

## 5 橋梁

## 【省令】（橋梁の要求性能）

第三十八条 橋梁の要求性能は、次の各号に定めるものとする。

- 一 港湾における交通の特性を考慮した上で港湾内及び港湾とその背後地との間における車両等の安全かつ円滑な交通を確保できるよう、国土交通大臣が定める要件を満たしていること。
  - 二 自重、変動波浪、レベル一地震動、載荷重、風、船舶の衝突等の作用による損傷等が、当該橋梁の機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこと。
  - 三 レベル二地震動等の作用による損傷等が、当該橋梁の機能が損なわれた場合であっても、当該橋梁の構造の安定に重大な影響を及ぼさないこと。ただし、当該橋梁が置かれる自然状況、社会状況等により、更に耐震性を向上させる必要がある橋梁の要求性能にあつては、当該作用による損傷等が、軽微な修復による当該橋梁の機能の回復に影響を及ぼさないこと。
- 2 前項第一号及び第二号に規定するもののほか、耐震強化施設に接続する道路に係る橋梁の要求性能にあつては、レベル二地震動の作用による損傷等が、軽微な修復によるレベル二地震動の作用後に当該橋梁に必要とされる機能の回復に影響を及ぼさないこととする。ただし、当該橋梁が置かれる自然状況、社会状況等により、更に耐震性を向上させる必要がある橋梁の要求性能にあつては、レベル二地震動の作用後に当該橋梁に必要とされる機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこととする。

## 【告示】（橋梁の性能規定）

第八十条 橋梁の性能規定は、次の各号に定めるものとする。

- 一 技術基準対象施設等の上部空間を横断する場合にあつては、それぞれの施設の安全かつ円滑な利用に支障を及ぼさないよう、橋脚、橋げた等が設置されていること。
- 二 船舶の衝突による橋脚及び橋げたの損傷を防止するよう、必要に応じて、防衝設備が設置されていること。
- 三 主たる作用が船舶の衝突である偶発状態に対して、作用による損傷の程度が限界値以下であること。

## 【解釈】

## 12. 臨港交通施設

## (3) 橋梁の性能規定（基準省令第38条、基準告示第80条関係の解釈）

- ① 主たる作用がレベル2地震動である偶発状態に対する、橋梁の要求性能は修復性とする。また、当該橋梁が置かれる自然状況、社会状況に応じて更に耐震性を向上させる必要がある橋梁に対する要求性能は使用性とする。ただし、ここでいう使用性とは、レベル2地震動の作用後に当該橋梁に必要とされる機能として限定された機能に関する要求性能であり、当該橋梁が通常時に必要とされる本来の機能に関するものでない。
- ② 主たる作用が船舶の衝突である偶発状態に対する、橋梁の要求性能は使用性とする。また、その作用に対する性能照査項目と限界値を定める標準的な指標は別表12-5のとおりである。なお、別表12-5で照査項目を損傷としているのは、当該橋梁の構造及び構造形式に応じて照査項目が異なることを考慮して、包括的に示したためである。また、その性能照査に当たっては、限界値を定める指標を適切に設定すること。

別表12-5 橋梁に関する偶発状態（船舶の衝突）における  
性能照査項目及び限界値を定める標準的な指標

省令		告示		要求性能	設計状態		照査項目	限界値を定める標準的な指標		
条	項	号	条		項	号			状態	主たる作用
38	1	3	80	-	3	偶発状態	船舶の衝突	自重、土圧、水圧、載荷重	損傷	-

- ③ 船舶の衝突については、橋梁の周辺を航行する船舶に加え、台風等の荒天時に橋梁の周辺で錨泊する船舶が、強風等の影響により走錨するリスクを考慮することが必要である。荒天時の走錨に起因する事故の防止は、船舶の運用等による対策とともに、必要に応じて橋梁に防衝設備を設置することが望ましい。

### 5.1 一般

(1) 港湾の橋梁は、港湾の橋梁において考慮すべき事項を除いては、道路橋にあつては道路構造令（昭和45年政令第320号）、鉄道橋にあつては鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成13年12月25日国土交通省令第151号）に準じるものとする。

(2) 港湾の橋梁の性能照査にあつては、道路橋については道路橋示方書・同解説<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>、港湾の鉄道橋については、鉄道構造物等設計標準・同解説を参照することができる。

(3) 港湾の橋梁においては、上記の図書に記していない港湾の状況を考慮することができる。

### 5.2 性能照査の基本

(1) 橋が、航路、泊地等水域施設の上部の空間を横断する場合においては、次に掲げる要件を満たすこと。

- ① 橋げたは、当該水域施設を利用する船舶の安全の確保のために、略最高高潮面（Nearly Highest High Water Level）上の適切な高さに設置されていること。
- ② 橋脚は、航路近傍及び船舶の航行に支障のある場所に設けられていないこと。ただし、船舶の航行の安全が確保される場合にあつては、この限りでない。
- ③ 橋脚、橋げた等に船舶が衝突することを防止するため、必要に応じて、防衝工及び標識または標示等が設置されていること。なお、船舶の橋脚や橋げたへの衝突事故の形態については、例えば文献6) 7) 8) 9) などの既往文献・資料がある。

