

ローリング式捺り構造ゲート

特許性に関する

# 国際予備報告

(PCT36条及びPCT規則70)

*TeraMatsu*

# 目次

	頁数
・ 国際予備報告 (Japanese)	3 頁
・ 明細書と請求の範囲 (Japanese)	18 頁
・ 図面 (Japanese)	16 頁

# 特許協力条約

PCT

特許性に関する国際予備報告 (特許協力条約第二章)

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]



出願人又は代理人 の書類記号 XT0212W001	今後の手続きについては、様式PCT/IPEA/416を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 2012/072416	国際出願日 (日.月.年) 04.09.2012	優先日 (日.月.年)
国際特許分類 (IPC) Int.Cl. E02B7/40(2006.01)i, E02B7/20(2006.01)i		
出願人 (氏名又は名称) 寺田 溥		

1. この報告書は、PCT35条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。  
法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。

3. この報告には次の附属物件も添付されている。

a.  (出願人及び国際事務局に送付される) 附属書類は全部で 3 ページである。

- 補正された、明細書、請求の範囲及び/又は図面の用紙及び/又はこの国際予備審査機関が許可した訂正を含む用紙 (差替えられ、又は取り消されたものを除く) 及び添付された書簡 (PCT規則 46.5, 66.8, 70.16, 91.2 及び実施細則第 607 号参照)
- この報告の作成開始時に、許可されていないか、この国際予備審査機関に通知されなかったために、国際予備審査機関によって考慮されなかった訂正を含む用紙及び添付された書簡 (PCT規則 66.4 の 2, 70.2(e), 70.16 及び 91.2)
- 第 I 欄 4. 及び補充欄に示したように、国際予備審査機関が、補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認めたか、又は、出願時における国際出願中の補正の根拠を表示する書簡が添付されていないと認めた差替え用紙によって差替えられた用紙及び添付された書簡 (PCT規則 70.16(b) 参照)

b.  (国際事務局にのみ送付される) 配列表に関する補充欄に示され、電子形式のみで提出された、配列表を含む電子媒体は全部で \_\_\_\_\_ (電子媒体の種類、数を示す)。

(実施細則附属書C第3の2段落参照)

4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- 第 I 欄 国際予備審査報告の基礎
- 第 II 欄 優先権
- 第 III 欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- 第 IV 欄 発明の単一性の欠如
- 第 V 欄 PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- 第 VI 欄 ある種の引用文献
- 第 VII 欄 国際出願の不備
- 第 VIII 欄 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 13.03.2013	国際予備審査報告を作成した日 11.06.2013		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 西田 秀彦	2 D	9 1 2 6
	電話番号 03-3581-1101 内線 3241		

第 I 欄 報告の基礎

1. 言語に関し、この予備審査報告は以下のものを基礎とした。

- 出願時の言語による国際出願
- 出願時の言語から次の目的のための言語である \_\_\_\_\_ 語に翻訳された、この国際出願の翻訳文
  - 国際調査 (PCT 規則 12.3(a) 及び 23.1(b))
  - 国際公開 (PCT 規則 12.4(a))
  - 国際予備審査 (PCT 規則 55.2(a) 及び / 又は 55.3(a) 及び (b))

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第 6 条 (PCT 14 条) の規定に基づく命令に応答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)

- 出願時の国際出願書類
- 明細書
  - 第 1-15 \_\_\_\_\_ ページ、出願時に提出されたもの
  - 第 \_\_\_\_\_ ページ\*、 \_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
  - 第 \_\_\_\_\_ ページ\*、 \_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
- 請求の範囲
  - 第 \_\_\_\_\_ 項、出願時に提出されたもの
  - 第 \_\_\_\_\_ 項\*、PCT 19 条の規定に基づき補正されたもの
  - 第 1-6 \_\_\_\_\_ 項\*、13.03.2013 付けで国際予備審査機関が受理したもの
  - 第 \_\_\_\_\_ 項\*、 \_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
- 図面
  - 第 1-30 \_\_\_\_\_ ページ/図、出願時に提出されたもの
  - 第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、 \_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
  - 第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、 \_\_\_\_\_ 付けで国際予備審査機関が受理したもの
- 配列表  
配列表に関する補充欄を参照すること。

3.  補正により、下記の書類が削除された。

- 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ
- 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項
- 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図
- 配列表 (具体的に記載すること) \_\_\_\_\_

4.  この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるか、又は、この報告に添付されかつ以下に示した補正に出願時における国際出願中の補正の根拠を表示する書簡が添付されていなかったため、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT 規則 70.2(c)、(c)の2))

- 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ
- 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項
- 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図
- 配列表 (具体的に記載すること) \_\_\_\_\_

5.  この報告は、PCT 規則 91 の規定により国際予備審査機関が許可した又は国際予備審査機関に通知された明らかな誤りの訂正を、

- 考慮に入れて作成した (PCT 規則 66.1(d)の2) 及び 70.2(e)。
- 考慮に入れずに作成した (PCT 規則 66.4の2) 及び 70.2(e)。

6.  この報告を作成するにあたり、補充国際調査機関である \_\_\_\_\_ から受領した補充国際調査報告を考慮した。(PCT 規則 45 の 2.8(b) 及び (c))

\* 4. に該当する場合、その用紙に "superseded" と記入されることがある。

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求項 1-6	有
	請求項	無
進歩性 (IS)	請求項 1-6	有
	請求項	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求項 1-6	有
	請求項	無

2. 文献及び説明 (PCT規則 70.7)

- 文献 1 : 日本国実用新案登録出願 47-71121 号(日本国実用新案登録出願公開 49-28641 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (大熊繁太郎) 1974. 03. 12, 第 1 頁第 1 4 行-第 3 頁第 1 5 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)
- 文献 2 : JP 58-181979 A (西田鉄工株式会社) 1983. 10. 24, 第 1, 2 図 (ファミリーなし)
- 文献 3 : 日本国実用新案登録出願 52-47466 号(日本国実用新案登録出願公開 53-141055 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (石川島播磨重工業株式会社) 1978. 11. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)
- 文献 4 : JP 2004-3211 A (清水建設株式会社) 2004. 01. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)
- 文献 5 : JP 2003-301442 A (石川島播磨重工業株式会社) 2003. 10. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)

請求項 1-6 に係る発明は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

## 明細書

## 発明の名称：水門

## 技術分野

[0001] 本発明は、流水や船舶の水路に設けられる水門に関する。水門は、高潮、津波、高水（本川から支川への逆流）、波浪、流木流入等に対応するものである。前記水門は、陸閘門も含む。

## 背景技術

- [0002] 高潮や津波などに対応するための大型の水門は、公知である。
- [0003] 特許文献 1 の水門は、薄肉閉断面の扉体（掀り構造）と、これを支える軸式支承とを備えるフラップゲートである。前記扉体は、軸式支承により基礎地盤に支えられているとともに、その軸を中心に回転運動する。
- [0004] 図 1 はフラップゲートの軸式支承の例を示す。図 1 a は側面図、図 1 b は、図 1 a の A - A 矢視断面図である。
- [0005] 6 は扉体（実線、全閉状態）、7 は扉体（点線、全開状態）、8 は支承台、9 は回転軸、10 はブラケットである。
- [0006] 扉体 6、7 は、溶接等で剛接されたブラケット 10 を介して回転軸 9 に接続される。支承台 8 は地盤上の基礎で支持される。
- [0007] 水門を使用していないとき、扉体（全開状態）7 は、点線で示すように水面下に水平状態で格納されている。使用時は、扉体（全開状態）7 は回転軸 9 を中心に回転して起立し、実線の扉体（全閉状態）6 の位置にくる。
- [0008] 図 2 は、掀り構造と曲げ構造の変形的特徴の違いの説明図である。図 2 a は曲げ構造を、図 2 b は掀り構造を示す。L は径間長を示す。
- [0009] 曲げ構造の変形的特徴は断面の平行移動である。これに対して、掀り構造の変形的特徴は断面の面内回転である。この回転中心は、断面の移動拘束点である軸式支承である。拘束点の有無により、掀り構造は曲げ構造と区別される。
- [0010] 断面が薄肉閉断面構造である場合に構造特性が著しく異なる。即ち、掀り

構造は(1)薄肉閉断面と(2)断面拘束により特徴付けられる。

[0011] 捩り構造は閉断面々積の自乗で荷重に抵抗するが、曲げ構造と軸力構造はそれぞれ部材の断面二次モーメントと軸力剛性で抵抗する。

[0012] 捩り構造の作用荷重は断面拘束点に伝達され、作用荷重と拘束点反力で形成される捩りモーメントが捩り剛性で径間端末に伝達されるが、曲げ構造と軸力構造の作用荷重はそれぞれ剪断剛性と軸力剛性で径間端末に伝達される。

[0013] 曲げ構造と軸力構造は3次元構造であるが、捩り構造は2.5次元構造と言える。

[0014] この様な構造上の相違から捩り構造は様々な利点を持ち、有利さは径間が増すに従い顕著になる。例えば、径間400m級の超大型水門の場合、扉体重量は他の構造形式の1/2～1/3以下である。低重量は低建設コストに繋がる。

#### 先行技術文献

#### 特許文献

[0015] 特許文献1：特開昭50-16334号公報

#### 非特許文献

[0016] 非特許文献1：寺田溥「捩り構造ゲートの解析方法」ダム工学Vol.7 No.1 97

非特許文献2：水門扉の大型化と高圧化に関する研究、寺田溥、学位論文、1996（東洋大学提出）

#### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0017] 捩り構造はコスト面で圧倒的利点を持つが、従来、水門への適用は軸式支承で地盤に固定されたフラップゲートに限られていた。この発明は、捩り構造を横移動式の防潮水門に適用することを可能にする。径間200m～600m級の超大型防潮水門にも適用できる。

[0018] この発明は、下記の課題について解決手段を開示し、捺り構造による防潮水門の実現に寄与しようとするものである。

課題 1 : 捺り構造防潮水門の横移動

課題 2 : レール基礎の不等沈下

課題 3 : 曲げ捺りの緩和

[0019] 課題 1 : 捺り構造防潮水門の横移動

この発明により実現する機能は、( 1 . 1 ) 自由な捺り変形、( 1 . 2 ) 全閉時の作用水圧支持、( 1 . 3 ) 移動時の作用水圧支持である。以下に各々の機能について説明する。

[0020] ( 1 . 1 ) 自由な捺り変形

捺り構造は、作用水圧や自重等の作用荷重により捺り変形が発生する。捺り中心線に曲がりがあると捺り構造が付加的曲げ変形を受けるので、中心線の直線性を維持して自由な捺り変形を可能にする。

[0021] ( 1 . 2 ) 全閉時の作用水圧支持

全閉時には最大水圧が作用し、捺り構造に捺り変形が発生する。この状態で作用水圧をローラからレールに確実に伝達する。

[0022] ( 1 . 3 ) 移動時の作用水圧支持

開閉操作条件に見合った水圧が作用した状態で横移動が行われる。ローラのレール乗り上げ無しに横移動を行う。

[0023] 課題 2 : レール基礎の不等沈下

捺り構造防潮水門の横移動のためにレールを用いるが、水門の竣工後において基礎地盤の不等沈下によりレールの基礎が変形する可能性がある。このレール基礎の不等沈下が生じたときでも、横移動を可能にする。

[0024] 課題 3 : 曲げ捺りの緩和

構造物の捺りには単純捺りと曲げ捺りがある。単純捺りでは単純捺りモーメントが発生して断面に単純捺り剪断応力が発生するが、曲げ捺りでは曲げ捺りモーメントが発生して単純捺り剪断応力に曲げ捺り剪断応力が加算される。単純捺り剪断応力は断面内一様に分布するが曲げ捺り剪断応力は断面内

で大きく波打つので、両者を合計した応力の最大値が上昇する。

[0025] 振り構造の水門は曲げ振りが発生して断面応力が大幅に上昇する。図3乃至図11は計算例である。図3の門扉の単純振りが図4、曲げ振りが図5である。図6の門扉の単純振りが図7、曲げ振りが図8である。図9の門扉の単純振りが図10、曲げ振りが図11である。

[0026] 曲げ振りモーメントは絶対値が小さくて振りモーメント伝達の貢献度が低いので、曲げ振りの緩和は振り構造のコスト削減に繋がる。

#### 課題を解決するための手段

[0027] コスト的に優れた振り構造体を使用した横移動方式の開閉式水門を実現するために、水門扉としての振り構造体と、レールと、拘束点として機能するとともに、レールに従って移動する複数の軸式支承とを備える水門を提供する。軸式支承はローラを含み、レールの頭部の断面形状を凸状円弧とし、ローラの踏面の断面形状をレールの頭部の凸状円弧の半径に対応する半径の凹状円弧とする。嵌合により両者は軸式支承として作用する。

