

8章 浮体橋本体の設計

8.1 一般

8.1.1 浮体橋本体の定義

橋体部と浮体部をあわせて浮体橋本体と定義する。

ポンツーン型浮体橋の形式には、浮体部を連続させた連続ポンツーン型浮体橋と、浮体部を分離して橋体部と浮体部が区分できる分離ポンツーン型浮体橋がある。連続ポンツーン型浮体橋においては、橋体部と浮体部が一体となる場合が多い。ここでは、浮体部から上部の橋体部をあわせて浮体橋本体と定義して取り扱う。

8.1.2 設計一般

浮体橋本体の設計は、浮体形式、規模、係留構造、周辺施設、環境条件、使用条件を考慮して使用時と異常時の安全性に対して設計しなければならない。

浮体橋本体の設計は、浮体橋の浮体形式、周辺施設（専有面積、航路）、環境条件（波浪、水深、潮位、風）、使用条件と要求性能を考慮して設計しなければならない。また、浮体橋本体構造は橋梁全体構造の静的安定性と動的安定性に大きく影響する。浮体部は、使用時および異常時の構造強度とともに、動揺、変位に対する復元性を確保する構造としなければならない。

橋体部の浮体橋固有でない設計は、道路橋示方書をはじめとする既往の基準類に準拠するものとする。また、浮体橋全体構造としての安定性および挙動は、7章に従い解析・設計されていなければならない。

浮体橋の橋体部の設計では、一般の固定橋と異なり、外力による弾性変形に加えて剛体変位に十分に配慮しなければならない。橋体部は浮体部の変位により、橋体部のねじり変形が一般的に大きくなる。また陸上取り付け部との接続構造の設計では、各種変位の影響を考慮しなければならない。

8.2 橋体部の設計

8.2.1 橋体部の設計

- (1) 橋体部は、浮体橋の所用の安定性を確保する構造としなければならない。
- (2) 橋体部は、各種荷重およびその組み合わせに対して橋体部全体としての強度と橋体部の局所的な強度について設計しなければならない。

(3) 橋体部は、その取り合う浮体部を考慮して設計しなければならない。

橋体部は各種荷重およびその組み合わせに対して全体として十分な構造強度を有するとともに、全体を構成する各部についても、十分な強度を有する必要がある。

また、取り合う構造の特性、取り合い部の構造、さらに力の伝達を考慮して橋体部を設計しなければならない。

8.2.2 橋体部構造の選定

橋体部構造の選定では、構造物の使用・環境条件、安全性・耐久性、経済性と材料特性を考慮する必要がある。

橋体部構造の種類は、使用材料から鋼構造、鉄筋コンクリート構造、プレストレストコンクリート構造、FRP構造、木構造、合成構造等がある。

- 1) 鋼構造は、製作・補修が容易で、衝撃に強い。しかし、腐食するため、防食方法に留意する必要がある。また、鉄筋コンクリート構造と比較して喫水を浅くすることができる。他の構造と比べて現場での施工期間が短い。
- 2) 鉄筋コンクリート構造は、耐久性が良いが、衝撃に弱い。鋼構造と比較して、喫水は深くなるが、一般に動揺が少なくなる。現場作業が多く、施工期間が長くなる。
- 3) プレストレストコンクリート構造は、鉄筋コンクリート構造と比較してひび割れの心配がなく、部材厚を薄くすることが可能である。工場製作が可能で現場の施工管理が容易である。

8.2.3 橋体部各部の設計

橋体を構成する各部材は、各部材に作用する荷重および各部の構造特性に応じた適切な方法で設計するものとする。

浮体形式や橋体形式によって、橋体を構成する各部材に作用する荷重および荷重状態、また構造も各種異なる。その部材の特性を十分に考慮して適切な方法で各部材を設計しなければならない。

8.2.4 橋体部の防食

橋体部に鋼部材を使用する場合は、各部材の腐食環境、期待耐用年数と維持管理性を考慮して防食仕様を選定しなければならない。

橋体部を構成する部材位置により、腐食環境が大きく異なる。腐食環境の厳しい部位では、複数の防食方法を併用することも考えられるが、期待耐用年数を検討しておく必要がある。また、維持管理では、各防食方法のライフサイクルを考慮しておくが良い