(2) 橋が係留施設、荷さばき施設等の上部の空間を横断する場合においては、次に掲げる要件を満たすこととする。

- ① 係留施設、荷さばき施設等の安全かつ円滑な利用に支障のないように、橋脚位置及び橋げたの設置高さが適切に設定されていること。
- ② 橋脚、橋げた等に荷役機械、車両等が接触することを防止するため、必要に応じて適切な標識または標示が設置されていること。

(3) 橋の水面上の高さを表す基準としては略最高高潮面を採用することが海上保安庁によって確認されてい

るので、それに準拠しなければならない。なお、これは国際水路機関（IHO）において「可航水面上の橋の高さを図示する場合には最小垂直間隙を示さなければならない」と決議されたことを受け、基準水面には略最高高潮面を用いることに決定されたもので、海上保安庁より公開されている。

(4) 橋を建設する地域に将来の利用計画がある場合には、当該地域の将来の利用の状況を考慮すべきである。

(5) 船舶が航行する水路を横断して橋を設ける場合のクリアランス（桁下空間の高さ）を決めるには、以下の各項を考慮すべきである。

- ①通過船舶の海面上から最高点までの高さ
- ②潮汐
- ③船舶のトリム
- ④波高
- ⑤操船者の心理的影響

略最高高潮面からのクリアランスは、通過船舶の海面上から最高点までの高さ、以上の項目等を考慮した余裕高を加えた値として決定すべきである。また、河口部の場合については、計画高水位に対しても十分留意するのが望ましい。

対象船舶の海面上から最高点までの高さについては、船舶の種類、船型等によってかなり異なっていることから、入港船舶の実態及び今後の入港船舶の動向を調査し、適切に決定すべきである。なお、船舶の高さについては、文献10) 11) などの研究事例がある。

なお、高圧送電線上のクリアランスを決定する場合は、放電を防ぐため、さらに十分な余裕をとるべきである。

空港の近傍に橋を計画する場合においては、航空法（昭和27年法律第231号）による制限表面に対しても十分留意すること。

(6) 港湾の橋梁における活荷重は、**本章2 港湾の道路及び、道路橋示方書・同解説<sup>1)</sup>**に規定されるT荷重及びL荷重等を参考として、適切に定める。

(7) 橋における景観については、当該港湾の地形や主要な施設等からなる景観的な特徴に十分配慮すべきである。特に、港湾に建設される大規模な橋梁は、当該施設の周辺地域や海上の船舶から見て目立つ場合が多く、橋梁の形式、色彩等について配慮することが望ましい。

(8) 規模が大きいケーブル系の橋梁の場合は、風の条件によっては共振現象により破壊に至るギャロッピング振動や、車両の運行に支障を及ぼすたわみ限定振動等の耐風安定性上の問題を生じることがあるため、十分な検討を行うべきである<sup>12)</sup>。

#### (9) 橋脚及び橋げた

橋梁の性能照査における橋脚及び橋げたに関する検討に当たっては、当該橋梁の下部空間における船舶の安全を確保するために、橋げたを略最高高潮位面上の適切な高さに設置するとともに、必要に応じて、当該橋梁の下部空間における船舶、荷役機械、車両等の橋脚及び橋げたへの衝突を防止するために、標識または表示等を設置する等に配慮すること。

#### (10) 維持管理への配慮

港湾の橋梁の維持管理への配慮については、**道路橋示方書・同解説<sup>1)</sup>**を参考とするとともに、港湾の橋梁の下面の点検作業条件の特殊性（陸上とは異なり、航路などの制約条件が多い）を勘案して、検討する。

(11) 港湾の橋梁の設計については、以下の点に注意が必要である。

- ①大規模な橋梁基礎が、軟弱地盤に設置されることがあるため、基礎の支持力の検討を慎重に行う必要がある<sup>13)</sup>。
- ②耐震設計においては<sup>14)</sup>、港湾における地震動（【作】第6章 地震）に対する照査も行うとともに、液状化に対する検討、護岸近傍に橋梁基礎が設置される場合には側方流動に対する検討が必要となる。

### 5.3 耐久性の確保

(1) 橋の存する自然状況に応じて、適切に橋の構造の検討及び構造材料の選定を行うべきである。橋の耐久性向上のためには、水切りのよい構造や断面形状、溶接継手構造などの構造細目についても、構造設計段階からの配慮が重要である<sup>15)</sup>。

(2) 鋼橋においては、鋼材の腐食の発生を防止または抑制するために、塗装等の措置を講ずるべきである。臨港交通施設の鋼橋への塗装材料の選定等にあたっては、**鋼道路橋防食便覧**<sup>16)</sup>を参照することができる。

(3) コンクリート橋の性能照査にあつては、上部工及び下部工の塩害劣化等による性能の経時変化を適切に評価する必要がある。性能照査に当たっては、【施】第2章1.1 一般に準じることができる。なお、海上に架橋されるPC橋については、既往事例<sup>17)</sup>における耐久性への配慮事項を参考とすることができる。

(4) 臨海部の橋では、一般に供用中に潮風や海水飛沫により塩分が飛来付着する。そのため、内陸部の橋に比べて、鋼橋では鋼材が腐食しやすいので留意する必要がある。

(5) 臨海部では、鋼橋を錆から守るために、耐久性のある塗装を施す必要がある。さらに、港湾に架設される橋は、その港のシンボリック的存在となる場合があるので、このような場合には、美観に配慮する必要がある。塗装系の選定に際しては、初期投資の大小だけでなく、将来の塗り替え等の維持費も考慮して、合理的な塗装系を選定する必要がある。