[0028] または、レールの頭部を挟みこむように配置されている複数のローラを備える。

#### 図面の簡単な説明

[0029] [図1]フラップゲートの軸式支承の例である。

[図2]振り構造と曲げ構造の変形的特徴の違いの説明図である。

[図3]門扉の例である。

[図4]図3の例の単純振りである。

[図5]図3の例の曲げ振りである。

[図6]門扉の他の例である。

[図7]図6の例の単純振りである。

[図8]図6の例の曲げ振りである。

[図9]門扉の他の例である。

[図10]図9の例の単純振りである。

[図11]図9の例の曲げ振りである。

- [図12]横移動方式の開閉式防潮水門である。
- [図13]捺り構造の説明図である。
- [図14]図 1 3 の薄肉閉断面と断面拘束点の詳細である。
- [図15]実施例 1 の軸式支承の説明図である。
- [図16]実施例 1 の軸式支承の説明図である。
- [図17]実施例 1 の軸式支承の説明図である。
- [図18]実施例 2 の軸式支承の説明図である。
- [図19]実施例 3 のレール基礎の不等沈下及び捺り構造体分割の効果の説明図である。
- [図20]実施例 3 の継ぎ手の説明図である。
- [図21]反りの低減方法の効果説明に必要な  $s$  座標の説明図である。
- [図22]実施例 4 の箱型薄肉閉断面の説明図である。
- [図23]実施例 4 の反り関数 と曲げ捺り剪断流の計算結果の説明図である。
- [図24]実施例 4 の反り関数 と曲げ捺り剪断流の計算結果の説明図である。
- [図25]実施例 4 の反り関数 と曲げ捺り剪断流の計算結果の説明図である。
- [図26]実施例 4 の反り関数 と曲げ捺り剪断流の計算結果の説明図である。
- [図27]図 2 3 乃至図 2 6 の結果をまとめた説明図である。
- [図28]実施例 4 のレンズ型薄肉閉断面の説明図である。
- [図29]図 2 8 のレンズ型薄肉断面の反り関数と曲げ捺り剪断流の説明図である。
- [図30]図 2 8 のレンズ型薄肉断面の板厚の説明図である。

## 発明を実施するための形態

### 実施例1

- [0030] 図 1 2 は、横移動方式の開閉式防潮水門を示す。図 1 2 は防潮水門の海洋側から見た水門の左半分を表す。

図 1 2 a は平面図である。図 1 2 b は正面図である。

- [0031] 1 は全閉状態の水門扉を示す。2 は全開状態の水門扉である。図 1 2 の水門は 1 又は 2 いずれかの状態をとる。

- [0032] 3は格納ドック、4はレール基礎、5は防潮水門の中心線である。100は、水門扉1（以下「捩り構造体1」と記すことがある）の拘束点として機能するとともに、後述のレールに従って移動する軸式支承である。軸式支承100は水門扉の下部に多数設けられている。多数の軸式支承100はレールの配置に合わせて設けられている（例えば直線状）。軸式支承の構造については図15乃至図18及びこれらの説明を参照されたい。
- [0033] 全開状態の水門扉2は格納ドック3に格納されている。使用時に、全閉状態の水門扉1の位置に横移動される。
- [0034] 図12のレール基礎4はコンクリートと鋼の合成構造であり、造船ドック等で一体構造として建造され、現地に曳航して沈設される。竣工後の基礎地盤の不等沈下によりレール基礎4が変形する可能性がある。変形は、（1）直線状態での不等傾斜、又は、（2）凹凸変形である。（1）は格納ドック3内のレール調整で対応する。（2）の影響でローラの片当たりによるローラ荷重の増加が予想されるが、ローラ機能の喪失を回避する必要がある（実施例3参照）。
- [0035] 本実施例における捩り構造を定義する。  
図13は捩り構造を表す。図13aは正面図、図13bはA矢視図、図13b1は変形前、図13b2は変形後の捩り構造を示す。
- [0036] Lは捩り構造の径間長である。11が薄肉閉断面、12が断面拘束点（軸式支承100の回転軸）である。正面図aのL両端の実直線とそれに挟まれた点線が薄肉閉断面11の断面位置を示し、断面拘束点12が最寄り断面の面内変位の拘束点を示す。
- [0037] 図13b1の点線は変形前の捩り構造の薄肉閉断面11の断面位置における断面形状を示している。作用荷重による変形が無いので、各断面は直立状態にある。
- [0038] 図13b2の点線は変形後の捩り構造の薄肉閉断面11の断面位置における断面形状を示している。各断面はそれぞれの断面拘束点12を中心に回転し、薄肉閉断面11は捩り変形状態にある。捩り構造体1の両端は固定さ

れているので変形しない。

- [0039] 図14は、図13の薄肉閉断面11と断面拘束点12の詳細を示す。図13と同一又は相当部分については同一符号を付し、その説明は省略する(以下同様)。
- [0040] 図14aは正面図、図14bはA矢視断面図である。図14b1は変形前、図14b2は変形後を示す。
- [0041] 13は、捩り構造体1を構成する部材の断面(以下「薄肉」と記すことがある)である。
- [0042] 図14b1のように、作用荷重による変形が無い状態では、薄肉閉断面11は直立状態にある。薄肉閉断面11は連続して閉じた状態の薄肉13で形成される。
- [0043] 捩り構造体1に荷重が作用すると、図14b2のように変形する。薄肉閉断面11は断面拘束点12を中心に回転した状態にある。
- [0044] 断面拘束点12は同図に示す断面の面内平行移動を拘束しているだけで、回転変位は拘束していない。
- [0045] 本明細書の「捩り構造」とは、連続して閉じた状態の薄肉13で構成された薄肉閉断面11と、その断面の面内平行移動を拘束する断面拘束点12で特徴付けられる構造物である。
- [0046] 実施例1の軸式支承100について図15乃至図17を参照して説明する。図15及び図16において、14はレール、15はレール頭円弧、16はレール頭中心、17はローラ、18はローラ中心線、19はローラの軸心、20はローラ踏み面円弧である。
- [0047] レール基礎4で支持されたレール14の頭は、レール頭中心16を中心とする円弧15である。ローラ17の踏み面は、レール頭円弧15に適応した半径の円弧20である。ローラ17は、その軸心19を通じて水門扉1(捩り構造体1)に固定されている。
- [0048] レール頭円弧15とローラ踏み面円弧20の公称半径は同一であるが、ロ

ーラ 17 の横移動時のレール 14 とローラ 17 の円滑な嵌合を実現する為に、両半径に適切な差を設ける必要がある。「適応した半径」とは適切に差を設けた半径のことである。

[0049] 図 15 a は変形前、図 15 b は変形後を示す。図 15 b では、水門扉 1 が荷重を受けて捩り変形し、拘束点 16 を中心に回転した状態を示す。21 はローラ荷重を示し、22 はローラ 17 とレール 14 の接触面を示す。ローラ 17 とレール 14 の接触部分が弾性変形して接触面 22 が形成される。

[0050] ローラ 17 はレール頭中心 16 を中心に回転するので、水門扉 1 は、捩れ中心の直線性が維持されて付加的曲げ変形を受けることなく、自由な捩り変形が可能である（前述の課題「(1.1) 自由な捩り変形」に対応）。

[0051] ローラ荷重 21 は、その方向がレール頭中心 16 を向いているので、ローラ 17 とレール 14 の接触面 22 を通して確実にレール 14 に伝達される（前述の課題「(1.2) 全閉時の作用水圧支持」に対応）。

[0052] 水門扉 1 が荷重を受けて横移動時における、ローラ 17 のレール 14 への乗り上げについて、図 16 及び図 17 を参照して説明する。

[0053] 図 16 において、23 は接触面 22 の接線である。は、ローラ中心線 18 とローラ荷重 21 の作る角度である。

[0054] 図 16 a は  $\theta = 0$  度、図 16 b は  $\theta = 45$  度、図 16 c は  $\theta = 90$  度の状態を示す。

[0055] 接触面 22 の中心を含むローラ 17 の回転面はローラ中心線 18 とレール頭中心 16 を含む断面と平行である。

[0056] ローラ 18 のレール 14 への乗り上げ力は、ローラ 17 の回転に伴う回転面上の点移動の下方成分による接触面 22 の摩擦力である。この摩擦力は式 (1) で与えられる。一方、乗り上げ防止力はローラ荷重 21 のローラ中心線 18 方向の成分であり、式 (2) で与えられる。

$$\text{摩擦力} = \text{ローラ荷重} \times \cos(90 - \theta) \times \text{接触面の摩擦係数} \quad (1)$$

$$\text{乗り上げ防止力} = \text{ローラ荷重} \times \sin(90 - \theta) \quad (2)$$

[0057] 図 17 は、ローラ荷重 = 1000 tf、接触面の摩擦係数 = 1 として、図

16 a ~ 図 16 c ケースについて摩擦力と乗り上げ防止力を式 ( 1 ) および ( 2 ) により試算した結果である。

[0058] この結果から明らかな如く、  $\theta$  が 45 度より小さければローラ 17 のレール 14 への乗り上げは発生しない。

[0059] 水中で水潤滑が期待できる接触面 22 の摩擦係数は試算での値の 10 % 以下である可能性がある。ローラ荷重 22 の方向は  $\theta = 45$  度よりもはるかにローラ中心線 18 に近い可能性もある。したがって、開閉操作条件に見合った水圧が作用した状態でローラがレールに乗り上げることなく横移動できる可能性が高い ( 前述の課題「 ( 1 . 3 ) 移動時の作用水圧支持」に対応 )。

### 実施例2

[0060] 実施例 2 について図 18 を参照して説明する。25 は移動時荷重を示す。図 18 a に示すように、この実施例のローラ 17 はひとつの箇所にも複数 ( 2 つ ) 設けられている。これらはレール 14 の頭部 15 を挟みこむように配置されている。これらローラ 17 は互いに異なる複数方向を向いている。これらローラ 17 の総て軸心 19 が水門扉 1 に固定されている。

[0061] 図 18 b は、移動時荷重 25 と複数方向のローラ荷重 21 の力の釣り合い関係を示す。

[0062] 図 18 において総てのローラ 17 のローラ荷重 21 がレール頭中心 16 に向かっていると同時に、接触面の接線 23 はローラ中心線 18 と直角に交わっている。このため、移動時荷重 25 が作用した状態でも、ローラ 17 がレール 14 に乗り上げることなく横移動できる ( 前述の課題「 ( 1 . 3 ) 移動時の作用水圧支持」に対応 )。

### 実施例3

[0063] 実施例 3 について図 19 及び図 20 を参照して説明する。

図 19 a はレール基礎 4 に不等沈下が無い状態を示し、図 19 b は不等沈下で凹変形した状態を示す。図 19 c は、2 分割した水門扉 1 の不等沈下への対応の状況を示す。

[0064] 複数のローラ 17 は、通常、レール 14 上にあるが、不等沈下が生じると

浮き上がり状態になる。それらを白抜きで示した。

- [0065] 図19 aの不等沈下が無い状態では、ローラ17は総てレール14の上  
あり、概ね等分の荷重を分担している。
- [0066] 図19 bの不等沈下で凹変形した状態では、ローラ17は水門扉1の両端  
2個のみがレール14上にあつて、そのローラ荷重は図19 aよりも増加す  
る。図の例では約5倍になる。
- [0067] そこで水門扉1をその長手方向で分割してレールへの追従性を良くする  
ことを考える。図19 cの2分割した状態では、各分割ブロックでローラ1  
7はその両端2個がレール14上にあるので、不等沈下で凹変形した図19  
bの状態よりも少なくなる（図の例では約2.5倍となり、図19 bの半分  
になる）。
- [0068] 分割数は、予想される不等沈下量、ローラ個数、ローラ強度等のローラの  
安全に関わる条件に応じて適切な数を選ぶ。これにより不等沈下によるロー  
ラ機能の喪失を回避することができる。扉体分割は構造コストの増加要因と  
なるので、分割数は最小限が望ましい。
- [0069] 図20は、水門扉1を分割した場合に、分割された部分同士をつないで捩  
りモーメントを伝達する継ぎ手の説明図である。図20 aは正面図、図20  
bはA矢視断面図、図20 cはB矢視断面図である。  
26は分割面、27は捩りモーメント伝達棒、28は捩りモーメント受け  
孔、29は偶力である。
- [0070] 捩りモーメント伝達棒27は分割面26右側の水門扉1 Rに固定されて  
いる。その先端は分割面26の左側の水門扉1 Lに嵌合している。分割面2  
6の右側の水門扉1 Rの捩りモーメントは、捩りモーメント伝達棒27を通  
して分割面26の左側の水門扉1 Lに伝達される。
- [0071] 捩りモーメント伝達棒27の先端は捩りモーメント受け孔28と勘合状  
態にある。捩りモーメントは、偶力29の形で捩りモーメント伝達棒27の  
先端から捩りモーメント受け孔28の側壁に伝達される。捩りモーメント伝  
達棒27と捩りモーメント受け孔28はレール基礎14の不等沈下に追従

するためにそれぞれ異なった動きをする。これに対応して、モーメント受け孔 2 8 は縦長とする。捩りモーメント伝達棒 2 7 先端と捩りモーメント受け孔 2 8 との嵌合は、十分な長さの余裕を持たせる必要がある。

