

9章 係留構造の設計

9.1 一般

9.1.1 係留構造の形態

- (1) 浮体橋の規模，周辺施設，環境条件，使用条件に配慮し，係留方式，係留構造の配置を検討する。
- (2) 係留構造は浮体橋の水平変位を抑制し，長期間確実に係留し漂流させないものとする。

浮体橋の規模，周辺施設への影響（係留構造の専有面積，航路），自然環境条件（波浪，水深，潮位，風，土質，海底地形，地震），日射による浮体橋の伸縮量，施設の要求機能に配慮して係留方式，係留配置を選定する。また，係留構造を浮体橋架設時の仮係留施設として使用する場合には建設工程等に配慮する。

係留構造には次の機能が要求される。

- 1) 異常時の風，波，潮流に対する耐荷力
- 2) 常時の風，波に対する浮体橋梁の変位，端部の回転の抑制
- 3) 地震に対する耐荷力及び係留力の抑制
- 4) 日射による浮体橋の変形の吸収

係留の形態としては，ドルフィン係留，カタナリー係留，TLP（Tension Leg Platform）方式係留，両端固定係留等があり，水深等の自然条件や使用条件に応じて選定する。

1) ドルフィン係留

ドルフィン係留は，海底に支持されたドルフィン及び浮体橋梁との間に設置されるゴムフェンダー等により浮体を係留する方法であり，固定式構造のため比較的浅い水深に適用され，変位の抑制には有効である。ドルフィンの形式として重力式，組杭式，ジャケット式がある。

ドルフィン係留は，浮体の変位をフェンダーの歪により吸収するが，フェンダーの荷重変形特性が非線形のため，必要に応じ非線形性，ヒステリシスを考慮した解析が必要となる。

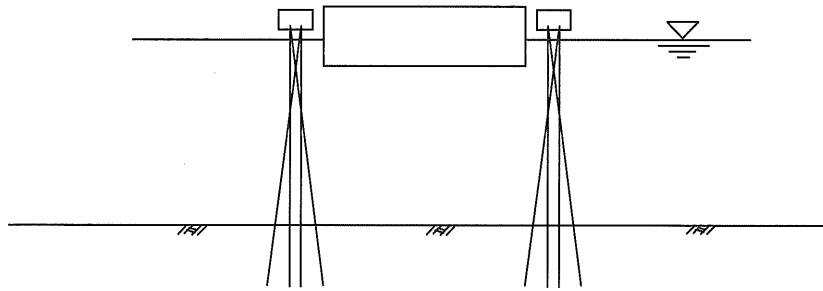


図-9.1.1 ドルフィン係留

2) カテナリー係留

カテナリー係留は、チェーン係留のようにカテナリー形状の幾何学的変形に伴う復原力により係留する方法であり、水深 10m 以深に適用される事例が多い。大水深では経済的であるが、水平移動が大きく、係留構造の水域占有面積が大きくなることがある。

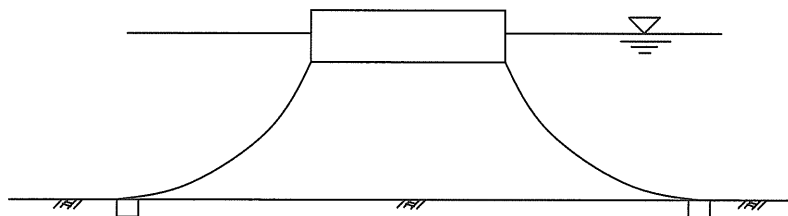


図-9.1.2 カテナリー係留

3) TLP 方式係留

TLP 方式係留は、チェーン、鋼管テザー、ワイヤー等のテンドンにより浮体を静的平衡状態よりも下方へ引き込み、それによって生じる過剰浮力と初期張力により浮体を係留する方法である。

