

1章 総 則

1.1 適用の範囲

- (1) 浮体橋の設計指針は、道路橋として用いられる浮体橋の設計に適用する。
- (2) この設計指針は、以下に示す形式の浮体橋を対象として規定する。
 - 1) 連続ポンツーン型浮体橋
 - 2) 分離ポンツーン型浮体橋のうち、通常の橋における支間長に相当する長さが200m以下のもの。ただし、この長さが200mをこえる浮体橋についても、実状に応じて必要かつ適切な補正を行うことにより、この設計指針を準用することができる。
- (3) この設計指針に示されない項目については、「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）によるものとする。

浮体橋は、自重・活荷重等の鉛直荷重の全て、または一部を、浮体橋本体の没水部に作用する浮力によって支える橋梁である。

浮力の活用により鉛直荷重を支持する形式としての浮体橋には、様々な構造形式が考えられる（図-1.1.1参照）。このうち、この指針においては、ポンツーンを連続させた連続ポンツーン型浮体橋と、互いに独立したポンツーンが橋桁（橋体部）によって接続される形式の分離ポンツーン型浮体橋を対象として規定することとした。ただし、図-1.1.1(c)に示されるような、長スパン分離ポンツーン型浮体橋においては、別途、詳細な検討を行う必要があると考えられることから、通常の橋における支間長に相当する長さが200mをこえる分離ポンツーン型浮体橋は、この指針の適用範囲外とした。しかし一方では、この指針で定める基本的な事項の多くは、支間長に相当する長さが200mをこえる浮体橋にも適用できることから、これらの浮体橋にも準用してよいものとした。なお、浮体橋における支間長に相当する長さは、支点・支承等の明確な基点がある場合には支点（支承）間隔を、ポンツーンと橋桁が一体化されるような構造においては、隣接したポンツーンの浮面心の間隔等、実状に応じ適切にこれを設定する。

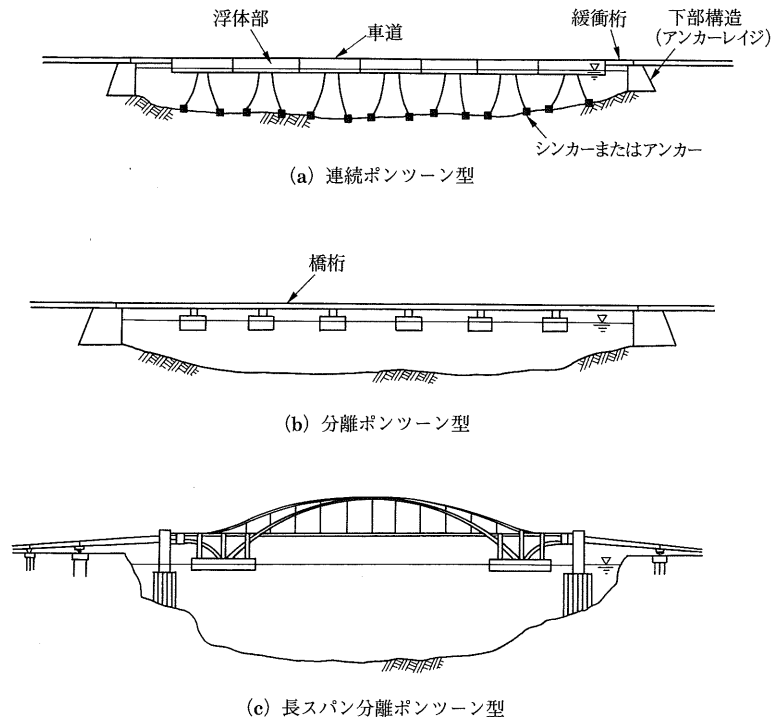


図-1.1.1 浮体橋の分類

1.2 用語

この指針で用いる用語の意味は次のとおりとする。

(1) 浮体橋

自重・活荷重等の鉛直荷重を、浮体橋本体の没水部に作用する浮力によって、それらの全て、または一部を支える橋梁。浮体橋本体、係留構造、下部構造及び付帯設備から構成され、浮体橋本体はさらに、橋体部と浮体部から構成されるものとする。

(2) 橋体部

浮体橋本体のうち、車道部を有する構造体。橋桁部分ならびにポンツーン上の橋脚部分を含めて橋体部と定義する。なお、ポンツーンの床版（または上甲板）がそのまま車道部として利用される場合もあり、このような構造形式においては、橋体部と浮体部が一体となって定義される。