[0072] 分割面 2 6 の捩りモーメントを伝達する継ぎ手構造は多くの選択肢があるが、伝達は総て偶力の形で行われる。

[0073] 相対する分割面 2 6 の水密方法は別に工夫が必要である。

分割ブロックの移動時、全閉時、格納時において、相対する分割面 2 6 の間隔を維持する必要がある。維持方法は牽引方式、プッシュ方式、自走式、その他など公知の横移動方法により異なる。分割の数は任意であるが、少ないほうがコスト的に有利である。

#### 実施例4

[0074] 捩り構造における反りの低減手段について、図 2 1 ~ 図 2 2 を参照して説明する。

[0075] 図 2 1 は、前記反りの低減方法の効果説明に必要な  $s$  座標を示している。既に表示された要素と同一又は相当する部分については同一符号を付し、その説明は省略する。

[0076] 3 0 は、薄肉閉断面 1 1 の中心線に沿って設定した  $s$  座標である。3 1 は、 $s$  座標 3 0 のプラス方向を示す。3 2 は、薄肉閉断面 1 1 の剪断中心である。

[0077]  $ds$  は、 $s$  座標 3 0 上の微小距離  $ds$  である。 $t$  は、 $ds$  における板厚である。3 5 は、 $ds$  の接線である。 $rs$  は、剪断中心 3 2 から接線 3 5 到下した垂線の長さである。

[0078] 薄肉閉断面 1 1 の反りは、式 ( 3 ) の関数 で表される。式 ( 3 ) に含まれる  $A_s$  は薄肉閉断面 1 1 の面積である。 $0$  は、周積分の出発点における  $\theta$  の値 ( 反り常数 ) であり、これは式 ( 4 ) で表すことができる。式 ( 3 ) と ( 4 ) の積分は総て  $s$  座標 3 0 の上で行う。

[数1]

$$\Psi = \Psi_0 - \int_0^s r_s ds + 2A_s \int_0^s \frac{1}{t} ds \div \oint \frac{ds}{t} \quad \dots\dots(3)$$

$$\Psi_0 = \left( \oint t \int_0^s r_s ds ds - 2A_s \div \oint \frac{ds}{t} \oint t \int_0^s \frac{1}{t} ds ds \right) \div \oint t ds \quad \dots\dots(4)$$

[0079]  $t$  は、「薄肉閉断面上の任意点の板厚」である。 $r_s$  は、「その点の接線に薄肉閉断面の剪断中心から下ろした垂線の長さ」である。

[0080] (薄肉閉断面上の任意点の板厚) × (その点の接線に薄肉閉断面の剪断中心から下ろした垂線の長さ) の値は、一定値である。

$$t \times r_s = \text{断面毎に一定値} = C \quad (5)$$

[0081] (5) を (3) と (4) に代入して積分を実行すると、 $\Psi$  と  $\Psi_0$  は共に零になる。反り関数  $\Psi$  と反り常数  $\Psi_0$  が零であれば断面の反りが零であるので、反りに比例する垂直応力も零であり、これと釣り合う曲げ捩り剪断応力も零である。即ち、曲げ捩りの緩和が実現する(課題3)。

[0082] 具体的な形状を取り上げて、この実施例の反りの低減手段の効果を説明する。

[0083] (1) 箱型形状

図22の左側は箱型薄肉閉断面を示し、同右側はその具体的な寸法を示す。

既に示された要素と同一又は相当する部分については同一符号を付し、その説明は省略する。

[0084]  $L_f$  は、フランジ半巾である。 $L_w$  は、ウエップ半巾である。 $t_f$  は、フランジ板厚である。 $t_w$  は、ウエップ板厚である。

[0085] 剪断中心32が図心と一致しているので、反り0の条件式(5)は、式(6)のようになる。

$$t_f = t_w \times L_w \div L_f \quad (6)$$

[0086] 図22の右側の $L_f$ 、 $L_w$ 、 $t_w$ に基づき式(6)で $t_f$ を求めると、 $t$

f は約 12.4 mm と算出される。

- [0087] 図 23 ~ 図 26 は、 $t_f$  の値を  $t_f = 34$  mm から 12.4 mm まで変化させたときの反り関数 と曲げ捩り剪断流の計算結果を示す。
- [0088] 図 23 では  $t_f = 34$  mm、図 24 では  $t_f = 16$  mm、図 25 では  $t_f = 14$  mm、図 26 では  $t_f = 12.4$  mm である。
- [0089]  $t_f = 12.4$  mm に近づくに従って、反り関数 と共に曲げ捩り剪断流が 0 に近づいていく。曲げ捩り剪断流は曲げ捩りモーメントによる剪断応力の分布を示している。
- [0090] 図 27 は、 $t_f$  の値を 34 mm から 12.4 mm まで mm 単位で減じた場合において、反り常数  $\theta_0$ 、曲げ捩り剪断流常数  $q_w 0$ 、曲げ捩り断面係数  $C b d$ 、及び、捩り断面係数  $J t$  の計算結果を、 $t_f = 34$  mm の場合を 100 として % 表示したものである。横軸は  $t_f$  である。
- [0091] 反り量と曲げ捩り剪断応力の大きさに関わる  $\theta_0$  と  $q_w 0$  が、反り 0 の点に向かって急激に減少して行く。 $C b d$  と  $J t$  も減少する。 $J t$  減少の影響は重大である。 $J t$  は変形抑制の主役であり、その減少は変形の増加に繋がりに、 $(\text{応力}) = (\text{形状係数}) \times (\text{変形量}) \times (\text{ばね常数})$  の関係から反り (形状係数) の低減効果を帳消しにしかねない。 $J t$  は、断面の形状変更で補強することができる。
- [0092] 例えば、 $L_f$  の増加で自重低減が実現できる。反り = 0 で理論自重は極小になるが、最適設計に於ける反り低減の目的はコストの削減である。コストの構成要因は材料費、加工費、運搬費、現地建設費、等々様々であり、必ずしも自重最小がコスト最小に繋がらない。例えば、応力増加部分に特注板厚の高強度材をはめ込んで最小重量を維持する選択肢がある。しかし、材料費と加工費が上昇するので、自重を増して材料強度を維持する案がコスト的に有利かも知れない。
- [0093] 断面応力として、捩り、曲げ捩り、反り、曲げ等構造物の全体変形で発生する応力を対象とした。しかし、作用水圧による扉板や防撓材の曲げ、支承部や支持端に作用する支持反力による局部曲げなど、局部応力にも対応する

必要がある。このため、反り0で計画された構造が最小自重である保証はない。現実的には、複数計画案からの最良案選択が最適設計を得る常套手段であるから、最適設計に於ける選択は反り0条件への接近線とJt補強を目的とする形状変更線で作られた面状範囲が対象となる。この考え方が、この発明として、(薄肉閉断面上の任意点の板厚)×(その点の接線に薄肉閉断面の剪断中心から下ろした垂線の長さ)の値を最適設計から求められる範囲の一定値近くに維持したこととした背景である。最適設計とは、反り0を近似的に満たしつつ、主に、コストの点で有利な設計である。

[0094] (2) レンズ型断面

図28は、レンズ型薄肉閉断面を示す。

Hgはレンズ扉高である。rは薄肉半径である。は薄肉角度である。tは薄肉板厚である。sは剪断中心である。iとoはいずれも薄肉半径rの中心である。

[0095] 剪断中心sが図心と一致しているので、反り0の条件式(5)は、式(7)のようになる。

$$\left( \right) = (r - L(s, i)) \div (r - L(s, i) \times \cos(\ )) \quad (7)$$

( )は、薄肉板厚tに対する反り0条件板厚の比率である。は、薄肉半径rが線分oiと作る角度であり、0である。L(s, i)は線分siである。

[0096] 図29は、図28のレンズ型薄肉断面の反り関数と曲げ捩り剪断流である。反り量と垂直応力の分布は反り関数に比例し、曲げ捩り剪断応力の分布は曲げ捩り剪断流のグラフに比例する。

[0097] 図30の右側は、11箇所(11個の )について式(7)で算出したレンズ型薄肉断面の板厚を示す。レンズ型薄肉断面の板厚を図30のようにすれば、曲げ捩りは取り除かれ、図29の剪断流と反りは消滅する。(課題3)

符号の説明

- [0098] 1 水門扉（捺り構造体）
  - 1 R 分割された右側水門扉（第1部分）
  - 1 L 分割された左側水門扉（第2部分）
- 1 4 レール
- 1 5 レールの頭部（凸状円弧）
- 1 7 ローラ
- 2 0 ローラの摺動部（凹状円弧）
- 2 7 捺りモーメント伝達棒（継手）
- 2 8 捺りモーメント受け孔（継手）
- 1 0 0 軸式支承

### 請求の範囲

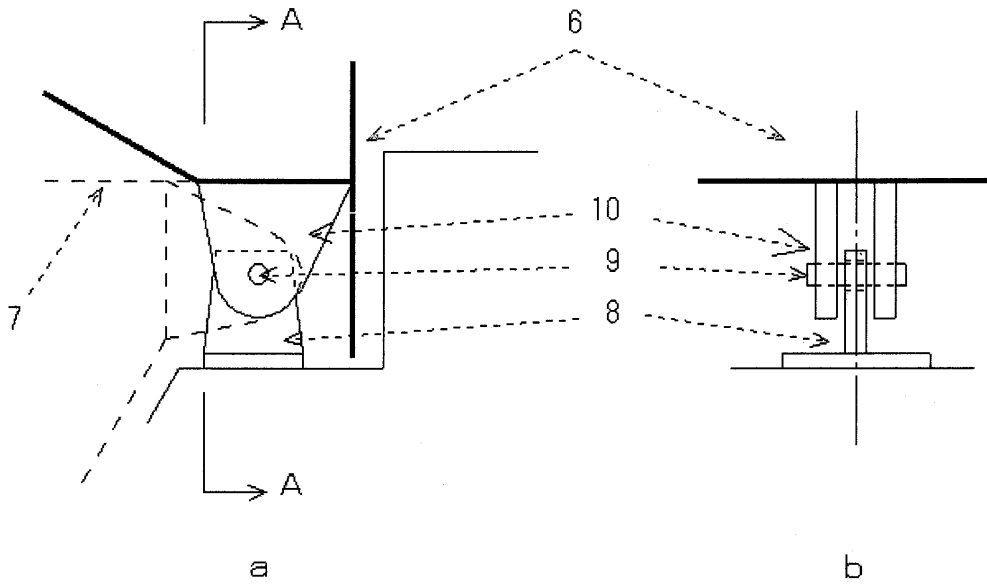
- [請求項1] 流水や船舶の水路を横切る方向に設けられる水門において、  
前記水路を横切る方向に設けられ、薄肉で形成された閉断面を有する構造体であって、前記閉断面の拘束点を中心として前記閉断面の面内において回転するように構成され、作用する荷重と前記拘束点の反力により形成される捩りモーメントが振り剛性で前記構造体の端末に伝達される捩り構造体と、  
前記水路を横切る方向に設けられたレールと、  
前記拘束点として機能するとともに、前記レールに従って移動する複数の軸式支承とを備え、  
前記レールの頭部の断面形状は180。以上の凸状円弧であり、  
前記軸式支承は前記頭部を回転して移動するローラであり、  
前記ローラの踏面の断面形状が前記レールの頭部の前記凸状円弧の半径に対応する半径の略180。の凹状円弧であることを特徴とする水門。
- [請求項2] 流水や船舶の水路を横切る方向に設けられる水門において、  
前記水路を横切る方向に設けられ、薄肉で形成された閉断面を有する構造体であって、前記閉断面の拘束点を中心として前記閉断面の面内において回転するように構成され、作用する荷重と前記拘束点の反力により形成される捩りモーメントが振り剛性で前記構造体の端末に伝達される捩り構造体と、  
前記水路を横切る方向に設けられたレールと、  
前記拘束点として機能するとともに、前記レールに従って移動する複数の軸式支承とを備え、  
前記レールの頭部の断面形状は180。以上の凸状円弧であり、  
前記軸式支承は前記頭部を回転して移動する複数のローラであり、  
前記複数のローラは、前記レールの頭部を挟みこむように配置されていることを特徴とする水門。

- [請求項3] 前記捩り構造体の前記閉断面上の任意の点において、その点の板厚  $t$  とその点の接線に前記閉断面の剪断中心から下ろした垂線の長さ  $r$  との積が、一定値又は予め定められた範囲内となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の水門。
- [請求項4] 前記捩り構造体の前記閉断面は箱型であり、  
前記箱型閉断面のフランジ半巾を  $L_f$ 、ウエップ半巾を  $L_w$ 、フランジ板厚  $t_f$ 、ウエップ板厚  $t_w$  として、  
 $t_f$  が、 $t_w \times L_w \div L_f$  よりも大きく、かつ、 $t_w$  よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の水門。
- [請求項5] 前記捩り構造体の前記閉断面は凸レンズ型であり、  
前記凸レンズ型閉断面において、前記凸レンズ断面両面の薄肉の半径をそれぞれ  $r$ 、前記半径中心をそれぞれ  $i$  と  $o$ 、前記  $i$  と  $o$  を結ぶ線分  $L(s, i)$ 、前記凸レンズ断面の薄肉の任意の点と前記  $i$  又は  $o$  を結ぶ線分が前記線分  $s_i$  となす角度を  $\theta$  とし、角度  $\theta$  に応じた板厚の比率  $(\theta)$  が次式で与えられ、  
$$(\theta) = (r - L(s, i)) \div (r - L(s, i) \times \cos(\theta))$$
  