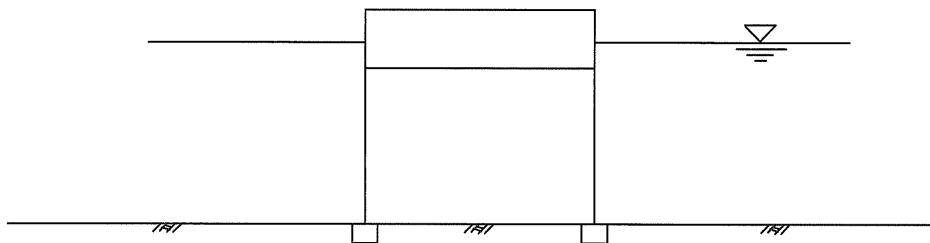


図-9.1.3 TLP方式係留

4) 両端固定係留

両端固定係留は、ポンツーン等の浮体部を直接係留するのではなく、浮体橋に作用する

荷重を橋梁端部で受け持つ係留方法である。ノルウェーの浮体橋では、浮体橋構造を水平アーチ形状とし、外力に対し構造自体のアーチアクションで抵抗させ、橋梁端部においてフレキシブルロッドやフレキシブルプレートにより定着させる係留方法を採用している。

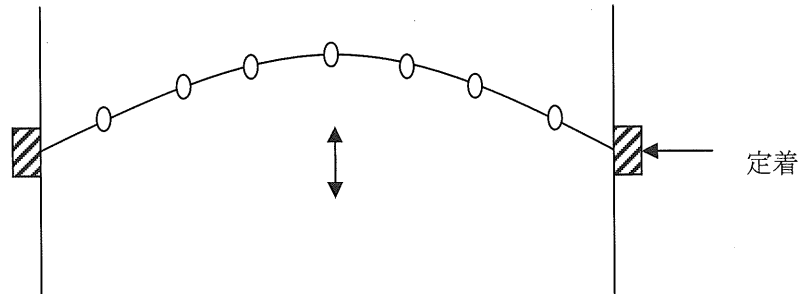


図-9.1.4 両端固定係留

9.1.2 配置及び基数

係留構造の基数及び配置は、各種荷重に対して浮体橋を安全に係留できるように選定する。

係留構造の基数、配置は各種荷重（風、波、潮流、地震、長周期波、津波）に対する浮体の動揺解析結果に基づき決定する。

- 1) 定常外力の算定結果や係留特性に関する検討結果を踏まえて、係留構造の基数について1次選定を行う。1次選定にあたっては、ばねの剛性変化を考慮した係留力に関する周波数応答解析を行うことが有効である。
- 2) 選定した係留構造について係留特性をモデル化し、風、波、潮流及び地震に対する浮体の時刻歴応答解析を行い、応答値が許容値内であることを確認する。結果に応じて基数等を再設定し、許容値内に収まるように設定するとともに経済性、安全性を検討する。

9.1.3 係留設計の方針

- (1) 係留構造に対する要求性能は、安全性、使用性、修復性、施工性及び維持管理性とする。
- (2) 偶発荷重に対して、浮体橋本体が漂流しないようにする。

安全性に関する照査においては、終局限界状態、疲労限界状態及び事故限界状態を想定し、使用性に関する照査においては使用限界状態を想定する。

- ・終局限界状態 (Ultimate limit state (ULS))
- ・使用限界状態 (Serviceability limit state (SLS))

- ・疲労限界状態 (Fatigue limit state (FLS))
- ・事故限界状態 (Accidental limit state (ALS))

それぞれの限界状態に対する設計事象 (design event) は以下のように定めるものとする。

1) 終局限界状態に対する設計事象

再現期間は、設計供用期間に対して適切に設定する。

以下の3つの事象に対し最大荷重効果を引き起こす風、波、潮流を組合せた条件で設計してもよい。

- ①再現期間に対応する波と関連する風と潮流
- ②再現期間に対応する風と関連する波と潮流
- ③再現期間に対応する潮流と関連する波と風

(ここで「関連する」という意味は、波、風、潮流のそれぞれが同時に最大となるとは限らないため、例えば①において、波が最大となる時刻に発生する風、潮流を想定することを表す。)

2) 使用限界状態に対する設計事象

構造物がその要求性能を満たすことが要求される設計事象であり、計画者によって定義するものとする。

3) 事故限界状態に対する設計事象

事故限界状態に対する設計事象の例を以下に示す。

- ①終局限界状態で想定する再現期間 (基本 100 年) を越える自然条件 (波、風、地震)
- ②船舶衝突等による一部係留構造の損傷状態での再現確率波の来襲
- ③維持管理の取替え時を想定し、係留構造の一部を除去した状態での 10 年確率波の来襲
- ④テロ等による人為的係留部材の損傷

