

海洋構造物に関する調査研究委員会の活動状況について

土木学会海洋構造物に関する調査研究委員会委員長 村上永一

1. 概要

委員会は、社団法人鋼材倶楽部から社団法人土木学会に“海洋構造物に関する調査研究”委託方依頼（昭和46年4月15日）があり、土木学会はこれを引き受け（昭和46年6月1日）、両者の間の委託契約に基づいて設立された。

この委員会は主たる活動作業を次の2点におくこととした。

- i) 海洋構造物の設計指針の作成
- ii) 海洋構造物の設計データの整理

これらの作業のために3つの分科会を設け、第1分科会では荷重、外力等の設計条件、第2分科会では地盤条件および基礎の設計、第3分科会では材料および構造についての検討を行なった。

2. 委員

委員会の委員は次のとおり。

委員長	村上永一	本州四国連絡橋公団理事
委員	秋山成興	埼玉大学理工学部
同	有田行雄	三菱重工業株式会社広島造船所
同	伊藤学	東京大学工学部
同	大谷博包	運輸省港湾技術研究所
同	鹿島遼一	電力中央研究所技術第二研究所
同	願化雅雄	新日本製鉄株式会社相模原研究所
同	倉島収	建設省官房技術調査室
同	合田良実	運輸省港湾技術研究所
同	佐竹優	三菱重工業株式会社広島造船所
同	斉藤二郎	株式会社大林組技術研究所
同	田島二郎	本州四国連絡橋公団設計第一部
同	高島洸	本州四国連絡橋公団設計第二部
同	中瀬明男	運輸省港湾技術研究所
同	西沢紀昭	中央大学理工学部
同	伯野元彦	東京大学地震研究所
同	橋本宏	建設省土木研究所
同	服部昌太郎	中央大学理工学部
同	堀川清司	東京大学工学部
同	松崎美	本州四国連絡橋公団設計第二部

委員 光 易 恒 九州大学応用力学研究所
同 呂下義雄 新日本製鉄株式会社鉄構開発部
同 天島基臣 新潟大学工学部
同 山川朝生 建設省土木研究所
同 湯田坂益利 大成建設株式会社技術開発本部
同 吉 田 巖 本州四国連絡橋公団設計第二部
同 吉 田 裕 東京工業大学工学部
同 渡辺啓行 電力中央研究所技術第二研究所

また、分科会の主査および委員数は次のとおり。

第1分科会 主査 堀川清司

委員 8名

第2分科会 主査 吉 田 巖

委員 5名

第3分科会 主査 有田行雄

委員 11名

3. 海洋構造物の設計指針

この指針の範囲は一応鋼構造物に限定し、その対象として何らかの形で海底に固定されているもので、具体的には橋脚、シーバース、貯油タンク、灯標(台)、海中展望塔、沈埋トンネル(海面、海中を利用せずに陸岸から入るトンネルは除く)、海上作業台等を念頭において作業を進めることとした。

海洋鋼構造物設計指針目次(案)は次のとおり。

第1章 総則

1. 1 適用範囲

1. 2 海洋構造物の種類

第2章 荷重、外力等設計条件

2. 1 荷重、外力等の種類

2. 2 自重および塔載荷重

2. 3 衝撃荷重

2. 4 風荷重

2. 5 波および波力

2. 6 流水圧

2. 7 静水圧および浮力

2. 8 浮遊、曳航時の動荷重

2. 9 地震荷重

第3章 材料および許容応力度

3. 1 材料

3. 2 許容応力度

3. 3 許容応力度の割増しおよび低減

第4章 地盤条件および基礎の設計

4. 1 一般

4. 2 支持力

4. 3 地切り

4. 4 洗掘

4. 5 滑動抵抗

4. 6 周面摩擦力

4. 7 アンカー把駐力

4. 8 土の強さに対する動揺の影響

第5章 構造物の設計

5. 1 総則

5. 2 部材

5. 3 部材の連結(格点構造)

第6章 構造物の安定

6. 1 設置後の安定

6. 2 浮上時の安定

4. 第1分科会の作業経過

(1) 設計条件

設計に当たって考慮すべき設計条件のうち、自重および塔載荷重のほかはすべて外的条件による作用するもので、その環境は陸上に比して極めて厳しく、それは絶えず変動する海面、海水状態に基因する。これらは潮汐、高潮、津波などによる長周期波と風波やうねりなどの比較的短周期の変動とからなっている。

(2) 波浪

波浪の特性については、われわれはかなりの事実を把握している。しかし、特定点における波浪の観測資料はほとんど期待出来ず、従って設計波浪の決定に際してはかなり経験的要素に頼らなければならないのが現状である。一般に海洋鋼構造物はスレンダーなものが多いので、波浪条件は構造物の応答特性とも関連させて検討するのが望ましいので、近い将来の方向としては波浪のスペクトルと構造物の応答特性を考慮して設計がなされるであろう。

(3) 潮流、衝撃力など

荷重には潮流のような海水流動に伴う流体力を考慮しなければならない場合がある。また、船舶のような浮体が海洋構造物に接岸する際の衝撃力は大きな問題となる。現在の設計においては十分に注意深く制御して接岸することを前提としているが、制御し得なくなった浮体の衝突に対しては全く防禦の方法がないとしている。外洋に立地する場合には、うねりによって繫留中の浮体が衝突して生

ずる衝撃力がより重要な設計外力となり得る場合がある。その他ヘリコプターの離着時の衝撃力についてはアメリカにおける基準を一応採用した。次に地震力であるが、大部分が水中に存在しているような構造物に作用する地震力については必ずしも明らかにされていないので、一応陸上の構造物に対する地震力の評価の方法を採用している。