(3) 浮体部

浮体橋本体のうち、その没水部分において浮力を受ける構造体。ポンツーン型浮体橋におけるポンツーン部を称する。

(4) 係留構造

長期にわたり浮体橋本体を一定の場所につなぎとめ、漂流させない装置。例えば

ケーブル、チェーン及びそれらを支持するシンカー、係留用ドルフィンのフェンダー、杭等が係留構造である。

(5) 下部構造

浮体橋本体に作用する荷重を基礎地盤に伝達する構造部分で、橋台を含む固定橋及びその基礎をいう（ドルフィンの杭は係留構造に含む）。

(6) 接続構造

浮体橋本体と固定橋の間に設置され、浮体橋本体の動揺に追従し、固定橋との接続を円滑に行うために設けられる車道部を有する構造体。緩衝桁もその一つとして扱う。

(7) 車道部分

車道部（車道、中央帯、路肩等）のうち自動車が運行できる部分をいう。

(8) 歩道等

道路構造令第2条で定義する歩道、自転車道及び自転車歩行者道をいう。

(9) 主荷重

浮体橋の主要構造部を設計する場合において、常に作用すると考えなければならない荷重。たとえば、死荷重、活荷重、浮力等をいう。

(10) 従荷重

浮体橋の主要構造部を設計する場合において、必ずしも常時又はしばしば作用するとは限らないが、荷重の組合せにおいて必ず考慮しなければならない荷重。たとえば、風荷重、波浪、地震の影響等をいう。