これらの設計事象によって係留構造が損傷を受けたとしても、浮体橋本体が漂流することがないことを確認する。

9.2 係留構造に関する挙動解析

9.2.1 一般

各環境条件のもとで、風、波、流れ、地震及び温度変化に対する浮体橋の変位・変形、動揺及び係留力の推定を行うものとする。

9.2.2 風、波、流れ

- (1) 環境条件に応じた動揺解析を行い、浮体橋の水平面内の動揺及び係留力に関する検討を行うものとする。
- (2) 浮体橋の水平面内動揺について、構造形式によっては、浮体橋本体を剛体として取

り扱っても良いものとする。

(1) 環境条件の設定

風、波、流れ、潮位等の環境条件は、観測データまたは推算によって得られた資料を用いて所要の統計処理を行って得られたものに地形の影響を考慮して設定するものとする。方向別の観測データが得られない場合は、係留系に最も厳しくなる条件(大きさ、方向の組合せ)を設定するものとする。

解析手法は動的解析によるものとする。ただし、仮設的な係留を行う場合には準静的解析によって行っても良い。また、動的解析にあたってはその特性、精度に応じて時間領域、または、周波数領域での解析を行うものとする。係留系の非線形特性が強い場合には時間領域での解析が必要である。

(2) 時間領域解析法

- a) 終局限界状態及び使用限界状態の両状態に対し、風速、流速、波高及び周期、それらの方向、荒天時の継続時間、風及び波スペクトルの環境条件を決定する。
- b) 係留方式、使用される係留部材の特性、初期張力を設定する。
- c) 構造物に対応する風抗力係数及び潮流に対する流圧係数を求め、構造物を含む係留系の適切な時間領域での運動方程式を設定する。
- d) 時間領域における運動方程式を用いて荒天時の継続時間に対応する時間領域における数値シミュレーションを行う。数値シミュレーション手法については、図-7.4.1を参考にする。入力スペクトルから求められる数種類の波及び風の時刻歴を用いて数値シミュレーションを数回繰り返す。
- e) 構造物の平均移動量、係留力(張力)、アンカー荷重に対し統計解析を行い、最大期待値を求める。
- f) 結果を許容値と比較する。

※カテナリー係留の場合の許容値を表-9.3.2に示す。フェンダーを用いる場合は、ヒステリシス、フェンダーと浮体部または反力壁とのクリアランスを考慮し、フェンダーの最大ひずみ、平均ひずみを検討する。

(3) 周波数領域解析法

- a) 終局限界状態及び使用限界状態の両状態に対し、風速、流速、波高及び周期、それらの方向、荒天時の継続時間、風及び波スペクトルの環境条件を設定する。
- b) 係留方式、使用される係留部材の特性、初期張力を設定する。
- c) 構造物に作用する定常荷重を求める。
- d) 係留特性を考慮した静的係留解析法により定常荷重による浮体橋の平均移動量を求める。係留特性の非線形性が強い場合には、平均移動量の近傍を中心に係留特性を線形化し、等価線形ばね定数を設定する。
- e) 適切な手法により流体力を算定し、波周波数動揺の有義値及び最大値を求める。

f) 求めた構造物の最大移動量、係留ラインの海中部の長さ、最大係留力及び最大アンカー荷重を設計許容値と比較する。

(4) 統計処理

狭帯域正規過程で表された現象に対し、ピーク値統計値は、応答スペクトルの標準偏差から以下のように計算できる。

$$V_{sig} = 2\sigma$$

$$E_{max} = \sqrt{2(\ln N)}\sigma$$

$$N = T/T_z$$

ここで、 V_{sig} は有義値、 σ は標準偏差、 E_{max} は最大期待値、 T は設計事象の持続時間 (秒) (3 時間を標準とする)。

T_z は動揺のゼロアップクロス平均周期 (秒) であるが、長周期運動に対し T_z は、次式で与えられる係留浮体システムの適切な自由度に対する固有周期 T_n とする。

$$T_n = 2\pi\sqrt{m/k}$$

ここで、 m は付加質量を含む系の質量 (kg)、 k は浮体平均位置での系の剛性 (N/m)
注意) 上式は、非線形な広帯域応答の場合には、過小評価するので注意が必要である。