前記板厚の比率  $(\theta)$  に従って、前記凸レンズ型閉断面の厚みが端部へ行くに従って薄くなるように設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の水門。
- [請求項6] 前記捩り構造体は、前記水路の一部を遮る第 1 部分と前記水路の他の部分の少なくとも一部を遮る第 2 部分に分割され、  
前記第 1 部分と前記第 2 部分は、捩りモーメントを伝達する継ぎ手で連結されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 いずれかに記載の水門。

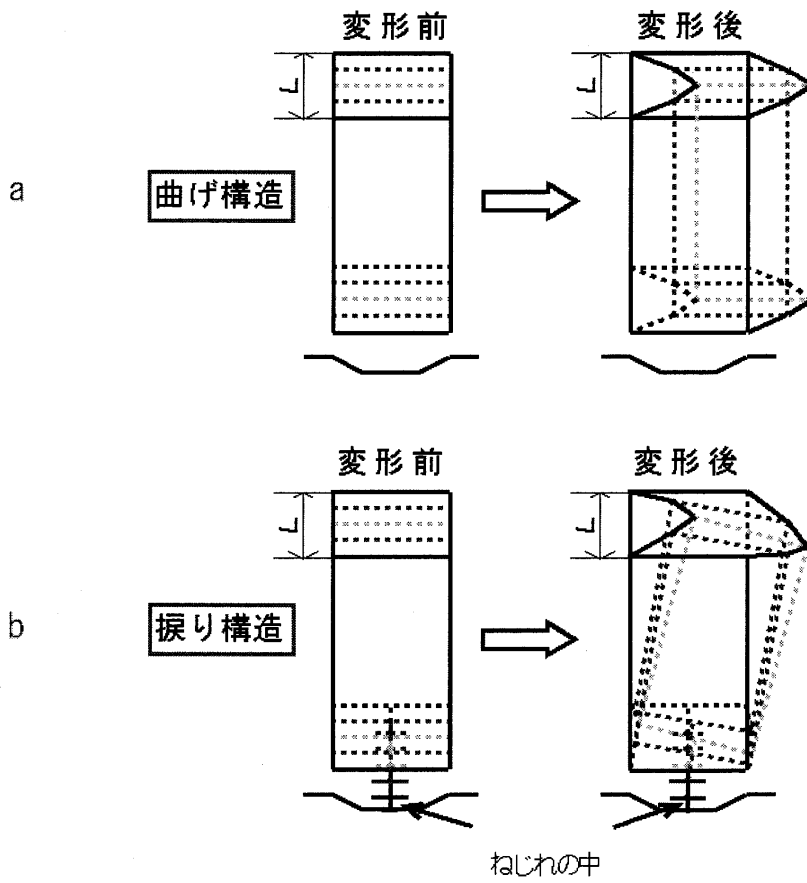
## 要約書

コスト的に優れた捩り構造体を使用した横移動方式の開閉式水門を実現する。水路を横切る方向に設けられ、薄肉で形成された閉断面を有する構造体であって、前記閉断面の拘束点を中心として前記閉断面の面内において回転するように構成され、作用する荷重と前記拘束点の反力により形成される捩りモーメントが捩り剛性で前記構造体の端末に伝達される捩り構造体と、水路を横切る方向に設けられたレールと、拘束点として機能するとともに、レールに従って移動する複数の軸式支承とを備える。

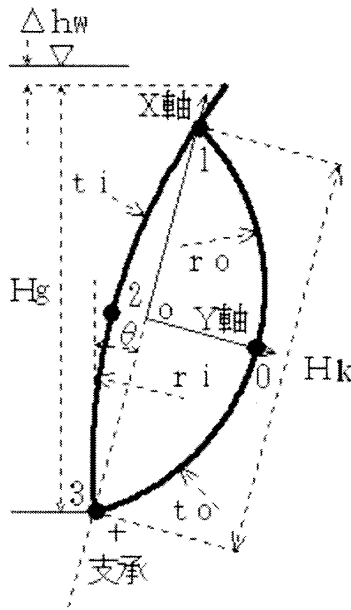
[図1]



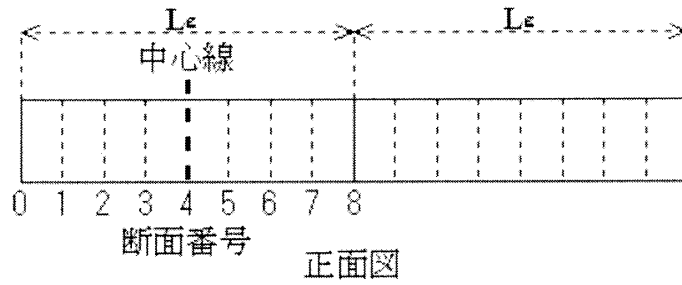
[図2]



[図3]

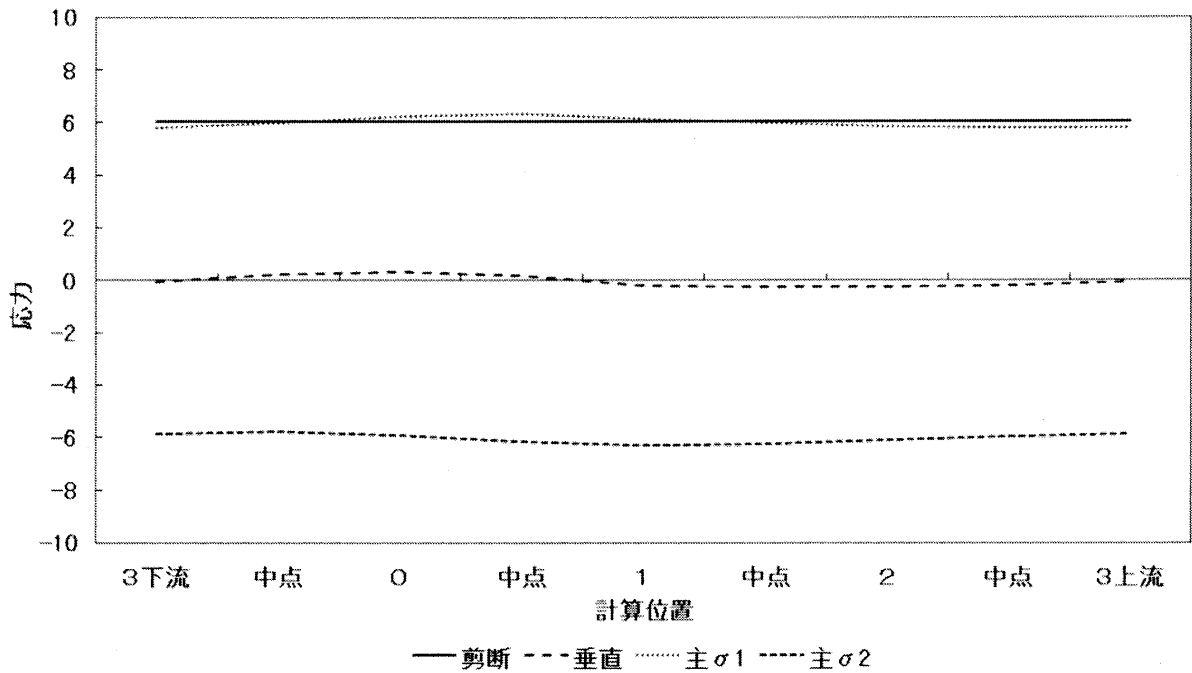


項目	扉高	扉巾	断面					越流水深	支承		傾斜角度	
			Hk	ro	ri	to	ti		位置	数		
記号	Hg	Lg	Hk	ro	ri	to	ti	$\Delta hw$	Lpy	Lpx	n	$\theta$
値	6400	25000	6000	3480	9000	20	20	300	391	3208	9	15
単位	mm											

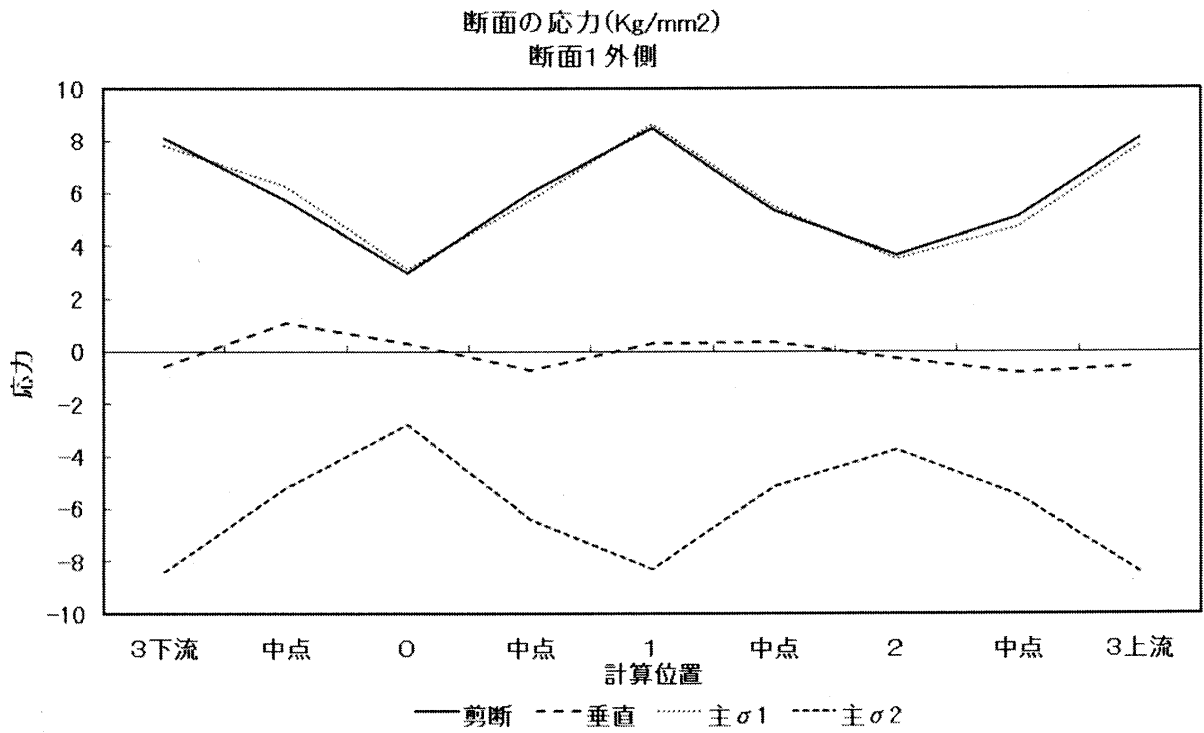


[図4]