(11) 特殊荷重

浮体橋の主要構造部を設計する場合において、構造形式、架橋地点の状況等の条件によっては、とくに考慮しなければならない荷重。例えば、津波、高潮の影響等をいう。

(12) 設計供用期間

設計にあたって、経年的な影響を検討する際に目標とする期間。

(13) ライフサイクルコスト

初期建設費のみならず、供用期間中に生じる維持管理費及び解体撤去をも含めたトータルコスト。

(14) 維持管理

供用期間中の点検・調査及び必要に応じた補修・補強を含む。

浮体橋本体、浮体部、橋体部、接続構造、係留構造、下部構造について図-1.2.1に模式的に示す。

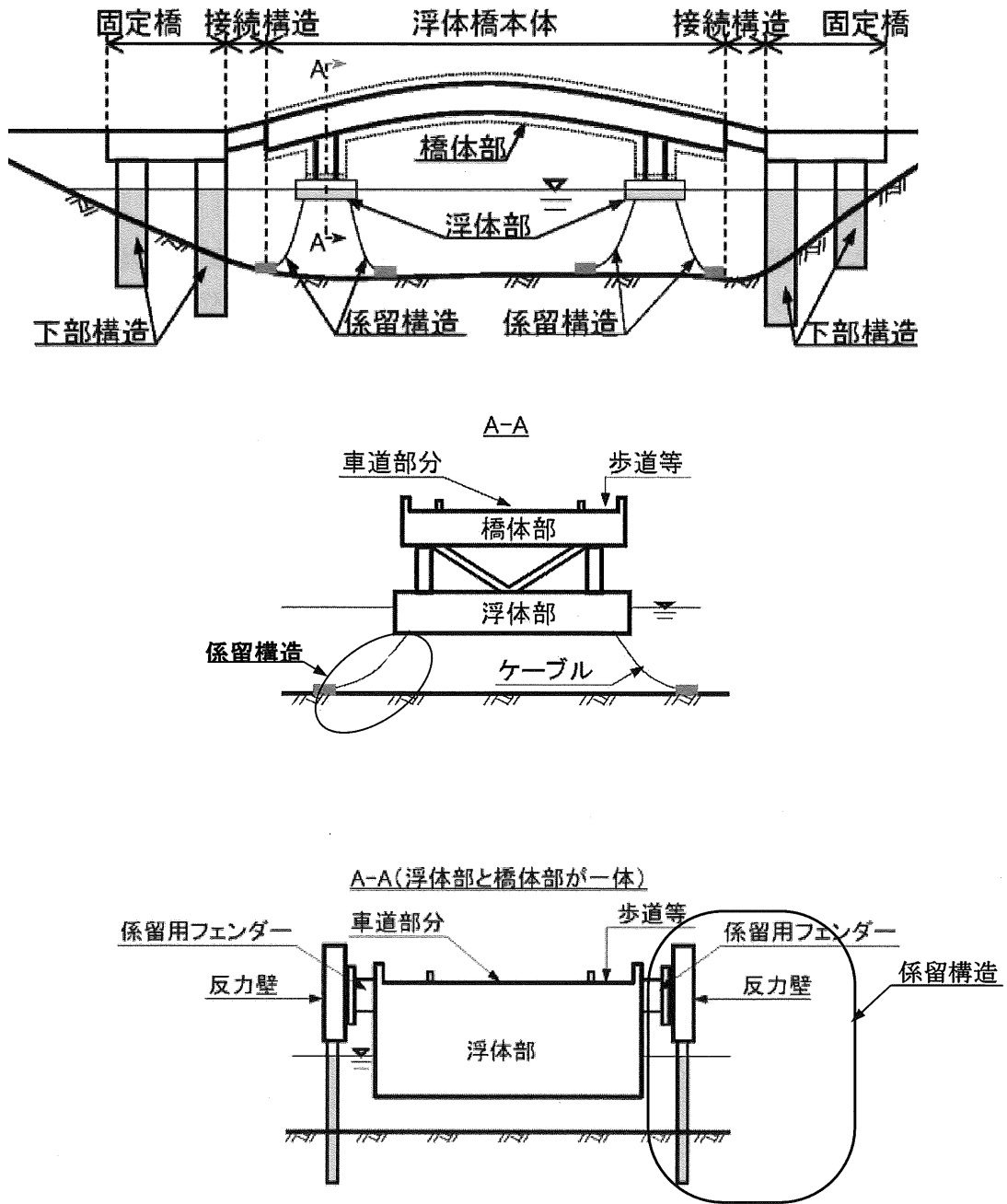


図-1.2.1 用語の定義

1章の付録

付 1.1 浮体橋の歴史と事例

(1) 浮体橋の歴史

古くから河川、湾、入江等の水域を横断する施設として、様々な形式の連絡橋・横断橋が建設されている。そのうちの一つとして、浮体橋がある。その歴史はかなり以前までさかのぼることができる。この指針では、供用目的等の社会的条件、規模、材料・施工法等の技術のレベル・供用性能等を考慮し、主として現存する構造物及びそれらに類似したものを対象とした。

既往の浮体橋の用途は大きく2つに分類できる。一つは市民の生活のための横断橋として用いられているものであり、他方は軍事用に急速架設される横断橋である。前者の事例のうち、小規模な浮体橋は太古にさかのぼることができる。近代に入ると大規模な浮体橋が出現し、その一例として1888年に建設されたカリブ海西インド諸島の一つのキュラーソ島のQueen Emma橋が挙げられる(図-付1.1.1)。湾内の横断橋で全長が210mであり、当時のみならず今日でも浮体の歩道橋としては、世界最大クラスである。必要に応じて中央部が移動することにより、開口部を確保でき、船舶の航行を可能としている。

また、河川の横断にも古くから浮体橋が建設されてきた。東欧を流れるドナウ川では、中世から19世紀中頃まで、ハンガリー、スロバキア、ルーマニア等で幾つもの浮体橋が建設されていたが、現在では固定橋に架替えられている。最近の浮体橋の事例では、ハンガリーのブダペストに、2003年、全長430mの歩道橋が設置された(図-付1.1.2)。これは、ハンガリー革命15周年事業の一環として一時的に架設されたものであり、3日間のみのものであった。

他方、図-付1.1.3に示す浮体橋は、軍事用として用いられてきた事例である。中世より侵略が繰り返し行われていたイタリア・ミラノ近郊のBeregardoでは、Ticino川の横断橋の一つを移設が容易な浮体橋とすることにより、敵の侵攻を防いだようである。この浮体橋は1800年代に木製のポンツーンにて構築されたが、その後、セメント系材料を用いた浮体に改築され現在に至っている。

最近の事例として、一般道路用にも、急速かつ簡便に建設が可能な浮体橋が開発されている。オランダ公共事業省は、運河を横断するために生じている交通渋滞の解消のため、浮体橋の試作・供用を実施している。図-付1.1.4は、2003年に建設された第一号橋であり、延長70m、幅5.5mの一車線道路はアルミ製浮体で構成されている。この浮体ユニットは、トレーラにより運搬され、現地にて接続・一体化されている。

急速かつ簡便な浮体橋の国内事例として、港湾工事の埋立土砂運搬施設として用いられているものもある(図-付1.1.5)。これらは、ポンツーンを連結し、その上をダンプトラックが走行し、埋立用土砂の運搬を行うものである。

遠景



近景

図-付 1.1.1 Queen Emma 橋¹⁾図-付 1.1.2 ブダペスト市内の
ドナウ川を横断する浮体橋²⁾図-付 1.1.3 北イタリアの浮体橋³⁾
(写真提供 : Gaetano La Rocca氏)



図-付 1.1.4 アルミニウム製の浮体を用いたオランダの浮体橋⁴⁾



図-付 1.1.5 浮体橋を用いた埋立用土砂の運搬⁵⁾

(2) 浮体橋の事例

海外及び国内の主な浮体橋の事例を竣工年代順に表-付 1.1.1 に取りまとめる。同表に示すように、海外では、全長が 2000m をこえる浮体橋も建設され、長期間にわたり供用されている。また、図-付 1.1.6 には、海外の浮体橋の位置を示している。いずれも比較的静穏な湾内もしくは湖等に設置されてきている。図-付 1.1.7 及び図-付 1.1.8 に、連続ポンツーン型及び分離ポンツーン型に分類して、その供用事例を示す。

表-付1.1.1 海外及び国内の主な浮体橋の事例 (空欄はデータ不詳)