(6) これまでの港湾並びに他分野における鋼橋の塗装の実態調査から、潮風や海水の影響を受けるような厳しい環境下では、塗装の選択に当たって、中長期的な耐久性に十分留意する必要がある。例えば、前処理にジnkリッチプライマー、中塗り塗装にエポキシ樹脂が塩化ゴム系、上塗り塗料にポリウレタン樹脂、またはフッ素樹脂の採用が効果的であるといわれている。また、上塗り塗料として、さらに耐候性に優れた「高耐久性フッ素樹脂塗料」も開発されている<sup>16)</sup>。ただし、フッ素樹脂塗料は熱的、化学的にも安定であるほか、耐候性が極めて優れているといわれているが、施工時の温度、湿度、塗装間隔等の条件により、塗装品質が大きく左右されるので、慎重に施工することが必要である。

(7) 港湾の橋梁は、大型車の交通量が多いため、鋼床版等の疲労に対して注意が必要である。

(8) 港湾の橋梁では、対象橋梁の維持を効率的かつ的確に実施するために、維持管理計画を定める必要がある。維持管理計画については、【共】第2章4 技術基準対象施設の維持及び、既往事例など（例えば、文献18）19））を参照し、対象橋梁の置かれる状況に適合した計画を策定する必要がある。

### 5.4 防衝設備の性能照査

(1) 橋梁の周辺を航行する船舶について、橋脚には必要に応じ防衝設備を設置して船舶衝突時の衝撃力を和らげ、橋脚を保護するとともに衝突した船舶の損傷を軽減するように配慮すべきである。

(2) 荒天時の走錨による船舶の衝突リスクが懸念される橋梁については、必要に応じて、橋脚及び橋げたへの損傷を防止するための防衝設備を設置し、橋梁本体を防護できるようにする。

(3) 防衝設備はその機能を良好に保持するために、構造等に応じて適切に維持管理を行うことが望ましい。

(4) 防衝設備は、船舶衝突に対して所要の機能を発揮するとともに、波浪、流れ等の作用に対しても十分な構造安定性を有するべきである。

(5) 防衝設備の性能照査にあたっては、対象とする船舶と当該船舶の衝突作用に関する諸条件を適切に設定する必要がある。以下に、設定すべき条件の基本的な考え方を示す。

1) 航行船舶及び走錨船舶に共通する条件

- ①対象とする船舶：船種及び船型
- ②衝突速度：航行速度または漂流速度
- ③衝突形態：船首衝突または船側衝突

2) 航行船舶の作用条件

対象とする船舶の船種及び船型は、橋が建設又は改良される海域における航行船舶調査に基づき船種ごとに最大船型を決定するとともに、必要に応じて小型船の衝突時による船舶の損傷も考慮して船型を決定することが望ましい。衝突速度は船舶の航行状況や水路の流況等に基づいて、また、船舶の衝突形態は橋梁周辺の航行状況に基づいて船種、船型ごとに決定する<sup>20) 21) 22)</sup>。

3) 走錨船舶の作用条件

対象とする船舶の船種及び船型は、荒天時において、施設の周辺(2～3マイル)で錨泊の実績がある船舶を参考に設定する<sup>23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30)</sup>。

走錨後の船舶の漂流速度については、過去の走錨事故を勘案して適切に定めるものとする。なお、運輸安全委員会船舶事故調査報告書<sup>31)</sup>(2008年10月から2019年12月)における過去の走錨事案をとりまとめた結果を表-5.4.1及び図-5.4.1に示す<sup>32)</sup>。走錨時の船舶の漂流速度は、風速、船種や貨物の積載状況等によって影響を受けると考えられるが、これらの結果に基づけば最大漂流速度は概ね0.5m/s～3.5m/s程度である。なお、表-5.4.1の全27件のうち空荷(空倉)状態での錨泊事案が19件と大部分を占めている。