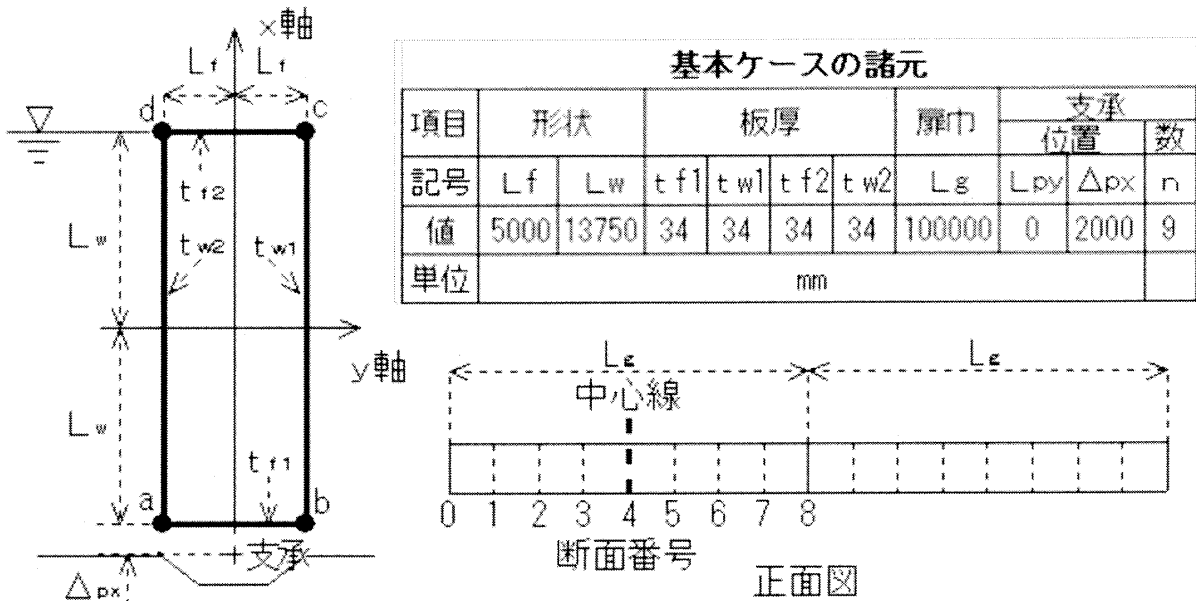
断面の応力(Kg/mm<sup>2</sup>)  
断面1外側



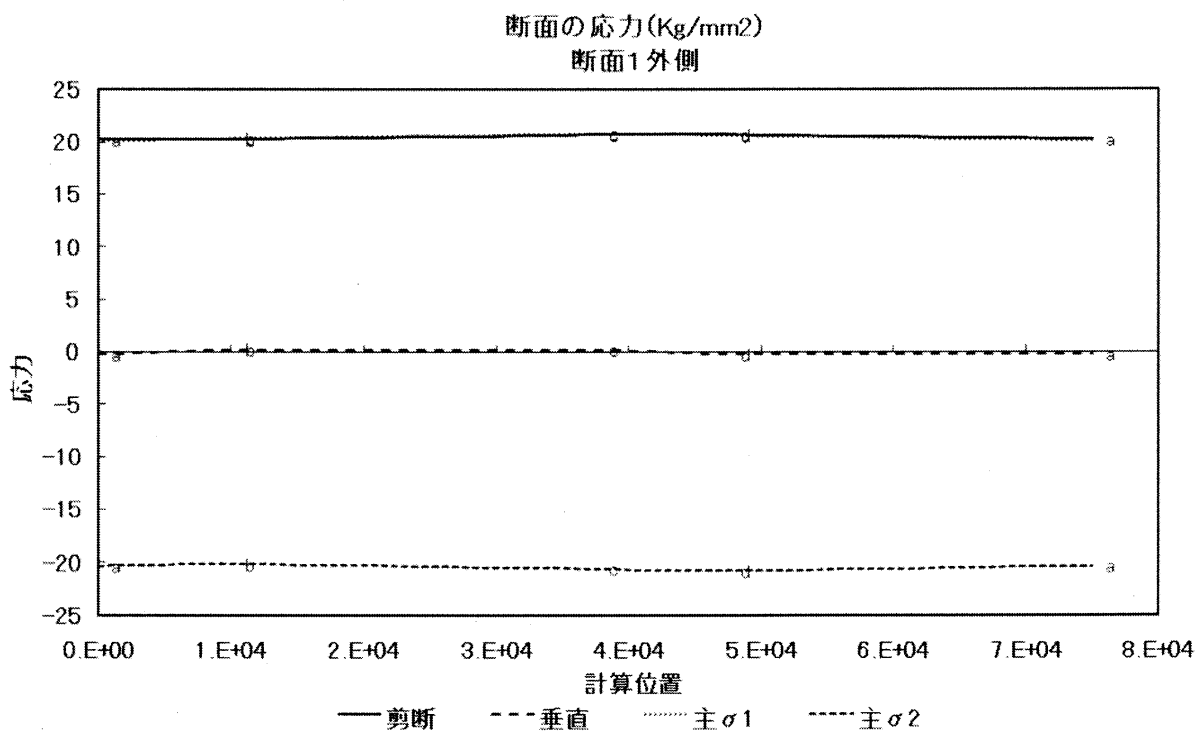
[図5]



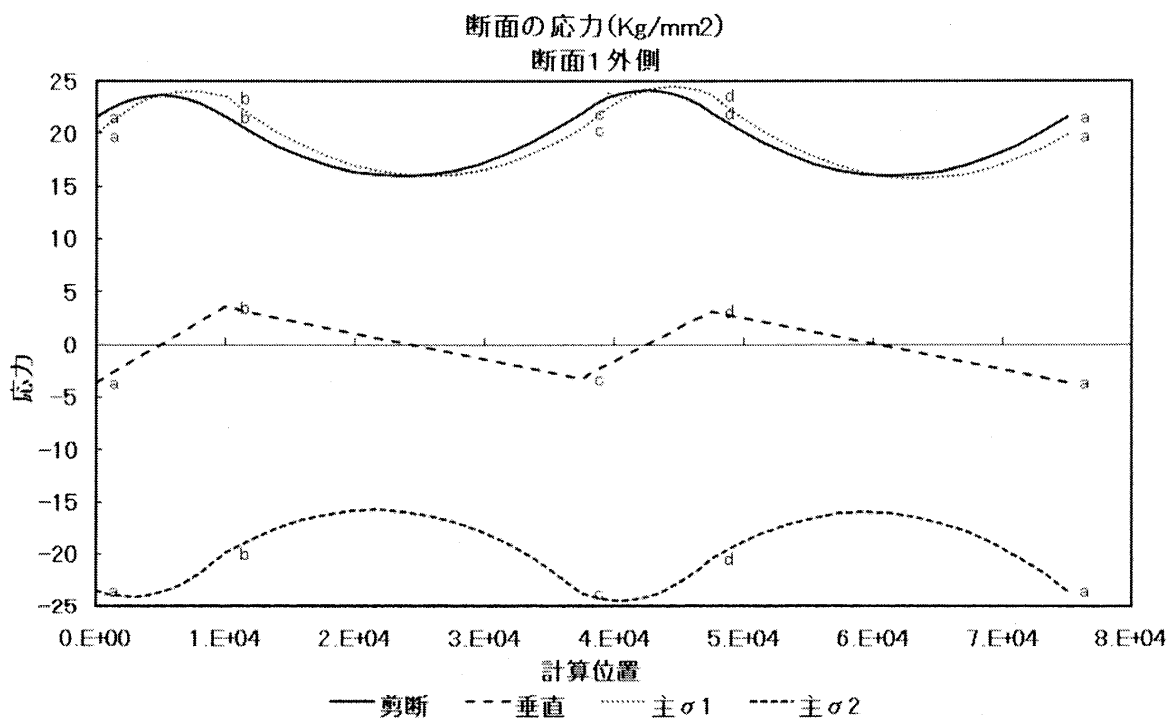
[図6]



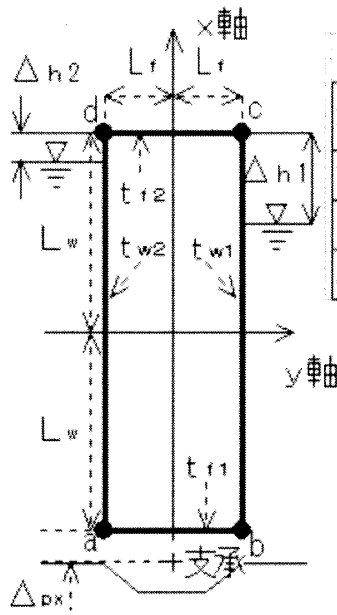
[図7]



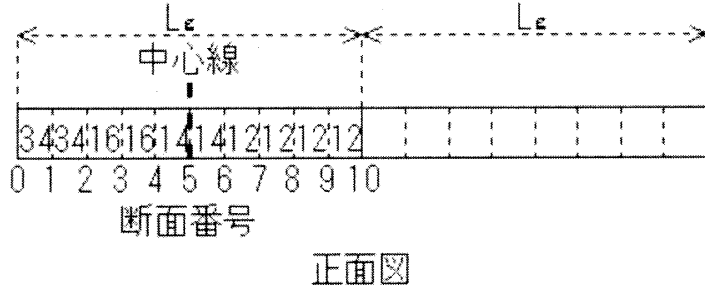
[図8]



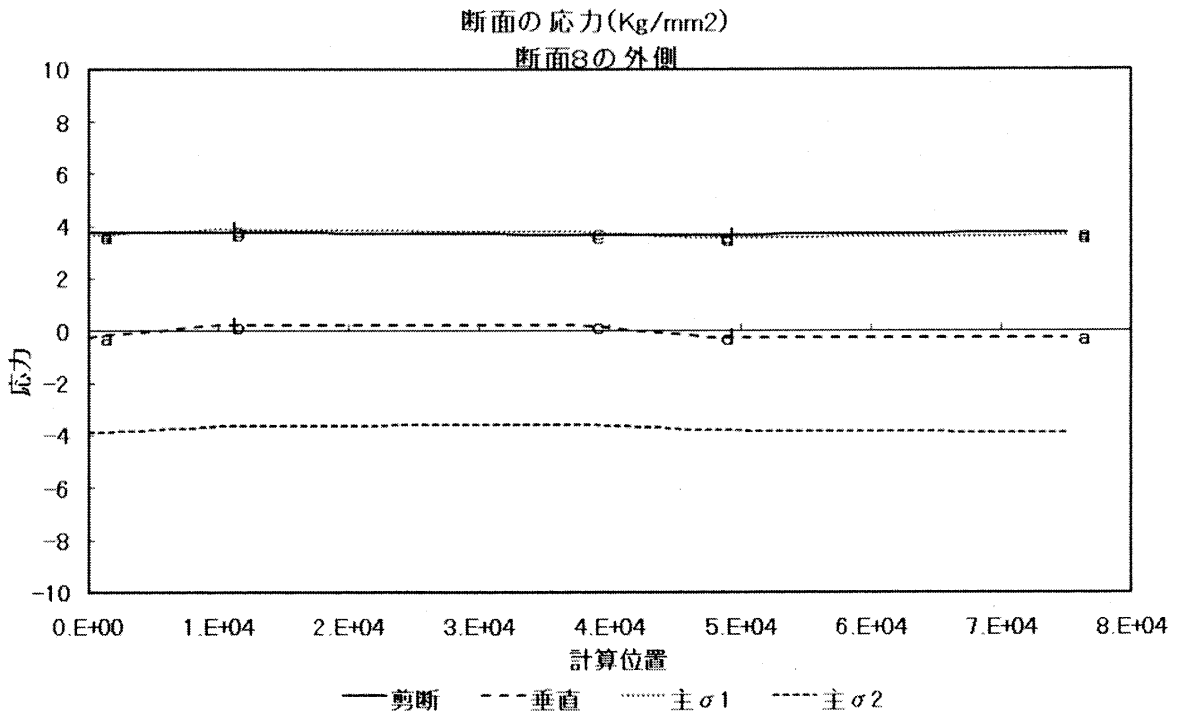
[図9]



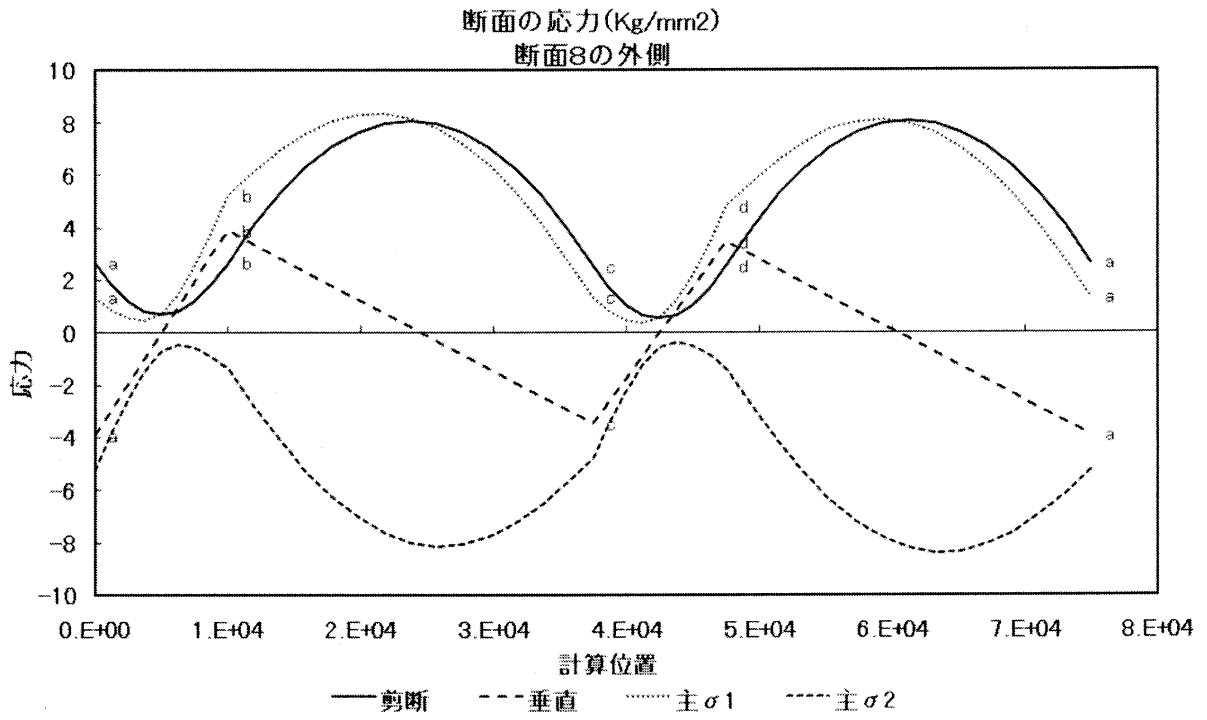
項目	形状		板厚				扉巾	支承		計画水深		
	Lf	Lw	t11	t12	t21	t22		位置	数	Δh1	Δh2	
記号	Lf	Lw	t11	t12	t21	t22	Lg	Lp	Δpx	n	Δh1	Δh2
値	5000	13750	正面図 (区画毎)				100000	0	2000	11	4.5	0.2
単位	mm										m	