(5) 疲労設計法

疲労設計法として実用的な S-N 曲線に基づく手法を用いる場合、長期の波浪出現頻度表を用いて応答解析を行い、係留力の頻度分布を算出する。頻度分布の算出方法には頻度分布法とスペクトル法がある。頻度分布法は、出現する各波浪状態 ($H_{1/3}$, $T_{1/3}$) を個別波に展開する手法であり、実用的手法であるが、応答値の帯域幅は狭いとしてレーリー分布を仮定している点や $H_{1/3}$ と $T_{1/3}$ の結合分布が取り入れられていない点に留意が必要である。一方、スペクトル法は、周期依存性を正確に取り扱うことができるが、前提として応答系が線形であることが必要である。係留系の周期応答特性や疲労強度を勘案しながら算出方法を選定することが重要である。

9.2.3 地震

浮体橋の場合、構造規模、係留方式によっては地震荷重が支配荷重となることがあるため、必要に応じて浮体橋本体と係留構造の相互作用を考慮した地震応答解析を行うこととする。

浮体構造物は一般に免震構造であるが、地盤の堆積層が厚い場合や係留施設による浮体橋本体の拘束の度合いが大きい場合等、係留系の固有周期が入力地震動の周期と近い場合には、地震荷重が大きくなるため、浮体橋本体と係留構造の相互作用を考慮した地震応答解析を行うものとする。

- 1) 解析モデルは地盤、係留構造、浮体橋本体を一体とした解析モデルとして相互の動的影響を考慮するものとする。
- 2) 浮体部に作用する地震時付加質量を考慮するものとする。
- 3) 必要に応じて入力地震波の空間的な位相差を考慮する。
- 4) 水平地震動を主として取り扱うものとする。場合によっては鉛直地震動を検討対象とする。
(地震応答解析については、7.7.3にも記載がある)

9.2.4 温度

温度変化による浮体橋の変形（面内変形、伸縮量）を検討し、係留点における浮体橋本体と係留構造との相対的なずれを設定する。

環境条件に応じた浮体橋の熱・応力解析を行い、係留点における浮体橋本体の面内変形量、伸縮量を算定する。

9.2.5 津波、副振動、長周期波による影響

- (1) 津波の異常潮位による浮力変動、水平流による荷重を考慮して検討を行うものとする。
- (2) 設置水域における副振動、長周期波による浮体橋の係留挙動計算を行う。

津波は設計再現期間の最大地震により発生する津波を設定し、水位変動と海水流によりモデル化して、津波による流れ・波形・水位変動について検討する。

副振動、長周期波は設置予定水域で観測された値を用いるか、適切な手法で推定された値を用いる。特に、カテナリー係留の場合には長周期波に対する検討が必要である。

9.3 係留構造の設計

9.3.1 一般

- (1) 係留構造は、浮体橋本体の動揺によって生ずる外力等に対して十分な安全性、使用性、修復性、施工性及び維持管理性を有するものとする。
- (2) 動揺解析結果に基づいて設定される設計係留力に基づいて係留構造（ドルフィン、チェーン等）を設計するものとする。設計にあたっては「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）、「コンクリート標準示方書」（土木学会）¹⁾に準拠する。

安全性、使用性について照査する場合の荷重の種類と組合せを表-9.3.1に示す。

表-9.3.1 荷重の種類と組合せ

	主荷重 (P)	従荷重(S)					特殊荷重		
							主荷重 相当(PP)	従荷重相当 (PA)	
	死荷重, 活荷重, 静水圧	風	波	地震	温度 変化	水流	潮汐, 地盤変動	津波	高潮, 副振動
安全性 (暴風時)	○	○	○	×	○	○	○	×	○
安全性 (地震時)	○	×	×	○	×	×	○	×	×
安全性 (津波)	○	×	×	×	×	○	○	○	×
安全性 (疲労)	○	○	○	×	×	×	○	×	○
使用性	○	○	○	×	×	○	○	×	○

9.3.2 ドルフィン・フェンダー係留

- (1) 係留構造の設計にあたっては次に掲げる外力及び荷重を考慮するものとする。
- 1) 係留力
 - 2) 波力
 - 3) 摩擦力
 - 4) 地震力
 - 5) 温度変化による荷重