No.	竣工年度	名称	場所	最大水深 (m)	浮体全長 (m)	浮体単体寸法 (m)	浮体構造材料	自然条件				車線数	係留方式	備考
								水位変動 (m)	有義波高 (m)	波周期 (sec)	流れ (m/sec)			
1	1912	Galata 橋	トルコ・イスタンブール (河口)	41	457	25×9×3.7	鋼	0.6		0.3		4	チェーン/アンカー	1992年まで供用後、撤去され、現在は固定橋を使用
2	1940	Lacey V Murrow 橋	米国・ワシントン州 (湖)	75	2,018	107×18×4.4	コンクリート	1.2	2.4	4.0	28	4	ケーブル/アンカー	1990年被災のため一部の浮体を改築
3	1943	Hobart 橋	オーストラリア・タスマニア (河口)	31	965	40×11×3.7	コンクリート	2.4	2.1		55	2	端部固定	1964年まで供用後、現在は固定橋を使用。コンクリート浮体は防波堤等に再利用
4	1957	Kelowna 橋	カナダ・ブリティッシュコロンビア州 (湖)	49	640	61×15×4.6	コンクリート	1.5	1.8			2	チェーン/アンカー	2005年より改築工事開始。2008年竣工予定
5	1961	Hood Canal 旧橋 (東側)	米国・ワシントン州 (湖)	104	1,972	110×15×4.4	コンクリート	5.0	3.3		37	2	ケーブル/アンカー	2003年より改築工事中。2007年竣工予定
6	1963	Evergreen Point 橋	米国・ワシントン州 (湖)	61	2,292	110×18×4.5	コンクリート	1.2	2.7		38	4	ケーブル/アンカー	2007年より改築工事予定
7	1983	Hood Canal 新橋 (西側)	米国・ワシントン州 (湖)	104	1,972	110×18×5.5	コンクリート	5.0	3.3		37	2	ケーブル/アンカー	1979年に西側のみ被災のため改築
8	1989	Third Lake Washington 橋	米国・ワシントン州 (湖)	61	1,771	108×23×5.0	コンクリート	1.2	2.4	4.6	28	5	ケーブル/アンカー	—
9	1992	Bergsoysund 橋	ノルウェー・クリスチャンスラ (フィヨルド)	300	845	34×20×6.0	コンクリート	4.0	1.4	4.5	37.5	2	端部固定	—
10	1994	Nordhordland 橋	ノルウェー・ベルゲン (フィヨルド)	500	1,246	42×12.5×6.8	コンクリート	3.0	1.7	5.1	27.1	2	端部固定	—
11	1996	West India Quay 歩道橋	イギリス・ロンドン (河口)	94	94	φ2.8×10	鋼					—	ケーブル/アンカー	歩道橋
12	1996	名護屋漁港 浮体式係船岸	佐賀・名護屋 (港内)	10	110	110×15×3.0	PCハイブリット					2	ジャケット	栈橋兼用道路
13	1998	Admiral Clarey 橋	米国・ハワイ州 (港内)	15	310	93×15×5.1	コンクリート			0.3		2	チェーン/アンカー	米軍施設のため一般車両通行不可
14	2000	くじら橋	鹿児島・西之表 (湖)	180	180		アルミニウム			0.3		—	チェーン/アンカー	歩道橋
15	2000	夢舞大橋	大阪 (港内)	10	410	58×58×8.0	鋼	2.0	2.5	7.7	42	4	チェーン/アンカー	—

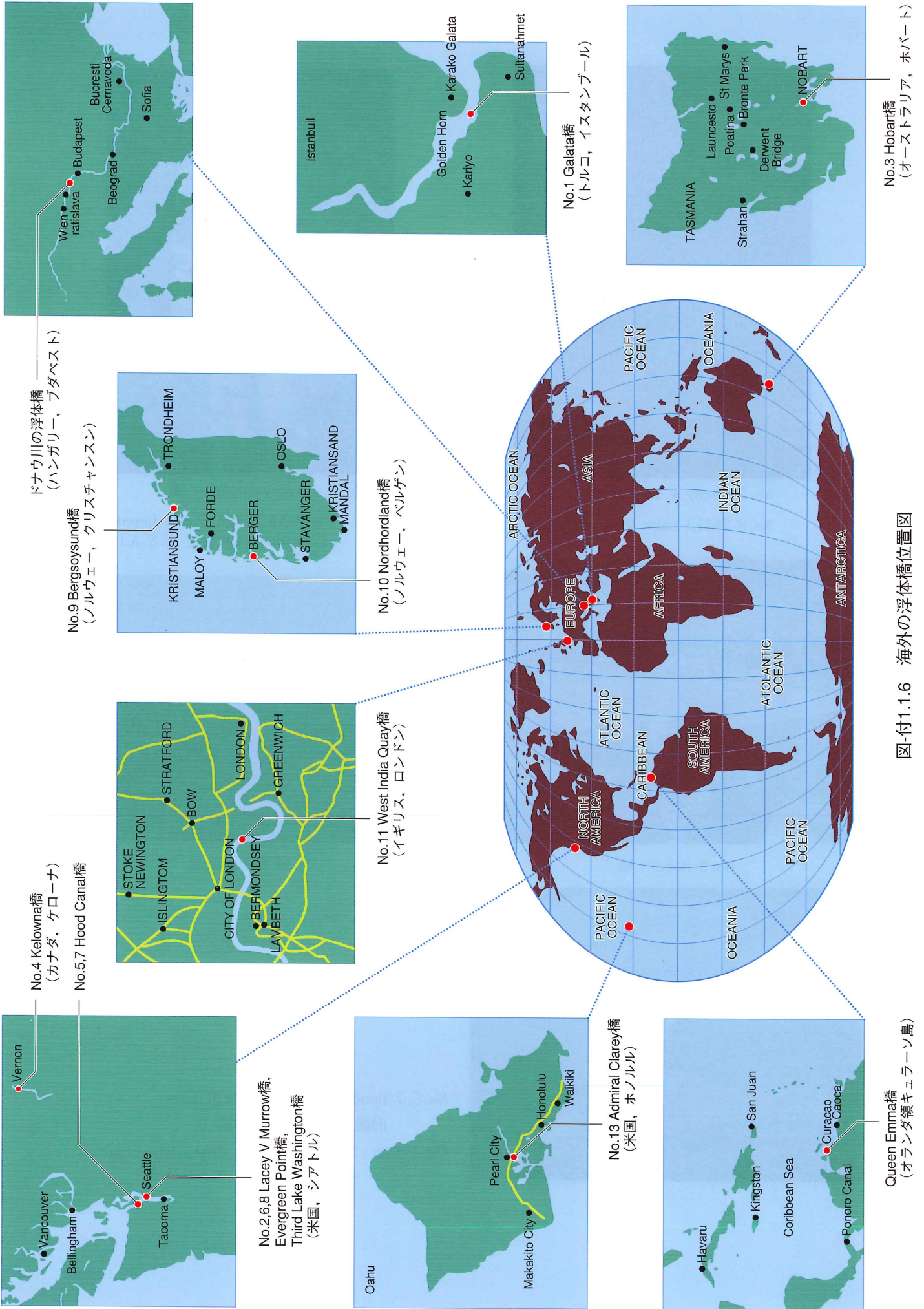
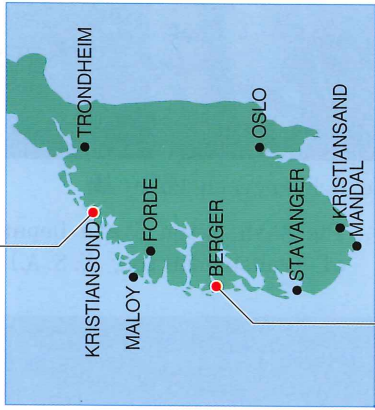