5. 第2分科会の作業経過

(1) 脚の支持力および貫入量の推定

海上部での地盤調査の困難さを考えると、なるべくシンプルな式を使用して荷重条件、構造物の使用時間に応じて安全率でカバーするといよい。

この問題に関連して作業足場の実状調査を行なうこととし、次の項目についてのアンケートを出すことになった。

- ・ 据付場所
- ・ 地質、地盤条件
- ・ 土質試験結果
- ・ 潮流、波浪条件
- ・ 据付時の荷重
- ・ 脚の貫入量
- ・ 貫入量の予想公式
- ・ 時間と貫入量変化
- ・ 脚周囲の洗掘量
- ・ 脚引上げ時の地切り力

(2) アンカーの把駐力

アンカーを大別すると投設アンカーと埋設アンカーの2つの方式となる。

投設アンカーは必要な把駐力を確保するためには相当の移動量が必要であるが、あらかじめ使用荷重より大きな荷重を加え、それ以下の荷重で使用するにより移動の影響を小さく出来る。把駐力は把駐力係数によって表現するが、海底地質、アンカーの構造、大きさによって影響される。指針に具体的な係数を載せるかどうかについては検討を要する。

埋設アンカーには図-1に示すA、Bの両タイプがある。Aタイプはくい体の曲げで抵抗するもので地盤の局部破壊があり、割合アンカー力は小さい。Bタイプはチェーンを介して地盤をサドルとして使用し、くい体の引抜きで抵抗させるもので、一般にはAタイプより耐力が大きい。

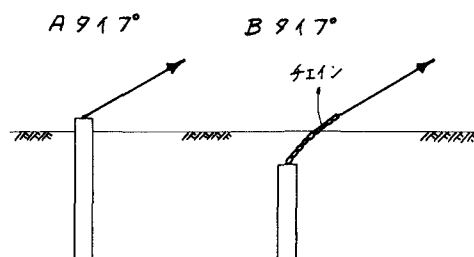


図-1 埋設アンカーの形式

(3) 地切り

三菱重工業株式会社で求めた実験式が紹介されたが、いわゆるヘドロのような極めて軟弱な地盤での地切り力が問題になった。また、その資料として建設省土木研究所でのケーソン底面の急速変位に

よる負圧が紹介されたが、解析をさらに進め実験式との結びつきをはかることになった。

(4) 洗掘

(5) 滑動抵抗

設計手法としての割切った取扱いになるであろうことが確認された。

(6) 周面摩擦力

粘性土地盤に脚が貫入した時、くい体が施工された時の地盤の強度恢復による周面摩擦力の増加について討議された。

(7) 土の強さに対する動揺の影響

波浪による動揺が考えられるが、その影響は港湾構造物の設計では考慮されておらず、動揺の問題は地震時の問題として取扱われている。

6. 第3分科会の作業経過

(1) 材料および許容応力度

材料では主要部材に用いられる鋼材の一般的標準を定めた。70キロ鋼、80キロ鋼などの高張力鋼や耐海水鋼、耐候性鋼などの特殊鋼材については昭和47年度の研究課題とした。

許容応力度については、現在海洋構造物の設計に用いられている示方書等を調査し審議した結果昭和46年度はこれらの示方書によることとし、昭和47年度の調査で海洋鋼構造物としてその使用状態（長期、短期、非常時など）に対応する許容応力度のベースを決定することになった。現在海洋鋼構造物の設計に用いられている示方書等は次のものがある。

- ・ 鋼道路橋示方書 日本道路協会
- ・ 構造物設計標準（鋼鉄道橋） 日本国有鉄道
- ・ 港湾構造物設計基準 日本港湾協会
- ・ 鋼構造設計基準 日本建築学会
- ・ A.I.S.C アメリカ鋼構造協会
- ・ アメリカ船級協会規則

荷重の組合わせと許容応力度の割増しについては、波力と他の荷重との組合わせについて審議したが、考慮する波の発生確率など第1分科会と合同審議すべき問題もあり、昭和47年度継続調査事項とした。

(2) 構造物の設計

対象構造物として次のものを考える。

- 接地式 — 固定型（くい、埋設などにより支持）
 - 着底型（底面摩擦力により支持）
 - 自己昇降型（昇降可能な甲板、脚を有するもの）
- 浮上式 — 海上型（アンカーなどにより支持）
 - 半潜水型（ 同 ）
 - 海中型（ 同 ）

部材については、海中の腐食環境下での腐食疲労を考慮した設計について既存の研究調査資料に基づいて審議した。腐食環境下にあつては許容応力度を低くおさえて厚肉の部材にすべきであるとの意見も出たが、現存する海洋構造物の調査なども含めて昭和47年度に継続調査することとした。流れの中の部材の振動、防食法などについては昭和47年度の調査事項とした。

部材の連結（格点構造）については鋼管を用いたトラス構造の格点を主として取りあげることとして、応力度算定式としては Beal & Toprac の実験式（静荷重の場合）について審議したが、まだ一般的に使用する段階ではなく、他の機関で用いられている計算式や現在行なわれている実験などの調査も含めて昭和47年度に継続調査する。

(3) 構造物の安定

設置後の安定については根固め、バラスト荷重、プレロード、設置の精度について各項目ごとに原案を作成したが、昭和47年度継続審議とした。浮上時の安定については、浮体としての安定と曳航抵抗について原案を作成したが、昭和47年度にさらに具体的な内容を加える。