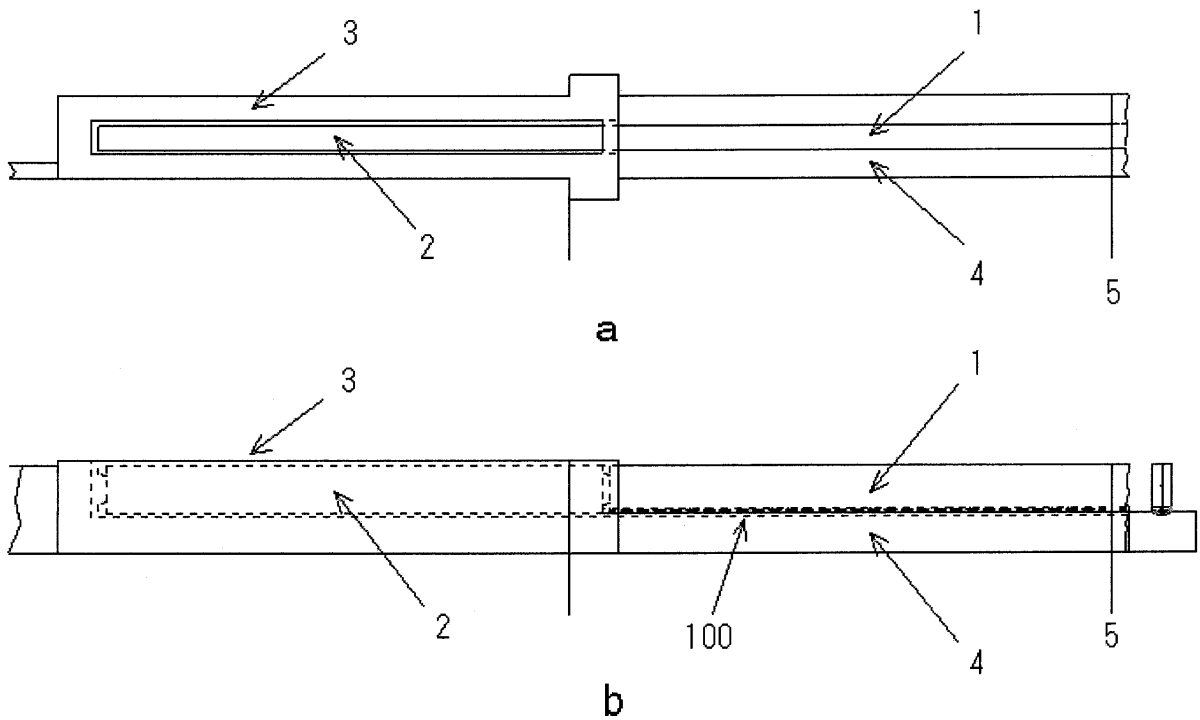
[図10]



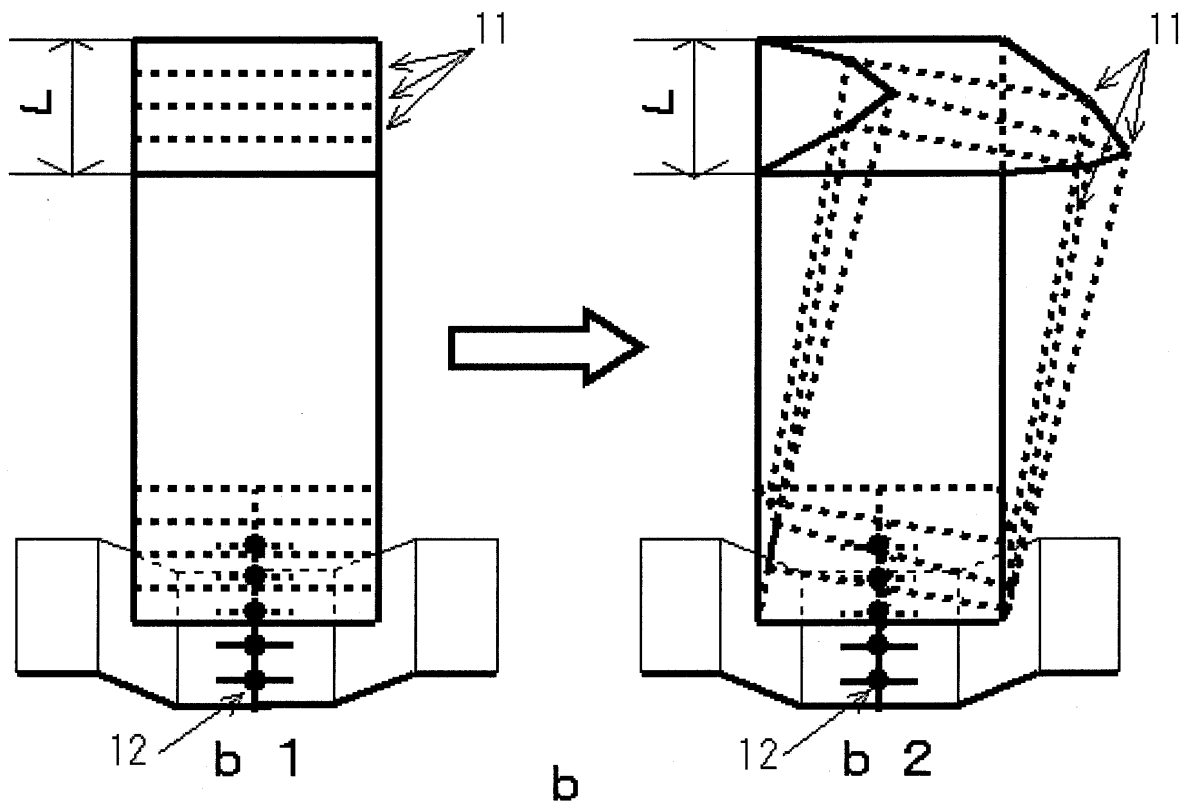
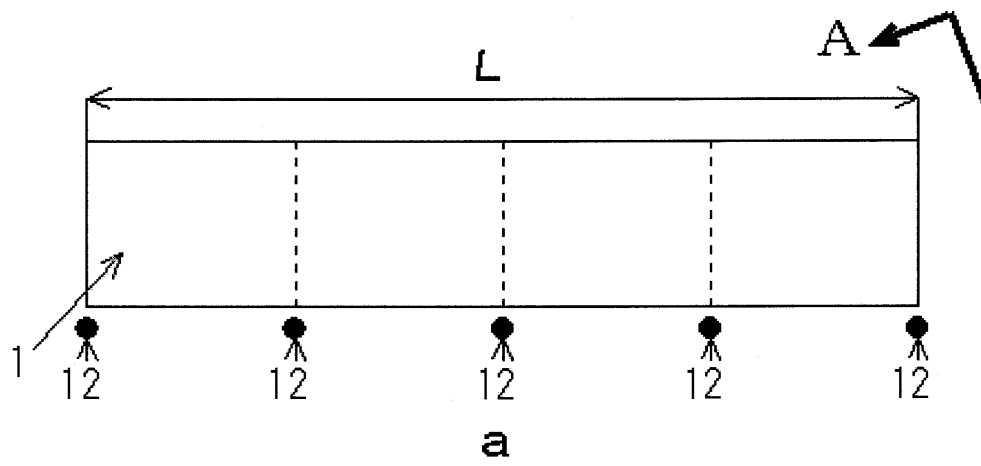
[図11]



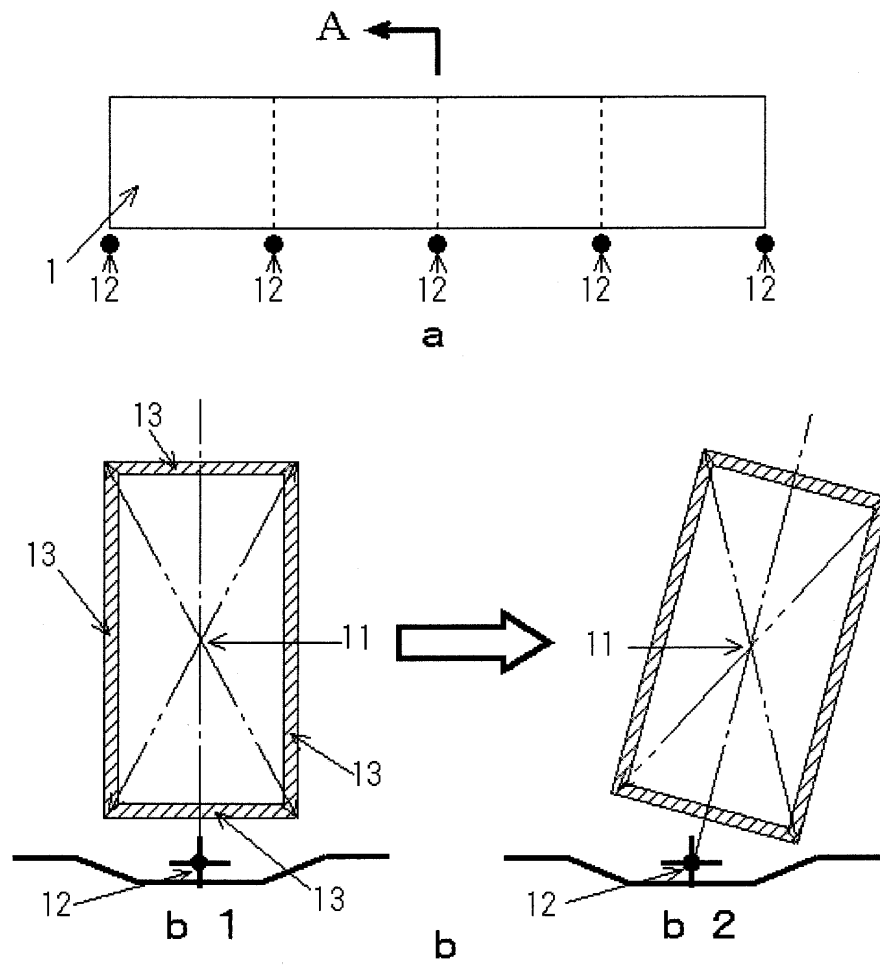
[図12]



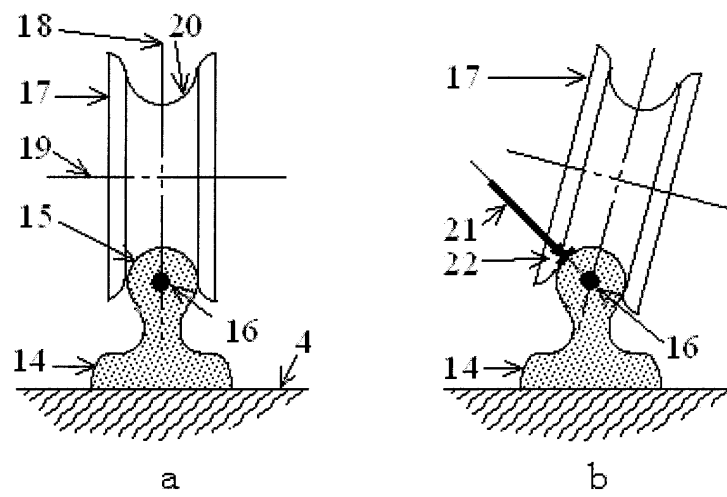
[圖13]



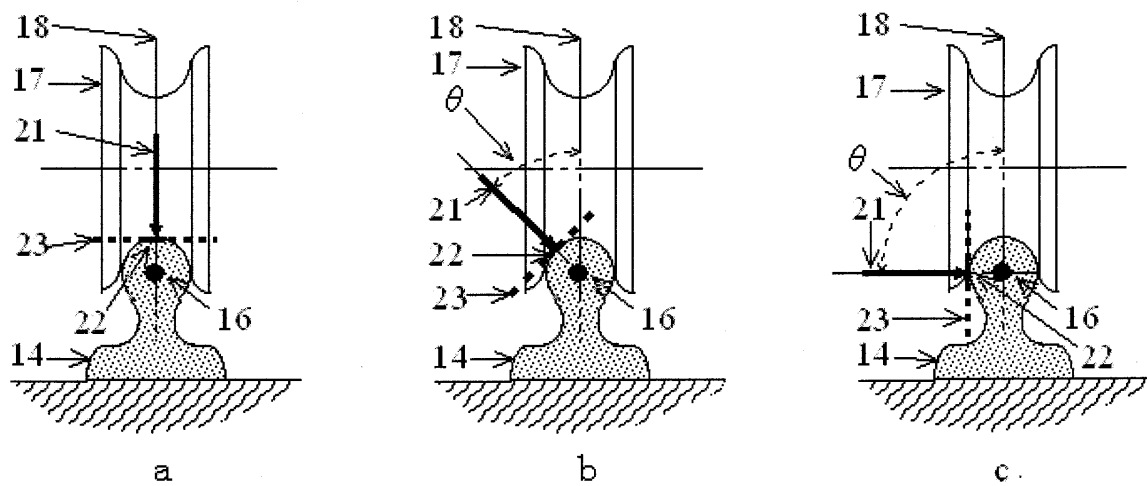
[圖14]