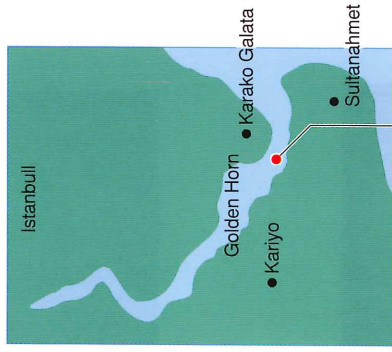
図-付1.1.6 海外の浮体橋位置図

ドナウ川の浮体橋
(ハンガリー, ブダペスト)

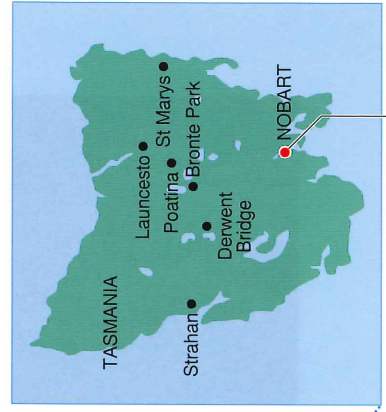
No.9 Bergsøysund橋
(ノルウェー, クリスチャンスン)



No.10 Nordhordland橋
(ノルウェー, ベルゲン)



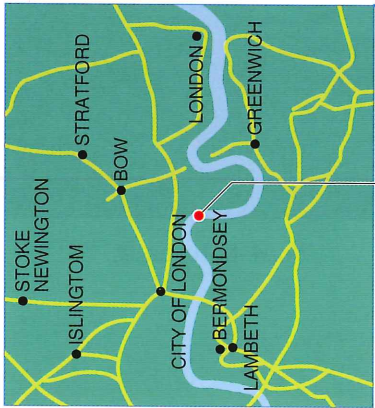
No.1 Galata橋
(トルコ, イスタンブール)



No.3 Hobart橋
(オーストラリア, ホバート)

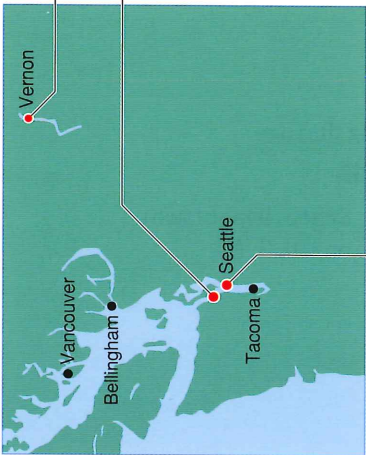
No.4 Kelowna橋
(カナダ, ケローナ)