表-5.4.1 走錨事案の一覧<sup>32)</sup>

番号	発生 <sup>1)</sup>			港湾 (発生場所: 港湾区域外含む) <sup>2)</sup>	事故 種別	対象施設 (衝突)	船種	トン数 <sup>3)</sup> (G.T.)	積載状況	風向	台風	波高 <sup>4)</sup> (m)	錨泊地 水深	底質	走錨開始時の 錨泊形態	最大 瞬間 風速 <sup>5)</sup>	平均 風速 <sup>6)</sup>	最大 漂流 速度 <sup>7)</sup>
	年	月	日															
1	2018	10	1	川崎港	衝突	護岸	貨物船	1,920	空	南南西	○	3~5 (T=6~7s)	-	-	単	34.2	18.7	2.6
2	2018	9	4	尼崎芦屋西宮港 泉州港 (閑空連絡橋)	乗揚	防波堤	押船・バージ	2,727	空	南南西	○	3~4	9	泥	単	45.3	34.5	2.4
3	2018	9	4	東播磨港	衝突	橋梁	油タンカー	2,591	空	南南西	○	2~3	10~16	泥	単	58.1	44.0	3.1
4	2018	3	1	宅間港	座洲	浅所	LPG タンカー	3,411	空	西南西		2	10	砂混じ りの泥	単	23.1	17.6	1.3
5	2017	8	7	和歌山下津港	衝突	他船 (2,230tタンカー)	貨物船	17,019	空	北東	○	2	12	泥	単	-	16.0	1.8
6	2015	12	11	川崎港	乗揚	消波ブロック	コンテナ船	499	コンテナ積載 (20ft20個、 40ft24個) 積載重量不明	南南東		2~3	18	泥	単	24.0	13.9	0.9
7	2015	5	12	船川港 (港外)	衝突	他船 (1,996tタンカー)	貨物船	9,957	空	南南西	○	1.8	-	-	単	24.0	13.0	1.5
8	2015	3	11	酒田港 (港外)	乗揚	浅所	貨物船	16,962	空	西		8.60 <sup>※</sup>	-	-	単	31.6	18.6	1.9
9	2014	12	22	和歌山県串本町 大島北方沖)	乗揚	海岸	貨物船	4,382	不明	西北西		5.84 <sup>※</sup>	-	-	- 漂流 (圧流後に投錨)	27.8	13.5	2.3
10	2013	12	10	館山湾 (港外)	乗揚	浅所	曳舟列 (台船1隻、曳 舟2隻)	4,750	積載 (総重量2300tの 工事用設備を 具備(台船))	南南東		3.90 <sup>※</sup>	30	砂	単	24.0	13.1	1.3
11	2013	10	16	釜石港	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	10,021	空	北北西	○	3~4	-	-	単	23.4	13.6	2.0
12	2013	3	2	(青森県鮎作崎南東方沖)	乗揚	他船 (749t貨物船)	油タンカー	699	空	西		1	27	-	単	21.6	13.0	1.2
13	2013	3	1	和歌山下津港 (下津航路北方沖)	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	1,996	空	南西		3.37 <sup>※</sup>	15	-	単	18.2	7.7	0.6
14	2013	2	24	水島港 (港外)	衝突	他船 (749tタンカー)	油・ケミカル タンカー	499	不明	西北西		-	-	-	単	15.1	10.0	0.3
15	2012	12	9	相良港	乗揚	浅所	貨物船	26,966	不明	西		-	20	砂 及び礫	単	-	16.0	2.2
16	2012	9	30	千葉港 (外港)	乗揚	浅所	貨物船	4,645	積載 (石灰石6,606t)	南南東	○	6	18	石 及び砂	単	32.2	21.0	1.4
17	2012	6	19	横浜港	衝突	他船 (999tタンカー)	コンテナ船	53,359	コンテナ積載 (24,700t)	南南西	○	3	21	-	単	-	-	1.6
18	2012	6	19	大分港 (日吉原泊地東北方沖)	衝突	他船 (498t貨物船)	貨物船	9,999	空	南南東	○	4	20	泥	単	27.0	-	1.5
19	2012	3	24	苫小牧港	衝突	他船 (8,963t貨物船)	貨物船	8,216	空	北西		2~3	28	泥 又は砂	単	16.7	7.9	1.6
20	2011	11	24	川崎港	乗揚	海岸・ 人工リーフ	貨物船	18,866	空	南南東		3.54 <sup>※</sup>	20	砂	単	-	13.9	2.0
21	2011	9	21	四日市港	衝突	護岸	貨物船	9,989	空	南	○	2.51 <sup>※</sup>	24	泥	単	33.5	17.1	2.6
22	2011	3	16	衣浦港 (南方沖)	衝突	防波堤	油タンカー	999	空	北北西		1	5	泥	単	-	15.0	0.8
23	2011	1	16	宇部港 (南東方沖)	座洲	浅所	貨物船	17,002	空	西~ 北西		2.5	14.5	泥	単	18.8	-	0.6
24	2010	12	9	石狩湾新港	衝突	他船 (90,267t貨物船)	貨物船	38,938	不明	西北西		-	17	泥	単	20.7	10	0.6
25	2010	3	21	(愛知県渥美半島 北西岸)	乗揚	海岸	貨物船	5,552	空	北西		4~5	21.5	砂	単	23.9	13.2	2.6
26	2009	1	31	横浜港	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	2,972	空	北西		1	12	砂	単	22.1	-	0.6
27	2008	4	18	ケーン (仮置き)	衝突	ケーン (仮置き)	貨物船	7,388	空	北東		0.86 <sup>※</sup>	20~30	泥	単	32.0	-	2.1