[圖15]



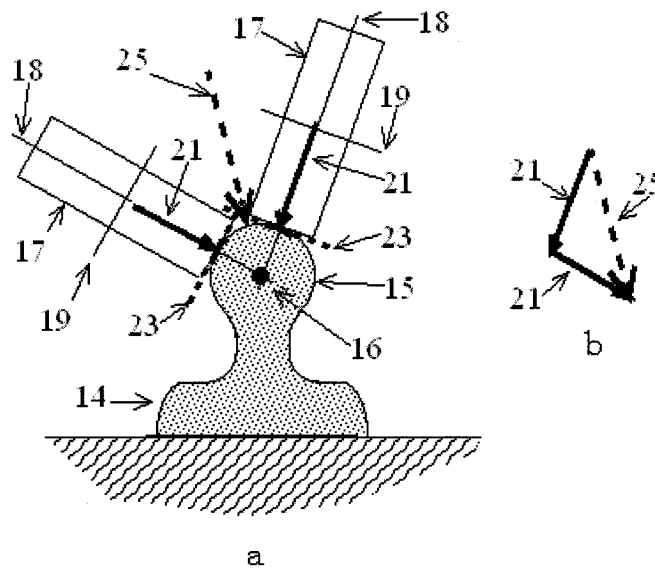
[図16]



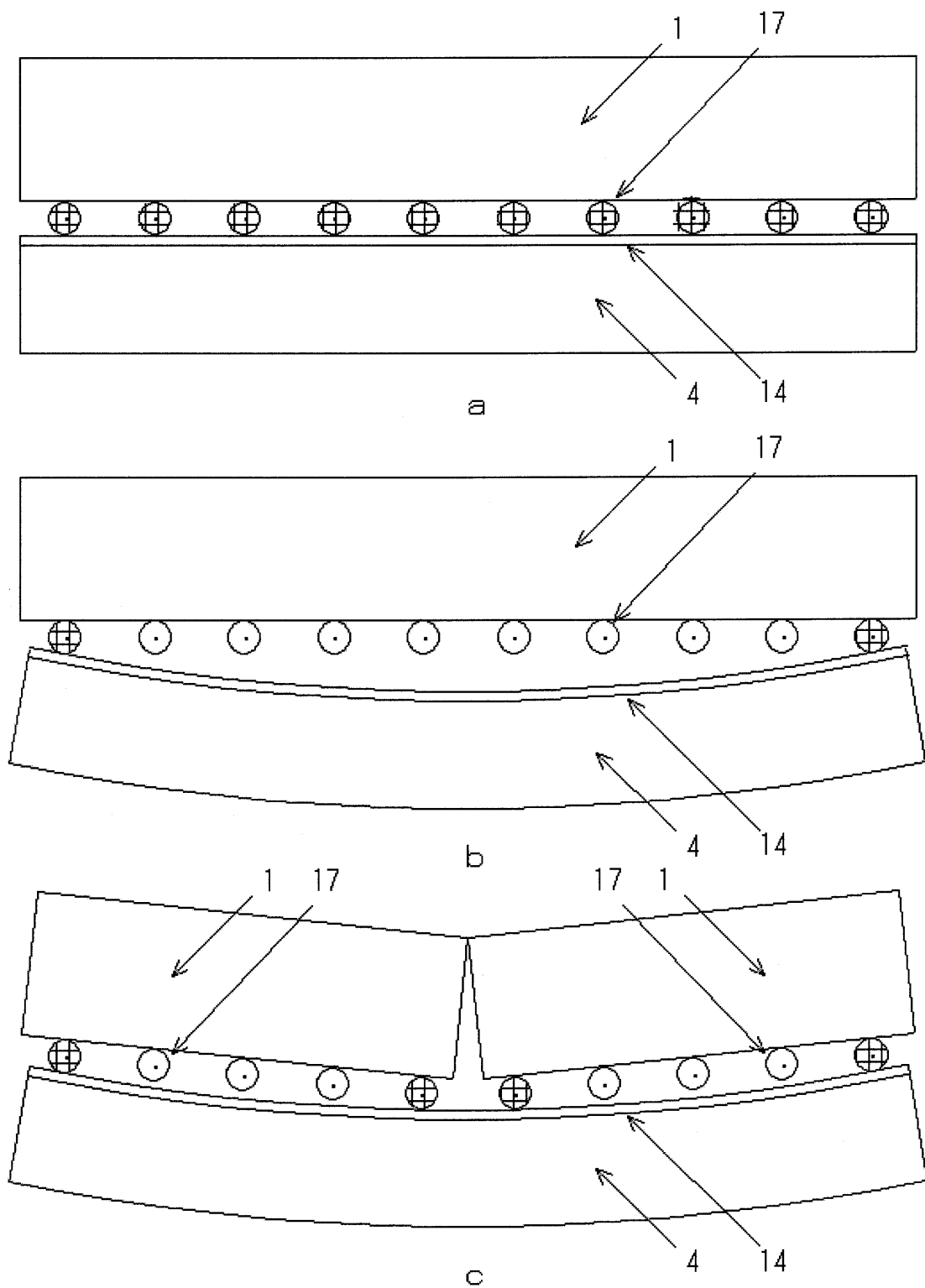
[図17]

$\theta$ (度)	$90 - \theta$ (度)	摩擦力 (tf)	乗り上げ防止力 (tf)
0	90	0	1000
45	45	707	707
90	0	1000	0

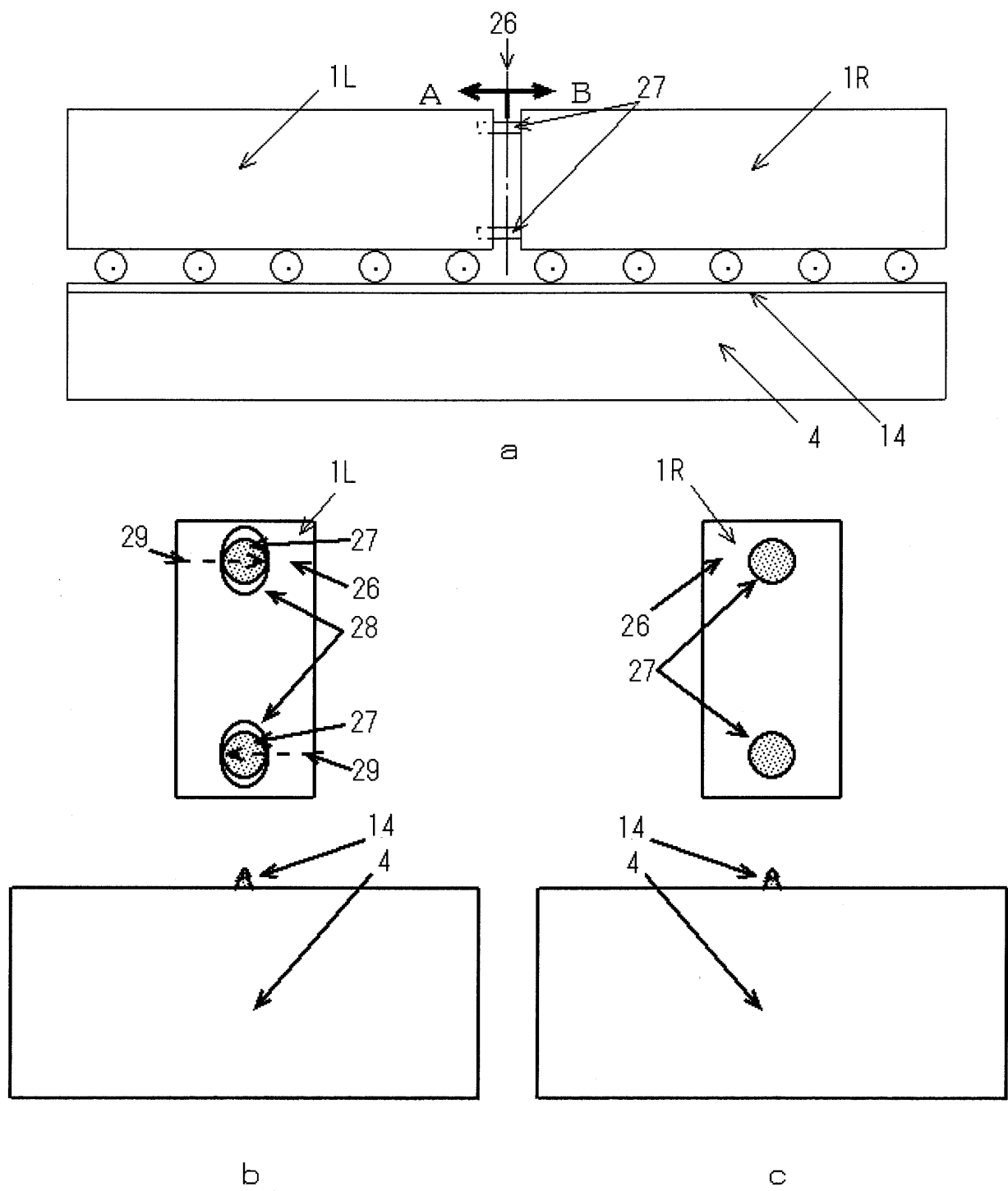
[図18]



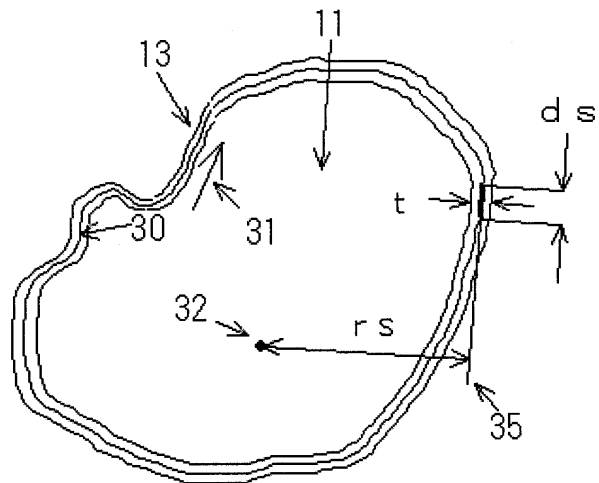
[圖19]



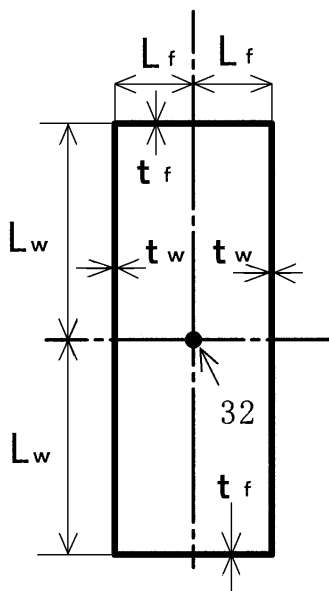
[図20]



[図21]



[図22]