- 6) 自重及び上載荷重
- 7) 浮力
- (2) フェンダー軸方向についてフェンダー受衝板と浮体もしくはドルフィン上部工との間のクリアランスを適切に設定する。

(1) 設計荷重の種類

ドルフィンの設計に用いる主な設計荷重を以下に示す。

1) 係留力

数値シミュレーションにより算定されたフェンダー最大反力に安全率を乗じた値を設計係留力とする。

フェンダーを浮体側に取り付けた場合には、潮位変動、浮体の動揺（鉛直面内、水平面内）、温度変化による浮体の伸縮により、着力点が変わるため、係留力の作用点、抜け出しが生じないように留意する。

2) 波力

ドルフィンを杭基礎方式とする場合には以下の波力を考慮する。

- ①上部工に作用する水平波力及び揚圧力
- ②杭及びレグに作用する波力

3) 摩擦力

フェンダー受衝板と浮体接触面に作用する上下方向摩擦力を考慮するものとする。

4) 地震力

浮体橋本体とドルフィン-フェンダーの相互影響を考慮した地震応答解析結果に基づき設定するものとする。ただし、適切なモデルにより相互影響が小さいことが確認できればドルフィン単体の耐震設計を行っても良い。

5) 温度

温度変化による浮体構造の伸縮、水平面内のそり変形がドルフィンに与える影響を考慮する。また、浮体の伸縮によるフェンダーの着力点の変化を考慮する。

6) 潮位変動

潮位変動によるフェンダーの着力点の変化を考慮する。

7) 施工時荷重

施工時荷重として輸送時、吊り込みを考慮する。

(2) 照査方法

安全性及び使用性についての照査方法を以下に示す。

1) 終局限界状態

終局限界状態に対してフェンダーの歪が許容値以下となるように設計する。

定反力フェンダーを用いる場合には終局限界状態に対して数値シミュレーションにより算定されたフェンダーの平均歪、最大歪が許容歪み以下となるように設定する。参考値を以

下に示す。

- ①クリープ発生を抑制するため、平均歪みをフェンダー高さの10%以下に抑制する。
- ②フェンダーの最大歪みを38%以下に抑制する。

2) 疲労限界状態

ドルフィンとしてジャケット構造を用いる場合は格点部の疲労が重要となるので、Miner則により累積損傷度を算定する。

3) 使用限界状態

使用限界状態に対して算定した動揺加速度、変位量が交通機能に支障がないことを確認する。

(3)ドルフィンの設置の施工誤差、取替え時の作業性から、浮体とフェンダー受衝板にクリアランスを設定する。

9.3.3 カテナリー係留

- (1) ワイヤロープ、チェーン等の係留ラインの破断強度に対して十分な安全率を確保するものとする。
- (2) 係留ラインは繰り返し荷重に対して十分な疲労強度を有するものとする。
- (3) 設置海域の土質条件に応じて十分な把駐力を有するアンカーを選定し、十分な安全率を確保するものとする。
- (4) チェーン、ワイヤロープに対し十分な腐食及び磨耗代を考慮するものとする。

(1) 強度

ワイヤロープ、チェーンの係留ラインの安全率を、解析条件、解析法に従い表-9.3.2に示す。張力限界は、腐食・磨耗を差し引いた後の最小破断強度（MBS）に対する比率をパーセントで表示したものである。

表-9.3.2 安全率

解析条件	解析法	張力限界（最小破断荷重の%）	等価な安全率
非損傷	準静的	33~50	2.0~3.0
非損傷	動的	60	1.67
損傷	準静的	70	1.43
損傷	動的	80	1.25

ここで、非損傷及び損傷とは、以下のように定義する。

- ・非損傷条件：すべての係留ラインが損傷を受けていない条件。
- ・損傷条件：係留ライン1本の破断後に浮体が新しい平均位置をとる条件。

また、係留ラインの解析法に関しては以下のように定義する。なお、係留解析に必要な浮体構

造物の動揺には、1) 定常荷重による平均移動量、2) 波周波数動揺、3) 長周期動揺を含むものとする。

・準静的解析

この手法では、浮体橋の動揺の定常荷重による平均移動量のみを考慮する。係留ラインの質量、減衰及び流体加速度による動的影響は無視する。

・動的解析

動的解析は、係留ラインの質量、減衰力及び流体加速度による動的影響を考慮する。周波数領域法と時間領域法があり、後者は、ラインの伸び、ラインの幾何形状、流体力及び海底影響を含むすべての非線形影響をモデル化する。一方、前者は、重合せの原理を用いるために常に線型としてモデル化する。