- 1) 本表の元データである運輸安全委員会の報告書は以下のアドレスを参照。日付・キーワード入力による検索が可能。(https://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/index.php)
- 2) 括弧書きが付されているのは、港外(港湾区域外)で走錨が発生したものを示し、括弧内は発生場所を示す。港湾名のみが記載されているものでも、港湾区域の境界線付近での発生事案も存在し、厳密に港湾区域内での発生を示すものではない。
- 3) 船舶のトン数は、走錨船が複数船で構成される場合(曳船列等)には、その中で最大トン数の船舶のトン数を示す。
- 4) 波高データは、運輸安全委員会報告書からの抜粋である。そのうち、有義波高であるものには、※を付している。
- 5) 走錨時間帯における近隣の気象台・観測所等で観測された最大瞬間風速(船舶事故調査報告書に記載されている数値(時系列で整理されている場合には走錨時間帯近傍の時間帯における最大値))の読み取り値。
- 6) 走錨時間帯における近隣の気象台・観測所等で観測された平均風速(船舶事故調査報告書に記載されている数値(時系列で整理されている場合には走錨時間帯近傍の時間帯における最大値))の読み取り値。
- 7) 走錨時間帯における漂流船舶の圧流速の最大値(船舶事故調査報告書に記載されている船舶自動識別装置の情報記録において、①表に記載される速度を引用、もしくは、②航跡図から読み取った移動距離を移動時間で除して速度を算出)。

【施】  
第6章

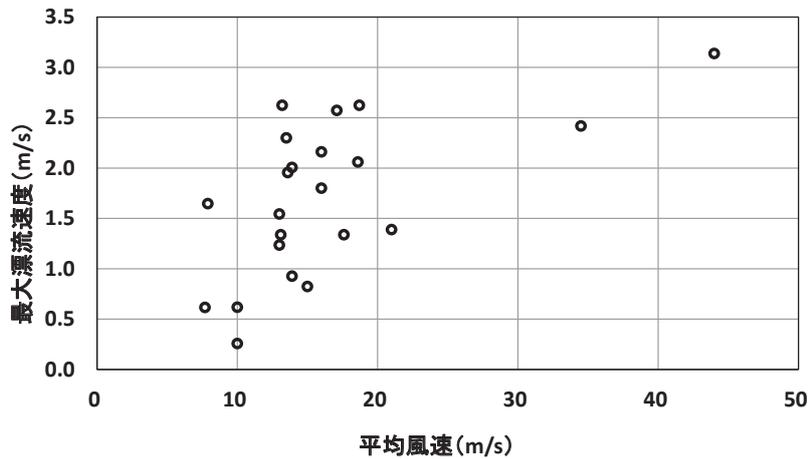


図-5.4.1 走錨時の船舶の最大漂流速度と平均風速との関係<sup>32)</sup>

### (6) 防衛設備の構造形式

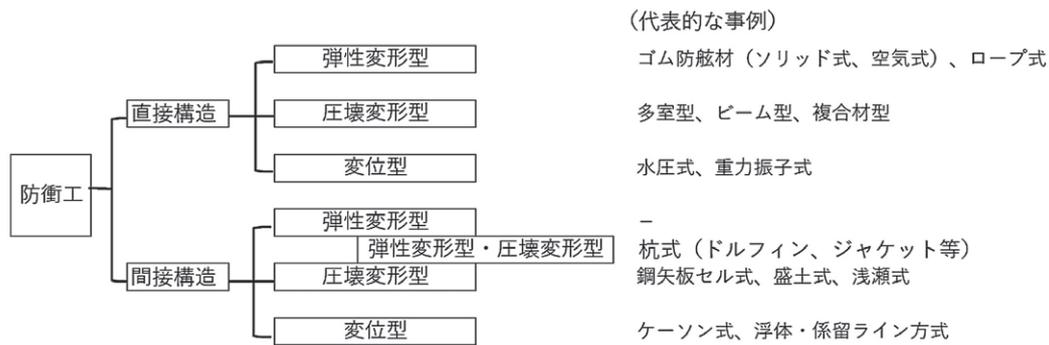
#### ①航行船舶の橋脚への衝突に対する防衛設備

航行船舶の橋脚への衝突に対する防衛設備は、その設置目的に照らして適切な構造形式を選定する必要がある。橋脚の防衛設備の構造形式にあたっては、33) 34) 35) 36) 37) などの既往文献を参考にすることができる。

橋脚の防衛設備の分類例を図-5.4.2に示す。構造形式は、設置場所により、橋脚に防衛設備を直接取付ける構造形式(直接構造)と、橋脚から離れた位置に防衛設備を設置する構造形式(間接構造)の大きく2つの形式に分類される。一般に、間接構造の方が、より大きな船舶衝突エネルギーにまで対応できる。

直接構造は、船舶の衝突エネルギーの吸収方法により、さらに弾性変形型、圧壊変形型、変位型などに分類される。弾性変形型は、ゴム防舷材などの緩衝材を橋脚周りに直接設置し、緩衝材の弾性変形により船舶の衝突エネルギーを吸収するタイプである。圧壊変形型は、鋼部材で製作された多室構造やトラス構造などの緩衝部材を橋脚周りに直接設置し、緩衝部材の圧壊座屈等により衝突エネルギーを吸収するタイプである。変位型は、水を充填したゴム袋を橋脚周りに直接設置し、衝突によりゴム袋の小孔から水が流出するのに伴い衝突エネルギーを吸収したり、可動式の重量物等の緩衝設備の変位に伴い衝突エネルギーを吸収(重力振子式)したりするタイプである。図-5.4.3に、直接構造による防衛設備の構造形式の事例を示す。