No.5.7 Hood Canal橋

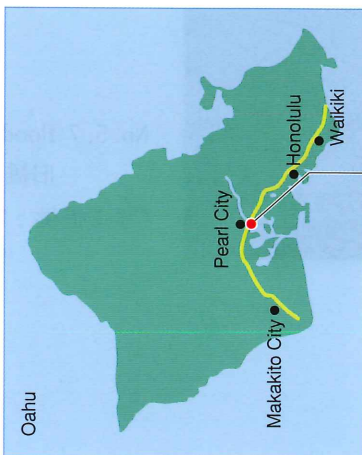


No.11 West India Quay橋
(イギリス, ロンドン)

No.2,6,8 Lacey V Murrow橋,
Evergreen Point橋,
Third Lake Washington橋
(米国, シアトル)



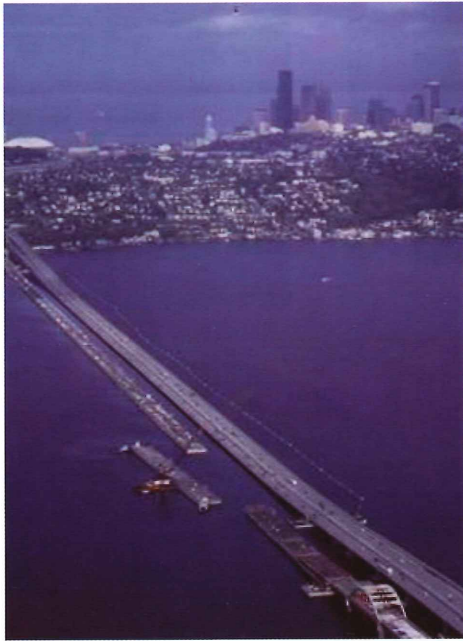
No.2,6,8 Lacey V Murrow橋,
Evergreen Point橋,
Third Lake Washington橋
(米国, シアトル)



No.13 Admiral Clarey橋
(米国, ホノルル)



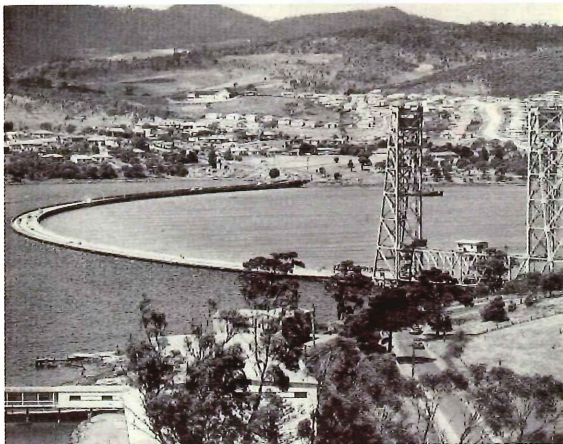
Queen Emma橋
(オランダ領キュラソー島)

No. 2 Lacey V Murrow 橋⁶⁾

No. 8 Third Lake Washington 橋

No. 6 Evergreen Point 橋⁷⁾

(写真提供 : The Washington State Department
of Transportation, U. S. A.)

No. 3 Hobart 橋⁸⁾No. 4 Kelowna 橋⁹⁾No. 5, 7 Hood Canal Floating Bridge
旧橋 (手前) 及び新橋¹⁰⁾

(写真提供 : The Washington State Department
of Transportation, U. S. A.)



No. 12 名護屋漁港 浮体式係船岸 ¹¹⁾



No. 13 Admiral Clarey 橋 ¹²⁾



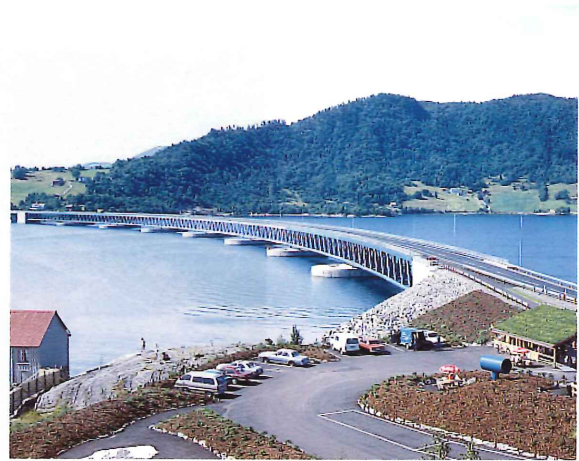
No. 14 くじら橋 ¹³⁾

図-付 1.1.7 連続ポンツーン型浮体橋の事例



Vue panoramique de la Corne d'or et du Vieux Port.