周波数解析においては以下の点を留意する。

- a) 構造物の長周期動揺を求める。長周期運動を計算するためには係留剛性が必要であるが、これには静的係留解析法による平均移動位置での係留剛性（ばね定数、接線剛性）を用いるものとする。
- b) 適切な手法により流体力を算定し波周波数動揺の有義値及び最大値を求める。
- c) 求められた構造物の最大移動量、係留ラインの海中部の長さ、最大係留力及び最大アンカー荷重を設計許容値と比較する。
- d) 静的係留解析ツールを用いて構造物の最大移動量、係留ラインの海中部の長さ、準静的張力、アンカー荷重を計算する。
- e) 周波数領域または時間領域動的係留ライン解析ツールを用いて最大張力の期待値と最大アンカー荷重の期待値を求める。
- f) 求められた構造物の最大移動量、係留ラインの海中部の長さ、最大張力、最大アンカー荷重と設計基準（表-9.3.2）を比較する。もし、基準を満たさない場合は、係留仕様を変更し同様な解析を繰り返す。

(2) 疲労

疲労被害度を決定するためにマイナー則を用いる。係留ライン、チェーン及び接続リンク等の係留部材に対し、応力 S よりも張力 T （いわゆる $T-N$ 曲線）を用いて計算する。計算された疲労寿命 $1/D$ 年（ここで、 D は、マイナー則より決定された年あたりの損傷度）が、設計寿命の6倍以上となることが推奨される。

$T-N$ 曲線は、次式で与えられる。

$$NR^m = K$$

ここで、

N : 張力レンジ比 R 下における許容繰返し数

R : 破断強度に対する張力レンジ（両振幅）の比

チェーン、接続リンク及びワイヤーロープについて表-9.3.3に代表的な $T-N$ 曲線の m と

K の値を示す。

表-9.3.3 T-N曲線に対する m と K の値

係留要素	m	K
チェーンリンク	3.36	370
接続リンク	3.36	90
多重ストランドワイヤーロープ (防食)	4.09	$10^{(3.20-2.79Q)}$ = 231, when $Q = 0.3$
スパイラルストランドロープ (防食)	5.05	$10^{(3.25-3.43Q)}$ = 166, when $Q = 0.3$

Q : ワイヤロープの破断強度に対する平均張力の比率

(3) アンカー

アンカー形式は打設型、埋設型に大きく分かれ、打設型には引摺式（ダンフォースアンカー等）と重力式（コンクリートブロック）がある。埋設型には埋込ブロック型、パイルアンカーやセメント注入式アンカー等がある。海底土質条件に応じてアンカー形式を選定し、係留解析結果を基に、アンカーの把駐力係数に応じてアンカーの所要重量を算定し十分な安全率を確保する。

パイルアンカーの安全係数の例を表-9.3.4 に示す。

表-9.3.4 パイルアンカーの安全係数

解析条件	鉛直耐力	水平耐力
非損傷条件	2.0	2.0
損傷条件	1.5	1.5

(4) 腐食と磨耗

チェーンの腐食と磨耗に対して、部材の予備厚を考慮する。飛沫帯または固い岩盤と接触する係留部材に対し、チェーンリンク直径を年当たり0.2mmから0.4mm増やし、また、その他の部分については、年当たり0.1mmから0.2mm増やすことを標準とする。ただし、係留環との接続部等磨耗の激しいところでは年あたり0.5mmを設定している事例があり、磨耗の激しい部位では適切な設定が必要である。

9.3.4 TLP方式係留

最大発生張力に対してテンドンの強度、疲労強度、基礎構造の安定性を確保する。

海底のアンカーから初期張力を導入したテンドン（鋼管、ワイヤーケーブル）により係留された緊張係留構造であり、上下動揺の抑制が可能である。

潮位変動，波，風により発生する最大張力に対して，テンドンの安全率を確保する。また，テンドンに衝撃力を与えてはならないので常にプラスの張力となるように初期張力を導入する必要がある。テンドンは波浪により張力変動を受けるため，テンドンの疲労検討が重要であり，ヒービング (Heaving) の固有周期を算定し疲労損傷度を算定する必要がある。例えば波浪による応力の長期超過確率がワイブル分布に従うとしてマイナー則により累積疲労損傷度を算定し疲労強度を照査する。