間接構造についても、同様に船舶の衝突エネルギーの吸収方法により、弾性変形・圧壊変形型、圧壊変形型、変位型などに分類される。弾性変形・圧壊変形型は、杭式構造物(ドルフィン式やジャケット式)などを橋脚から離れた位置に構築し、杭式構造物の弾塑性変形により船舶の衝突エネルギーを吸収するタイプである。なお、杭式構造物(ドルフィン式やジャケット式)の弾性変形によってのみ衝突エネルギーを吸収することは実際には困難であるため、杭式構造物は弾性変形型に分類していない。次に、圧壊変形型は、浅瀬・盛土や鋼矢板セル構造などを橋脚から離れた位置(橋脚に隣接する場合もある)に構築し、これら構造物の圧壊変形等により衝突エネルギーを吸収するタイプである。変位型は、ケーソンなどを橋脚から離れた位置に構築し、構造物の変位に伴う滑動抵抗等により衝突エネルギーを吸収するタイプである。図-5.4.4に、間接構造による防衛設備の構造形式の事例を示す。



① 設置場所による分類

直接構造： 橋脚に直接取付け  
間接構造： 橋脚から離れて設置

② 衝突エネルギーの吸収方法による分類

弾性変形型： 弾性変形により衝突エネルギーを吸収  
弾性変形・圧壊変形型： 弾性変形と圧壊変形により衝突エネルギーを吸収  
圧壊変形型： 圧壊座屈、曲げ破壊等により衝突エネルギーを吸収  
変位型： 重力や浮力により生じる復元力、あるいは移動抵抗を利用し衝突エネルギーを吸収

図-5.4.2 航行船舶の橋脚への衝突に対する防衛設備の構造形式の分類例 文献34) をもとに作成

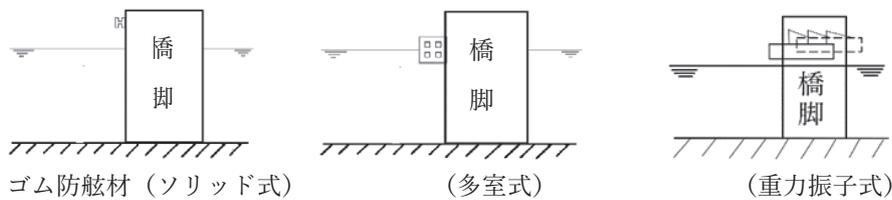


図-5.4.3 防衛設備の構造形式事例(直接構造) 文献33) をもとに作成

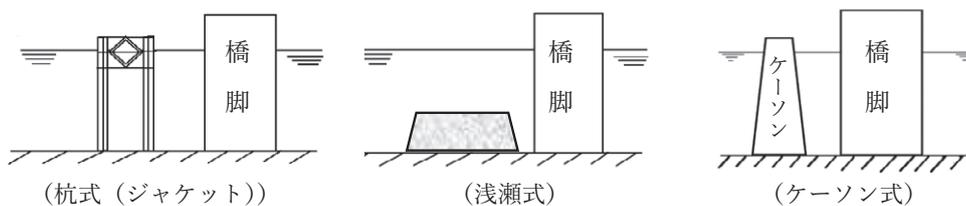


図-5.4.4 防衛設備の構造形式事例(間接構造) 文献33) をもとに作成

② 走錨船舶の橋脚及び橋げたへの衝突に対する防衛設備

走錨船舶の橋脚及び橋げたへの衝突に対する防衛設備は、その設置目的に照らして適切な構造形式を選定する必要がある。選定にあたっては図-5.4.2を参考とすることができる。ただし、橋げたの防護については、橋脚の防護のみでは、橋げた全ての区間での船舶衝突を完全に防止できない。また、橋げた自体を直接構造にて直接防護することは難しい。したがって、橋げたの防衛設備の構造形式では、間接構造を有効に取り入れた対策を検討する必要がある。

## (7) 防衝設備の性能照査

船首衝突及び船側衝突に対する防衝設備の性能照査は、以下の考え方にに基づき行うことができる。

## ①船首衝突の場合

(a) 衝突船舶の運動エネルギーは【作】第8章2.2 船舶の接岸による作用を参照することができる。船首衝突の場合は、偏心係数 $C_e$ は1.0、仮想質量係数 $C_m$ は1.1とし、船舶の柔軟性係数 $C_s$ 及び橋脚の形状係数 $C_c$ は1.0とすることができる。

(b) 衝突船舶の運動エネルギーは、防衝設備の変形及び船首部の圧壊変形によるエネルギーの和で吸収する。ただし、小型船については、船体の破壊が生じないように、船首部の圧壊変形によるエネルギー吸収を考慮しない。また、衝突時に小型船の船体の破壊が生じないように、船首衝突では船舶衝突時の防衝設備の反力が船首強度より小さいことが望ましい。船首部の強度および船首部の圧壊変位によるエネルギーの算出方法については、文献22) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 等を参照することができる。