No. 1 Galata 橋¹⁴⁾



No. 9 Bergsoysund 橋¹⁵⁾



No. 10 Nordhordland 橋¹⁶⁾



No. 11 West India Quay 歩道橋¹⁷⁾



No. 15 夢舞大橋¹⁸⁾

図-付 1.1.8 分離ポンプーン型浮体橋の事例

付 1.2 浮体橋の特徴

浮体橋の特徴を以下に取りまとめる。

長所として

- (a) 水深に影響されない。 → 大水深に対応可能
- (b) 地盤の影響が小さい。 → 軟弱地盤に対応可能
- (c) 地震の影響が小さい。 → 大地震に対応可能
- (d) 走行面と水面とのレベル差が小さい。 → 親水性／景観が向上

ただし、以下の短所もある。

- (e) 波により路面が動揺する。 → 静穏水域では波による動揺量は微小
- (f) 水位変動により路面高が変化する。 → 接続構造の傾斜変化により路面の上下動を吸収可能
- (g) 風・水流により水平移動しやすい。 → 係留構造により漂流防止

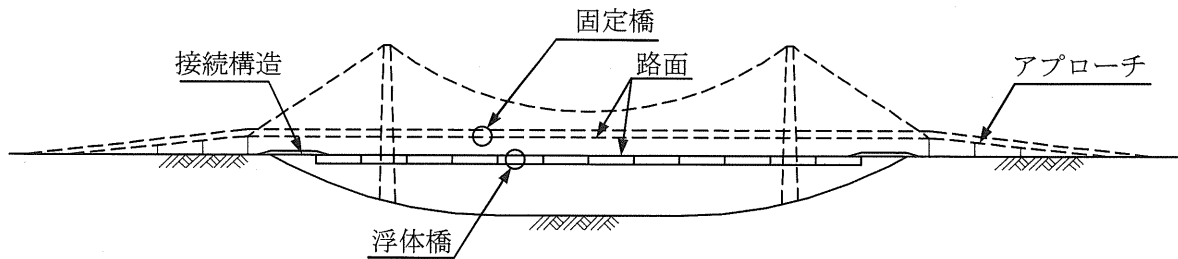


図-付 1.2.1 浮体橋と固定橋（点線）の比較模式図

付 1.3 浮体橋の適用条件

前節に示した海外にて多数建設されてきた浮体橋の事例より、それらの採用理由を示すことにより、その適用性を抽出する。

表-付 1.3.1 浮体橋の採用理由

名 称	場 所	採 用 理 由
Lacey V Murrow 橋/ Evergreen Point 橋 他	米国・ワシントン州 (湖)	①大水深 (約 100m) ②厚い軟弱な表層土 ③静穏水域 ④湖横断に関する高いニーズ (交通量大) ⑤既存ドライドック等の活用が可能
Admiral Clarey 橋	米国・ハワイ州 (港内)	①港内の島へのアクセスとしてのニーズ ②景観性の重視
Kelowna 橋	カナダ・ブリティッシュ コロンビア州 (湖)	①大水深 ②静穏水域 ③観光のニーズに応じた高い景観性
West India Quay 橋	イギリス・ロンドン (河口)	①環境に優しい橋へのニーズ ②景観性の重視
Bergsoysund 橋/ Nordhordland 橋	ノルウェー (入江・フィヨルド)	①大水深 ②静穏水域 ③横断に関するニーズ (吊橋より低コスト)
Hobart 橋	オーストラリア・ タスマニア (河口)	①古くから河口横断の高いニーズ
Galata 橋	トルコ・ イスタンブール (河口)	①アジアとヨーロッパの連絡橋として古く から高いニーズ

表-付 1.3.1 より、浮体橋を採用した理由は、個々のケースで異なっているものの、幾つかのケースに共通した理由がある。それらを取りまとめると以下の項目のようである。

自然条件

- ①大水深
- ②厚い軟弱な表層土
- ③静穏な水域

社会条件

- ①高い架橋ニーズ
- ②景観性の重視
- ③特殊性 (航路確保、短期間での完成等)

これらのうち、幾つかの項目が該当すれば、浮体橋がその横断橋の一つの候補と考えられる。

付 1.4 浮体橋の適用性の高い水域

浮体橋の適用条件のうち自然条件について、表-付 1.1.1 をもとに整理すると、表-付 1.4.1 のように取りまとめられる。

表-付 1.4.1 浮体橋の適用実績（自然条件）

最大水深 (m)	横断幅 (浮体全長) (m)	水位変動 (m)	有義波高 (m)	波周期(s)	流れ (m/s)	風速 (m/s)
10~500	94~2,292	~5.0	~3.3	~7.7	~1.5	~55

一般的に、水深は 10m の浅海域から 500m の大水深海域まで、横断幅は約 100m から約 2,000m まで、水位変動幅は 5.0m 以下、有義波高は 3.3m 以下、有義波周期は 7.7s 以下、流速は 1.5m/s 以下、風速は 55m/s 以下の条件で浮体橋が建設されている。図-付 1.4.1 に、我が国において、これらの自然条件を満足するような浮体橋の適用性の高い水域を示す。ここで示した琵琶湖、霞ヶ浦を含めほとんど全ての湖沼においても、浮体橋の適用性は高い。ただし、ダム湖では、水位変動の大きさにより適用が難しい場合がある。また、瀬戸内海、伊勢湾、東京湾等の中には、潮流が強いために浮体橋の適用性が低い水域もある。したがって、浮体橋を建設する場合には、対象水域の自然条件を十分考慮することが重要である。

