順

ここでは固有周期が波周期に比べて十分小さいジャケットのある部材を例に説明する。したがって動的影響は無視し、さらに波周期の違いによる部材力の振巾の違いも他の条件に比べて影響が小さい²⁾と考えて無視し、卓越する波形勾配をもつ波周期で代表する。また波・潮流の来襲する方向についても、説明のわかりやすいように卓越する一方向のみについて考えるものとする。

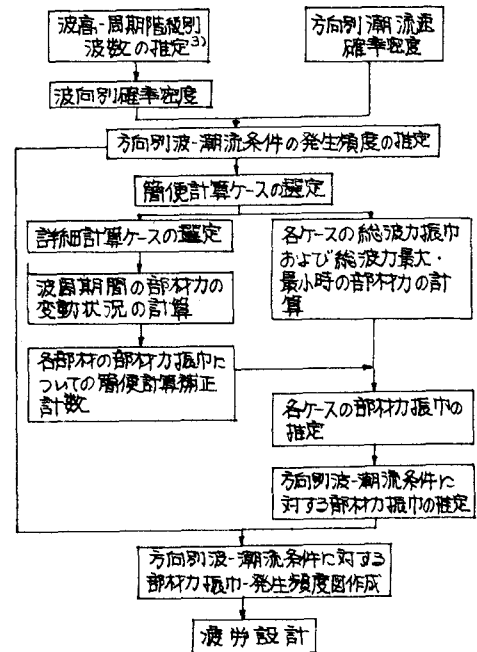
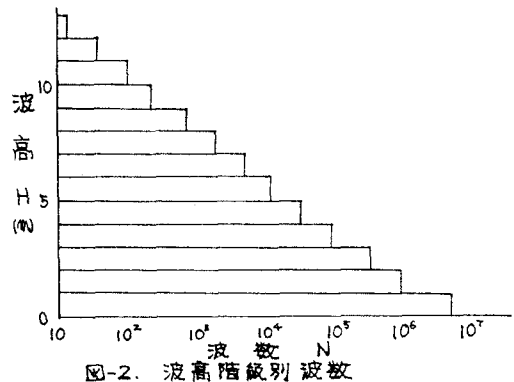


図-1. 疲労設計に用いる荷重算定のフローチャート



耐用期間内に生ずる波を波高だけについて整理すると図-2のような関係が得られる。ここに波数は通常得られる観測された有義波高のものではなく、もとの一波一波に相当するものである。一般には波高だけについて整理すると、この図のように波高の極端に大きな値、小さな値を除くと、ほぼ直線上にのるようである。しかしその大きさや傾きは、当然その海域の特性や、時によっては観測装置の特性によって異なる。

潮流はここでは一応±1.5%、0%の3ケースで表し、各波数の30%ずつが±1.5%、40%が0%の潮流を波と同方向に受けているものとする。

各潮流速の代表的な波高について、波周期を何等分かした位相での部材力を計算し、各部材に対して図-3を作成する。これから、部材力の振巾に対する、総波力最大・最小の位相における部材力の差との比を求め、各部材について図-4のような関係も求めておく。

各波・潮流条件に対して図-3のような部材力の変動を全て計算するのは困難なので図-4も作成したよりも多いケースについて総波力最大・最小時の部材力を求めて代用する簡便法を行う。すなわち、各潮流速のいくつかの波高について総波力の振巾と、総波力最大・最小時の部材力の差(ΔP)を計算し、図-4の α を用いて真の部材力振巾と推定し、図-5、図-6を作成する。

この両図を用いて、各波・潮流条件に対する部材力の振巾を求め、図-2の波数から最終的に疲労設計に用いる図-7を作成する。

- 参考文献 1) 日本鋼構造協会 疲労設計指針, JSSC, Vol. 10, No. 101
 2) 海上作業足場の設計要領, 土木学会海洋構造物に関する調査研究報告
 3) 谷田, 波流の統計的性質とその応用, 1975年水工学に関する夏期研究会(B)
 4) Maddox, Fatigue analysis for deepwater fixed-bottom platforms, OTC 2051 (1974)

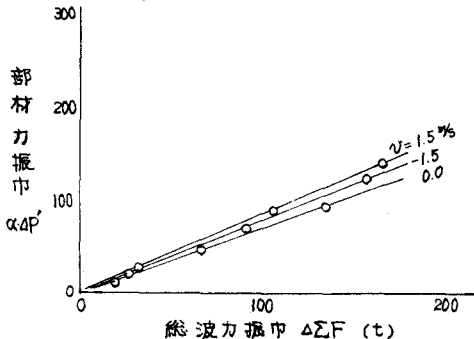


図-6. 総波力振巾と部材力振巾の関係(部材別作成)

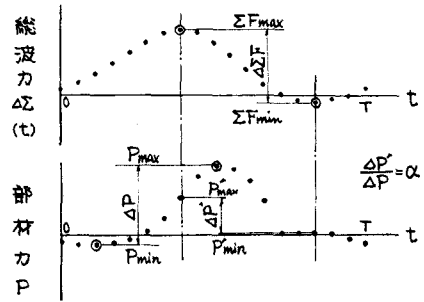


図-3. 部材力の変動状況と補正係数 α

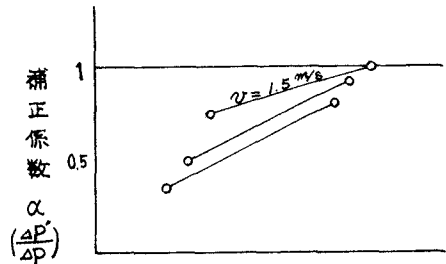


図-4. 補正係数 α の推定(部材別作成)

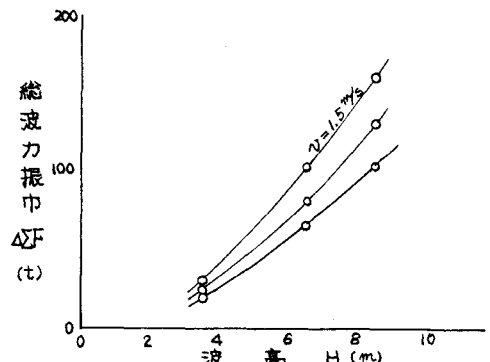


図-5. 波高と総波力振巾の関係

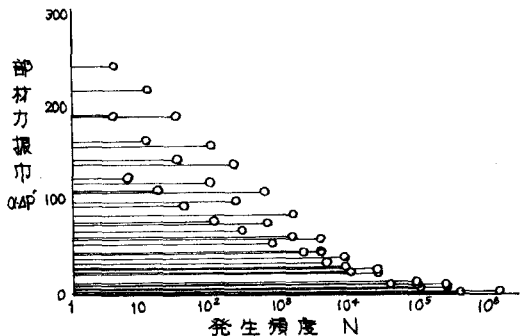


図-7. 部材力振巾-発生頻度図(部材別作成)