8.3 浮体部の設計

8.3.1 浮体部の設計

- (1) 浮体部は、浮体橋の所要の安定性を確保する構造としなければならない。
- (2) 浮体部は、各種荷重およびその組み合わせに対して浮体部全体としての強度と浮体部の局所的な強度について設計しなければならない。
- (3) 浮体部は、その取り合う橋体部や係留構造を考慮して設計しなければならない。
- (4) 浮体部は、想定される損傷に対しても安全性を確保しなければならない。
- (5) 浮体部の各部詳細では水密性を確保、維持しなければならない。
- (6) 浮体部の設計では周辺環境への影響を考慮する。

浮体部の設計にあたっては、各種の状態および荷重下で浮体橋としての所用の安定性（静的、動的）を確保する構造（水密隔壁、二重側壁など）としなければならない。

また、浮体部は各種荷重およびその組み合わせに対して全体として十分安全な構造強度を有するとともに、全体を構成する各部についても、十分な強度を有する必要がある。浮体部の構造強度は、浮体まわりの荷重や圧力分布の時間的変化を考慮する必要がある。

また、浮体部は橋体部、係留構造および固定橋梁部との接続構造等と取り合う。取り合う構造の特性、取り合い部の構造、さらに力の伝達を考慮して浮体部を設計しなければならない。たとえば、浮体部は、地震に対して直接的に影響を受けないが、係留装置や接続構造を介して影響を受ける。

浮体部は、外壁部材の経年変化や船舶等の衝突による損傷、破損が想定される。それら損傷に対して浮体橋全体としての安定性は、7章で規定・設計される。本章では、許容以上の損傷・破損を生じさせない構造設計を行わなければならない。

浮体部は機能上、水密性は不可欠である。そのため、構造細部の設計においても水密性の確保に配慮しなければならない。また、水密性は期待される耐用年数の間、その性能が維持されなければならない。

浮体部は、周辺水域の環境に直接的に影響をおよぼす。そのため、環境影響評価を行い、設計で環境負荷低減を考慮しておくことが求められる。

8.3.2 浮体部構造の選定

浮体部構造の選定では、構造物の使用・環境条件、安全性・耐久性、経済性と材料特

性を考慮する必要がある。

浮体部構造の種類は、使用材料から鋼構造、鉄筋コンクリート構造、プレストレストコンクリート構造、FRP構造、木構造、合成構造等がある。

- 1) 鋼構造は、製作・補修が容易で、衝撃に強く、水密性が良い。しかし、腐食するため、防食方法に留意する必要がある。また、鉄筋コンクリート構造と比較して喫水を浅くすることができる。他の構造と比べて現場での施工期間が短い。
- 2) 鉄筋コンクリート構造は、耐久性が良い。しかし、衝撃に弱く、やや水密性に劣る。鋼構造と比較して、喫水は深くなるが、一般に動揺が少なくなる。現場作業が多く、施工期間が長くなる。
- 3) プレストレストコンクリート構造は、鉄筋コンクリート構造と比較してひび割れの心配がなく水密性が良く、部材厚を薄くすることが可能である。工場製作が可能で現場の施工管理が容易である。

8.3.3 浮体部の浸水に対する区画割り

浸水に対して、浮体橋の安全性が確保できるように浮体部を適切に区画割りする。

船舶の衝突ほかの原因で、浮体部に浸水を生じても浮体橋全体の安定性を確保するように区割り設計を行う。

8.3.4 船舶の衝突

- (1) 航路上または航路近くに浮体部を設けるために、船舶の衝突のおそれが有る場合には、これを設計に考慮しなければならない。
- (2) 想定される船舶の衝突に対して、強度および機能の安全性を満足する構造および対策を講じるものとする。

浮体部に船舶が衝突する可能性が有る場合、衝突条件（衝突荷重、衝突状態）を定めなければならない。また、衝突による許容する浮体の損傷レベルを定める必要がある。二重側壁構造では、船舶の衝突時に外側壁が損傷しても、内側壁は損傷しないと定めることができる。損傷を許容する場合には、衝突後の補修方法を想定しておくのがよい。