デッキ (あるいは上部工) と波峰とのエアギャップの確保，スラミング (Slamming) 力の検討が必要である。

API RP-2T²⁾ では，検査等のために1本あるいは複数本のテンドン (Tendon) を除去した状態での10年ストームの検討を例として上げている。

基礎構造には，重力式と杭基礎方式がある。杭基礎方式では繰り返し荷重による耐荷力の減少 (Cyclic degradation) を考慮することが必要である。

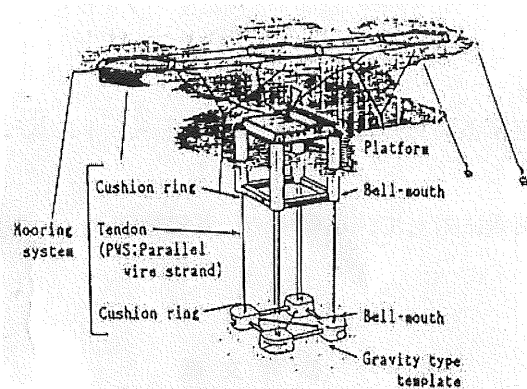


図-9.3.1 MF21 pilot farm TLP “EHIME” (重力式基礎)

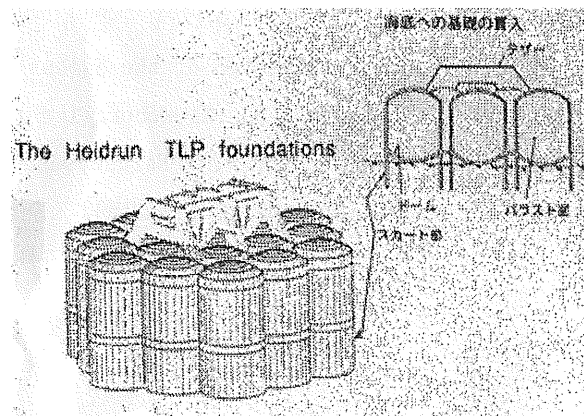


図-9.3.2 TLP “HEIDRUN” (スカート基礎)

9.3.5 両端固定係留

両端固定係留では、橋梁端部に発生する橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直軸方向の力及び変位について、伝達機構を明確にし、それぞれについて十分な部材強度を有するように設計するものとする。

両端固定係留を適用した浮体橋梁では、死荷重、交通荷重による反力は比較的小さく、波、潮位、風による反力が支配的となる³⁾。

Nordhordland橋では、鉛直反力、トルクはネオプレンゴム製の支承により橋台に伝達し、橋軸方向水平力、橋軸直角方向水平力及び鉛直軸周りのモーメントはフレキシブルプレートにより橋台に伝達する構造としている。また、橋軸直角方向軸回りの回転は、フレキシブルプレートの変形で吸収することにより潮位変動に対応できる構造としている。

Bergsoysund橋では、鉛直反力、橋軸直角方向水平力はネオプレンゴム製の支承により橋台に伝達し、橋軸方向水平力、トルクは、フレキシブルロッドにより橋台に伝達する構造としている。また、橋軸直角方向軸回り及び鉛直軸回りの回転に対しては、ヒンジとして挙動する構造としている⁴⁾。

(1) 荷重の種類と組合せ

各限界状態で想定する荷重の種類と組合せは表-9.3.1に基づく。

(2) 照査方法

端部に発生する荷重に対して、定着構造、基礎構造について各限界状態について照査を行う。

参考文献

- 1) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，平成8年
- 2) API: Recommended Practice for Planning, Designing, and Construction Tension Leg Platforms, 1997
- 3) Meaas, P., Landet, E. and Vindoy, V.: Design of the Salhus floating bridge (Nordhordland bridge), Strait Crossings 94, Krokeborg (ed.), pp.729-734, 1994
- 4) Solland, G., Haugland, S. and Gustavsen, J.H.: The Bergsoysund floating bridge, Norway, Structural Engineering International, pp.142-144, 1993