(c) 直接構造の橋脚周辺に設置する防衝設備の変形によるエネルギー吸収は、以下の考え方を基本にして設定することができる。

- 1) ゴム防舷材(ソリッド式、空気式)の吸収エネルギーは、ゴム防舷材の変位復元力特性に基づいて求める<sup>34)</sup>。
- 2) ロープ式の吸収エネルギーは、ロープの伸びと張力との関係から求める<sup>34)</sup>。
- 3) 鋼製緩衝工(多室型<sup>22)</sup>、トラス型、ハニカム型、ビーム型)及び複合材型<sup>44)</sup>(鋼製の外郭内部に硬質ウレタンフォームや発泡コンクリートを充填した構造)の吸収エネルギーは、緩衝工の荷重変位特性に基づいて求める<sup>34)</sup>。
- 4) 水圧式の吸収エネルギーは、内部に水を充填したゴム製耐圧容量器の変位反力特性(衝突に伴う内部水のオリフィスからの噴出を考慮)に基づいて求める<sup>45)</sup>。
- 5) 重力振子式(コンクリート等による重量構造物をピン結合して吊り下げる構造)の吸収エネルギーは、船舶衝突にともなう重量構造物の変位(位置エネルギーの増分)に基づいて求める。

(d) 間接構造による防衝設備の変形によるエネルギー吸収は、以下の考え方を基本にして設定することができる。

- 1) ドルフィン式やジャケット式などの杭式構造物の防衝設備による吸収エネルギーは、杭式構造物に作用する荷重と構造物の変位の関係から求める<sup>33) 35)</sup>。なお、構造全体の塑性化まで考慮して吸収エネルギーを設定することができる。
- 2) 鋼矢板セル式による吸収エネルギーは、鋼矢板セル全体の変位反力特性に基づいて求める。
- 3) 盛土式や浅瀬式の防衝設備による吸収エネルギーは、船体が盛土・浅瀬に乗り上げてから停止するまでに船底と盛土・浅瀬との摩擦抵抗によって消費されるエネルギーと、停止までの間の位置エネルギーの増加(船体位置が上方に移動するため)、との和として求める<sup>35)</sup>。
- 4) ケーソン式の防衝設備による吸収エネルギーは、ケーソンとケーソン直下の基礎との摩擦抵抗により消費されるエネルギーに基づいて求める<sup>33)</sup>。
- 5) 浮体・係留ライン方式の防衝設備による吸収エネルギーは、沈錘(浮体を固定するために海底に設置されるアンカー)と海底地盤との摩擦抵抗により消費されるエネルギーに基づいて求める<sup>33)</sup>。

## ②船側衝突の場合

(a) 衝突船舶の運動エネルギーは【作】第8章2.2 船舶の接岸による作用を参照することができる。

(b) 衝突船舶の運動エネルギーは、防衝設備の変形によるエネルギーで吸収する。

(c) 船側衝突時に船体の破壊が生じないように配慮する場合には、船舶衝突時の防衝設備の反力が船側強度を超えないようにする必要がある。船側強度の算出方法については、文献22) 39) 40) 41) 42) 43) 46) 等を参照することができる。

(d) 直接構造及び間接構造による防衝設備の変形によるエネルギー吸収は、①船首衝突と同じ考え方にに基づき、求めることができる。

(8) 防衝設備の機能を良好に保持するために以下の点に配慮する。

- ①維持管理は、点検の方法、箇所、頻度及び管理基準を定めた維持管理マニュアルに基づき実施することが望ましい。
- ②ゴムを用いた防衝設備の維持管理については、**ゴム防舷材の維持管理ガイドライン(改訂版)**<sup>47)</sup>を参考とすることができる。  
 なお、ゴム防舷材の圧縮特性は、繰返し疲労、経年変化による劣化、クリープ歪等により変化するので、これらの特性を十分把握した上で維持管理を行うのが望ましい。ゴム防舷材の点検は、外観検査によってゴムの亀裂、ひび割れ、変形及び磨耗等、並びに取付け金具の脱落、変形腐食等の有無を調べ、異常が認められた場合は適宜取り替える。
- ③ロープ等は、紫外線、磨耗、素線の断線、腐食等による強度低下が著しいので維持管理に留意すべきである。
- ④鋼製の防衝設備の防食法は、耐久性、施工性、経済性、景観、防汚性等を考慮して適切な方法を決定する<sup>48)</sup>。