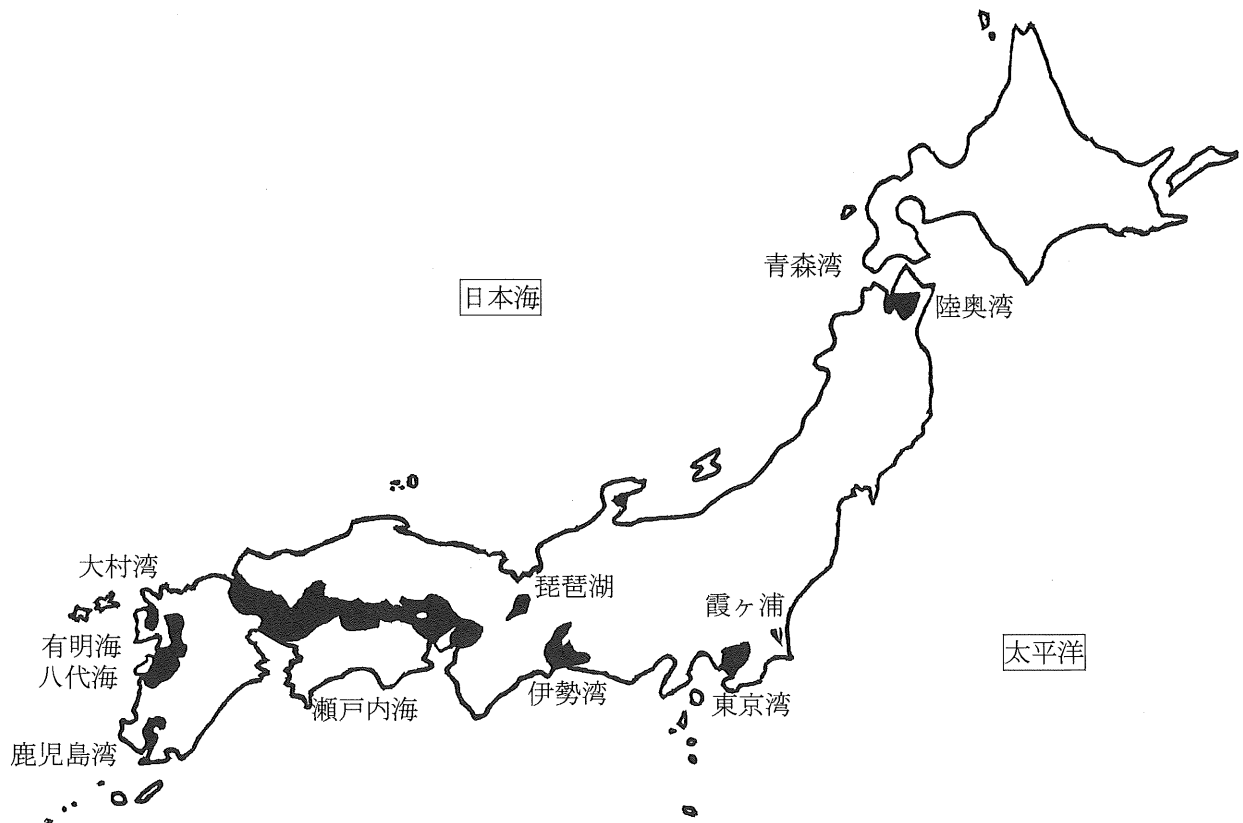


図-付 1.4.1 浮体橋の適用性の高い水域

ここで選定した水域以外の外海に面した自然条件の厳しい水域でも、防波堤や消波堤等の波浪低減設備を設け、浮体橋の構造が成立しかつ車両や歩行者等が橋梁を安全に通行できるレベルにまで波浪を低減することにより、浮体橋を建設することが可能である。波浪低減設備の設計に際しては、波浪条件、水の透過性、消波の必要性、静穏度、地盤条件等の設計条件を把握しかつ周辺環境への影響を考慮した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（日本港湾協会）等の基準に基づき、その配置方法を含めて適切な設計法を選定する必要がある。

出典

- 1) <http://robot-club.com/travel/cruise/curacao-Pages>
- 2) <http://www.aquamedia.at/templates/index.cfm/id/6255>
- 3) <http://www.trekearth.com/gallery/Europe/Italy/photo99411.htm>
- 4) http://www.automotive.tno.nl/docs/btw_2004_01.pdf
- 5) 東洋建設パンフレット
- 6) <http://home.comcast.net/~charliemac64/workfotos.htm>
- 7) 米国・ワシントン州運輸局提供
- 8) <http://www.parliament.tas.gov.au/history/fbr.htm>
- 9) <http://www.th.gov.bc.ca/WilliamRBennettBridge/>
- 10) 米国・ワシントン州運輸局提供
- 11) 佐賀県：海とロマン名護屋漁港
- 12) 日下理委員提供
- 13) 森内昭委員提供
- 14) http://hatzikyriakos.s5.com/galata_bridge.htm
- 15) Statens vegvesen: The crossroads of Nordmore
- 16) <http://www.aas-jakobsen.no>
- 17) <http://www.civl.port.ac.uk/britishsteel>
- 18) <http://www.osakacity.or.jp>