8.3.5 接続構造（陸上取り付け部）と取り合う浮体部の喫水

接続構造と取り合う浮体部の喫水は、満潮と干潮の水位特性を考慮して、取り付け部の傾斜角の変動が小さくなるように設計するものとする。

海域に浮体が設置される場合、浮体は満潮と干潮に応じて鉛直標高（天端高さ）の上下変動を繰り返し、橋軸方向の傾斜角が変動する。これらの上下変動に対して、適切な対策を講じることとし、陸上との取り付け部は、満潮と干潮に対して、中間水位時を基準として、上下変動するように浮体の喫水を設定するのが望ましい。

8.3.6 浮体部各部の設計

浮体部を構成する各部材は、各部材に作用する荷重および各部の構造特性に応じた適切な方法で設計するものとする。

浮体部形式や橋体部形式によって、浮体部を構成する各部材に作用する荷重および荷重状態、また構造も各種異なる。その部材の特性を十分に考慮して適切な方法で各部材を設計しなければならない。

1) 水密隔壁

- ① 浮体部内部への浸水に対して安定性を確保するように水密隔壁を配置する。
- ② 水密隔壁は外周部だけでなく、浮体部内部全体に渡って配置するのがよい。
- ③ 隔壁の強度は、1室に浸水が充満した場合の水圧に対して安全性を満足するように設計する。
- ④ 水密隔壁は、浸水が他の区画に及ばないように底板から頂板まで連続した構造とし水密性を確保する。また、細部構造にも水密性を配慮する必要がある。

2) 側壁

- ① 側壁は水密隔壁の一つである。
- ② 側壁部は直接水圧を常時受けている。また、船舶等の衝突による損傷が想定されるので、側壁の隔壁の厚さは船舶等の衝突に対して最悪でも外側での一室のみでの侵入となるように二重隔壁を採用するのが望ましい。

3) 頂板

- ① 頂板は、連続浮体式で車両等の載荷される場合は、上部構造の床版、床組としての設計を行う。
- ② 波浪および水圧（傾斜時、没水時）が想定される場合は、構造強度だけでなく水密性に配慮する必要がある。

4) 底板

側壁と同様に、周辺施設、環境条件等を考慮する。

5) 浮体部の乾舷

浮体部は浮体の安定条件を満足する乾舷を有しなければならない。

8.3.7 浮体部の防食

浮体部に鋼部材、コンクリート部材を使用する場合は、各部材の腐食環境、期待耐用年数と維持管理性を考慮して防食仕様を選定しなければならない。

浮体部を構成する部材位置（海上大気中、飛沫帯、干満帯、海水中）により、腐食環境が大きく異なる。また、浮体部はその水密性の確保は必要不可欠である。腐食環境の厳しい部位では、複数の防食方法を併用することも考えられるが、期待耐用年数を検討しておく必要がある。また、維持管理では、各防食方法のライフサイクルを考慮しておくが良い。

海水環境下における鋼部材の防食方法は、電気防食、金属ライニング工法（チタンクラッド鋼）、超厚膜重防食塗装、長期耐久性塗装、腐食代が海洋構造物としての実績がある。

海水環境下におけるコンクリート部材の劣化は、コンクリートのひび割れに伴う海水の化学作用による鉄筋・PC 鋼材の腐食によって引き起こされる。対策としては、コンクリート表面からの塩化物イオンの浸透を抑制すること、耐腐食性鋼材の使用が有効である。防食方法は、コンクリート表面の塗装、ライニング、そして鋼材にはめっき、エポキシ樹脂塗装などがある。

8.3.8 付帯設備

浮体部は、浮体橋固有の付帯設備が設置または取り合う。浮体部の設計では、それら設備の機能、構造、配置などを考慮しなければならない。

浮体部は、11章で規定される付帯設備（喫水調整用設備、浸水対策設備、波浪低減設備など）が設置またはそれら設備と取り合う。これら設備は、浮体部の設計上の条件となることがある。浮体部の設計では、これら設備の機能、構造、配置などを考慮しなければならない。