#### 【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 共通編，2017.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 鋼橋編，2017.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 コンクリート橋編，2017.
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 下部構造編，2017.
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編，2017.
- 6) 庄司邦昭，若生知己：橋梁に対する船舶衝突事故例の解析，航海，87，pp.75-83，1986.
- 7) 庄司邦昭：船舶の航行水域につくられる橋梁の安全対策，航海，108，pp.26-36，1991.
- 8) 竹本孝弘：橋の下を通過する船舶の航行安全問題，航海，108，pp.17-25，1991.
- 9) 失敗学会：失敗知識データベース，船舶・海洋 (<http://www.shippai.org/fkd/lis/cat012.html>) .  
 クイーンイザベラ橋 (<http://www.shippai.org/fkd/cf/CA0000464.html>) .  
 サンシャイン・スカイウェイ (<http://www.shippai.org/fkd/cf/CA0000462.html>) .  
 サバーン橋 (<http://www.shippai.org/fkd/cf/CA0000460.html>)
- 10) 高橋宏直，後藤文子：統計解析による船舶の高さに関する研究—船舶の高さの計画基準(案)—，国土技術政策総合研究所報告No.31，2006.
- 11) 岩崎幹平，山形創一：統計解析による船舶諸元に関する研究，国土技術政策総合研究所資料No.991，2017.
- 12) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧(平成19年改訂版)，2008.
- 13) 齊藤泰，菊池喜昭，日下部治，清宮理，米山治男，川上泰司：東京ゲートブリッジにおける鋼管杭載荷試験結果の鋼管矢板井筒基礎設計への適用，土木学会論文集C(地圏工学)，67(4)，544-557，2011.
- 14) 齊藤泰，清宮理，日下部治，下迫健一郎，川上泰司：東京港臨海大橋(仮称)の耐震設計法について，構造工学論文集A，56，pp.393-406，2010.
- 15) 国土交通省北陸地方整備局：新設橋梁の設計時留意点(案)，2014.
- 16) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014.
- 17) 林克弘，岡田昌之，渡辺英夫：海上PCラーメン箱桁橋の計画・設計：黎明(れいめい)みなと大橋，橋梁と基礎，48(9)，pp.20-25，2014.
- 18) 佐々木均，齋藤良章：小名浜港東港地区臨港道路点検マニュアル(案)の策定：使い始める前に考える，プレストレストコンクリート，58(5)，pp.26-32，2016.
- 19) 松本和之：東京ゲートブリッジの維持管理計画(特集 東京港臨海道路の全線開通(東京ゲートブリッジ))，土木施工，53(1)，pp.80-84，2012.
- 20) 土木学会：構造物の耐衝撃挙動と設計法，構造工学シリーズ6，pp.293~312，1994.
- 21) 清宮理，宮城敏明，石川雅美，門倉博之：船舶と橋梁の杭式緩衝工との衝突解析，土木学会論文集(第6部門)，No.540，pp.49~57，1996.
- 22) 本州四国連絡橋公団：多室型緩衝工の設計要領(案)，1980.
- 23) 海上保安庁：「荒天時の走錨等に起因する事故の再発防止に係る有識者検討」報告書，2019.3.
- 24) 井上欣三：操船の理論と実際，成山堂書店，2011.
- 25) 日本海難防止協会：(特集) 走錨海難の防止対策，海と安全No.579，2018.12.
- 26) 日本船主責任相互保険組合：走錨事故例と防止，P&Iロスプリベンションガイド第43号，2018.7.
- 27) 東京湾海難防止協会：東京湾における荒天時走錨防止対策検討 報告書，2017.3.
- 28) 徳永正吾，有川太郎：経験的台風モデルを用いた2018年台風21号による船舶漂流の再現解析，土木学会論文集B2(海岸部門)，Vol.75，No.2，2019.
- 29) 山本康太，江本翔一：AISデータを用いた2018年台風21号時の大阪湾内船舶の避泊実態に関する分析，国総研資料

No.1052, 2018.

- 30) 安部智久, 安藤和也, 赤倉康寛: 大型バルク船を中心とした湾域での避泊実態の分析 (NILIM-AISによる分析), 国総研資料No. 754, 2013.
- 31) 運輸安全委員会船舶事故調査報告書 (<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/index.php>).
- 32) 松田茂, 宮田正史: 港湾施設被害をもたらす船舶走錨に関する基礎的分析, 第75回土木学会年次学術講演会, 2020.
- 33) 建設省土木研究所 構造橋梁部構造研究室: 防衛工の設計に関する調査研究報告書, 土木研究所資料No.2855, 平成2年3月.
- 34) 庄司邦昭: 船舶衝突防護施設について (1), 日本造船学会誌, 679, pp.20-27, 1986.
- 35) 庄司邦昭: 船舶衝突防護施設について (2), 日本造船学会誌, 680, pp.93-103, 1986.
- 36) 内藤了二, 白石 悟: 小型船舶の橋梁防衛工への衝突に関する実験的検討, 港湾技研資料No.808, 1995.
- 37) PIANC: Design of lock gates for ship collision, PIANC Report No. 151, 2014.
- 38) 岩井聰: 船舶の衝突に対する緩衝施設の設計条件, 航海, 68, pp.55-59, 1981.
- 39) 庄司邦昭, 高林時子: 橋脚衝突時の船首強度計算式に対する船体諸寸法の影響, 日本航海学会論文集, 101, pp.201-209, 1999.
- 40) 長沢準, 有田喜久雄, 谷政明, 岡修二: 通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について. 日本造船学会論文集, 142, pp.323-332, 1977.
- 41) 長沢準, 有田喜久雄, 谷政明, 岡修二: 通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について (第2報), 日本造船学会論文集, 146, pp.329-337, 1979.
- 42) 長沢準, 有田喜久雄, 谷政明, 岡修二: 通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について (第3報), 日本造船学会論文集, 148, pp.153-161, 1980.
- 43) 岩井聰, 庄司邦昭: 船の衝突に対する橋脚基礎部緩衝施設の規模について. 航海, 84, pp.60-66, 1985.
- 44) 本州四国連絡橋公団: 複合材型緩衝工の設計要領 (案), 1981.
- 45) 白石隆義: 水圧緩衝式鋼製防玄材, 日本造船学会論文集, 125, pp.437-445, 1969.
- 46) 長沢準: 接岸力と船舶外板の強度, 船舶 Vol.40 No.3, 1967.
- 47) 沿岸技術研究センター: ゴム防舷材の維持管理ガイドライン (改訂版), 2013.
- 48) 沿岸技術研究センター: 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル (改訂版), 2009.

このページは構成上、白紙です。