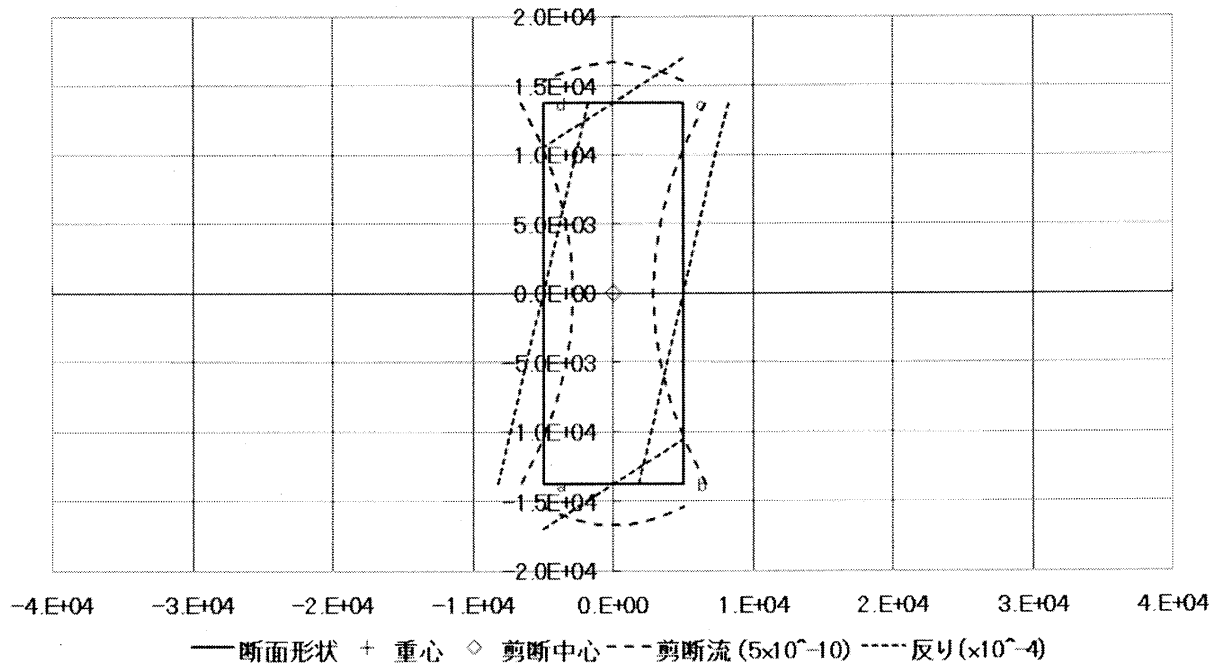


箱型断面の寸法

記号	値	単位
Lf	5000	mm
Lw	13750	
tf	34	
tw	34	

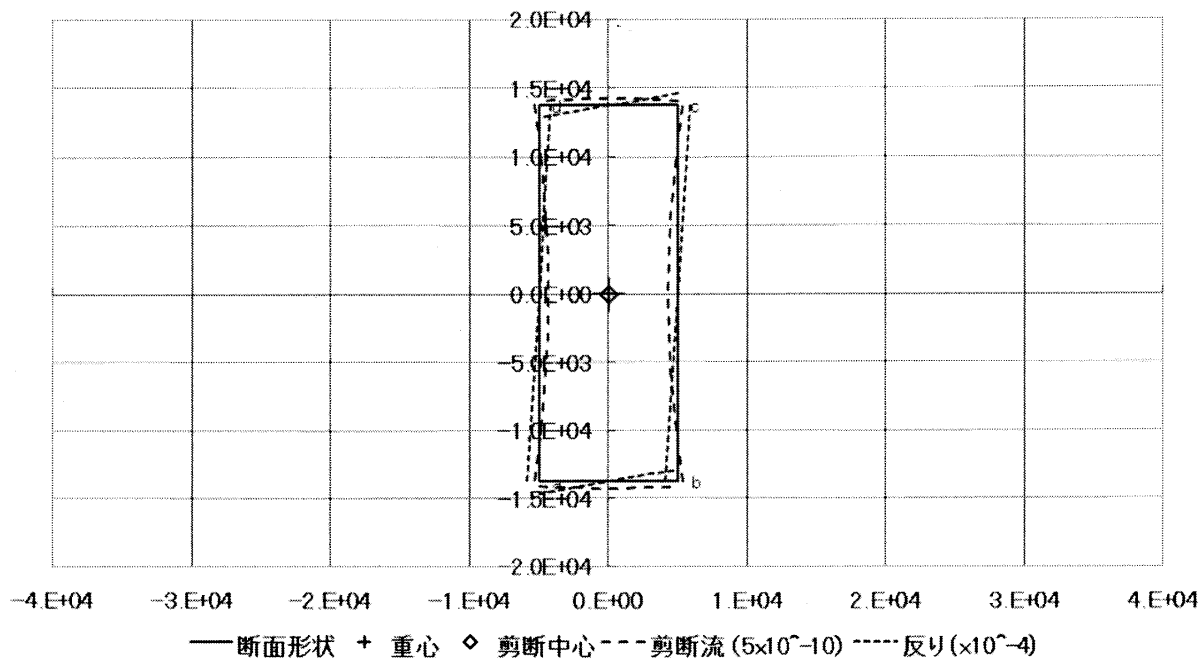
[図23]

曲げ振り剪断流とそり(板面0、外側+)  
 $l_f=5m, l_w=13.75m, t_{f1}=t_{w1}=t_{f2}=t_{w2}=34mm$



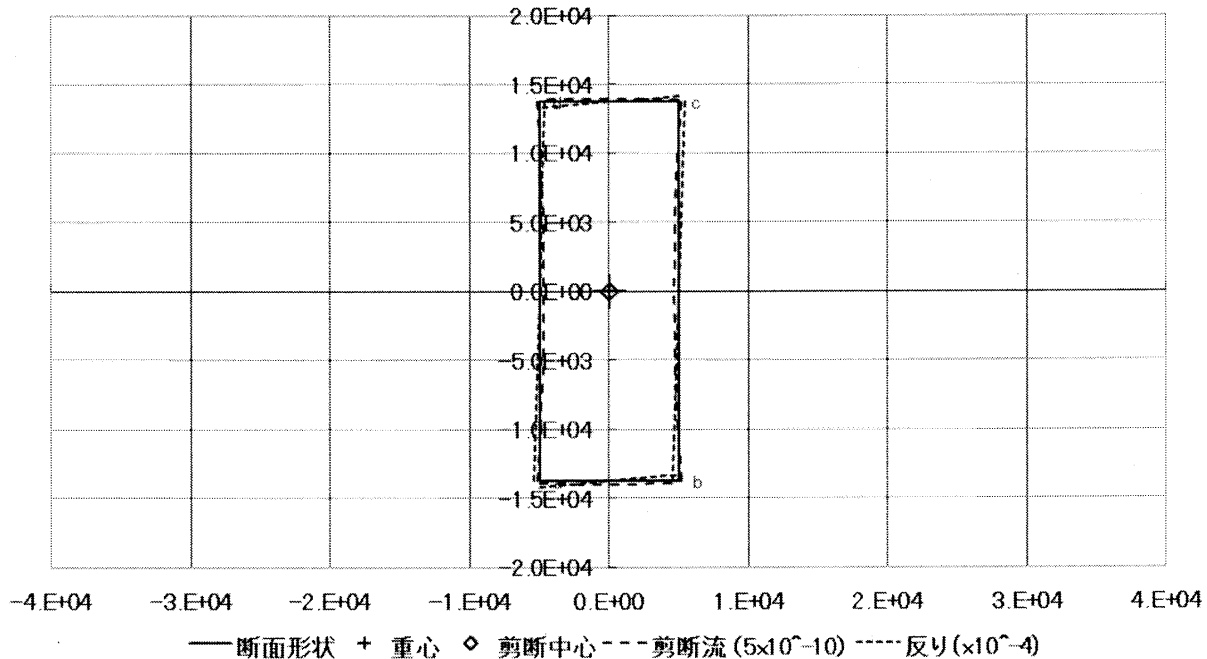
[図24]

曲げ振り剪断流とそり(板面0、外側+)  
 $l_f=5m, l_w=13.75m, t_{f1}=t_{f2}=16, t_{w1}=t_{w2}=34mm$



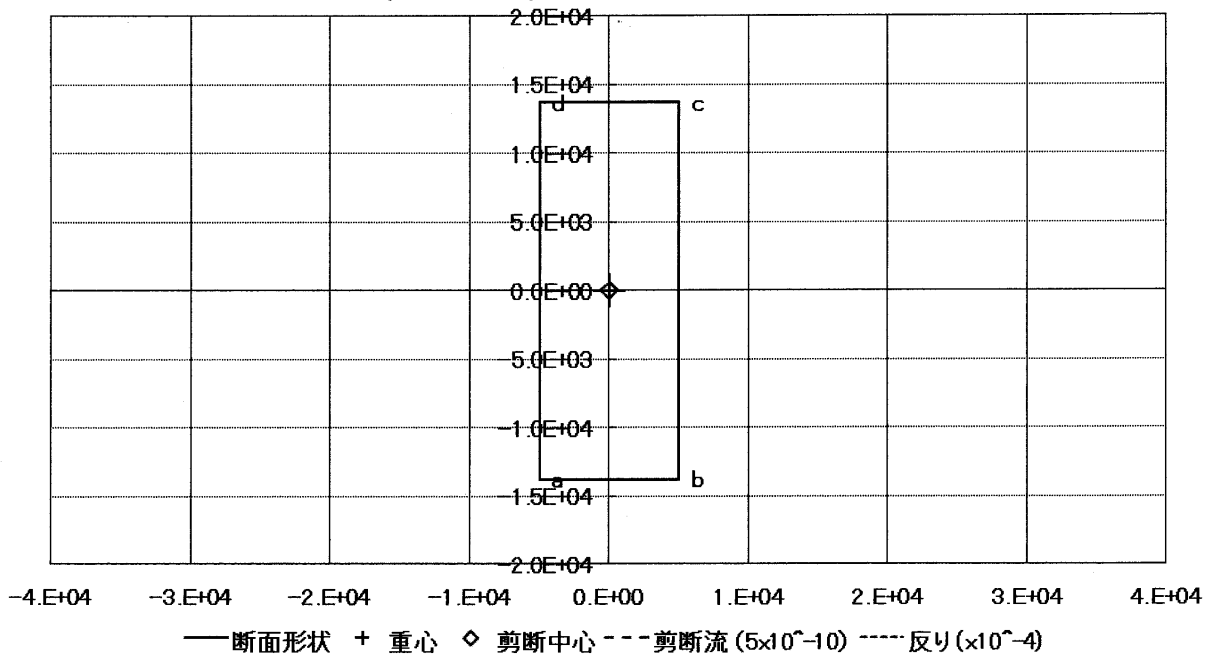
[図25]

曲げ振り剪断流とそり(板面0、外側+)  
 $l_f=5m, l_w=13.75m, t_{f1}=t_{f2}=14, t_{w1}=t_{w2}=34mm$



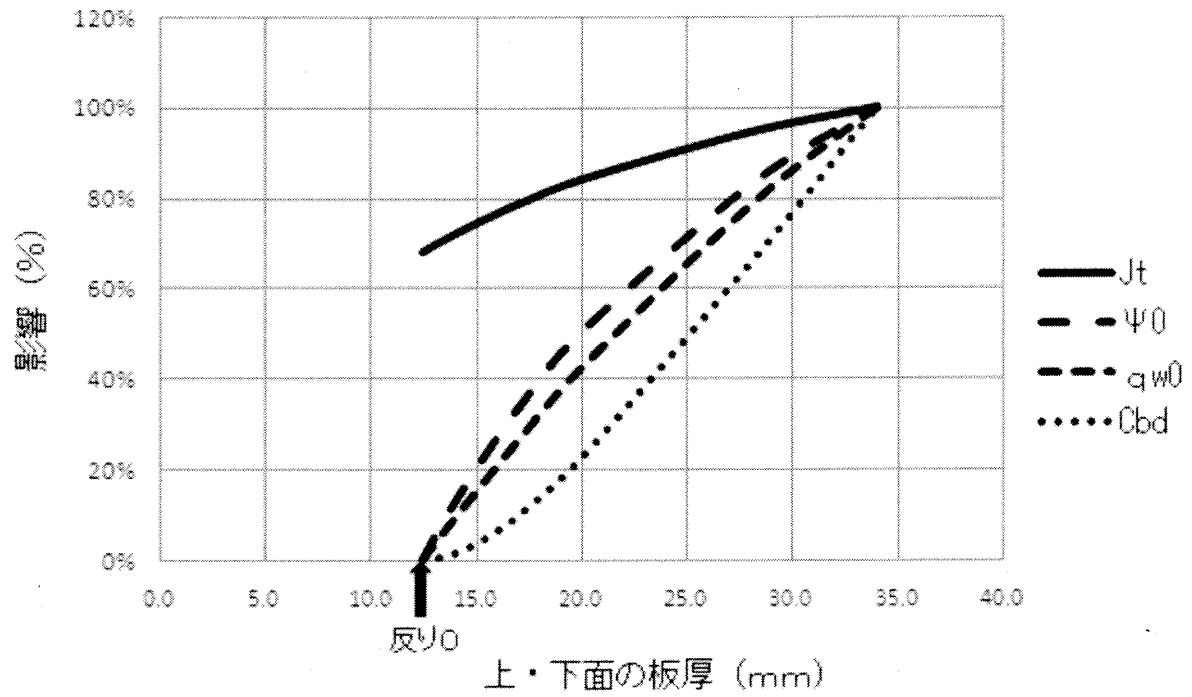
[図26]

曲げ振り剪断流とそり(板面0、外側+)  
 $l_f=5m, l_w=13.75m, t_{f1}=t_{f2}=12.4mm, t_{w1}=t_{w2}=34mm$

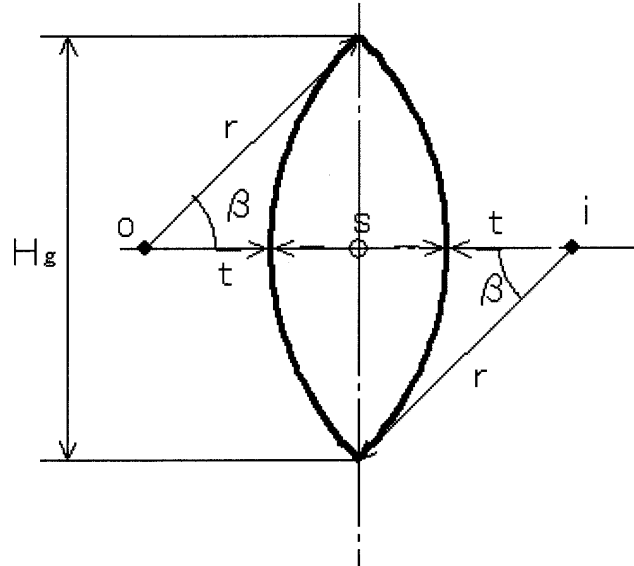


[図27]

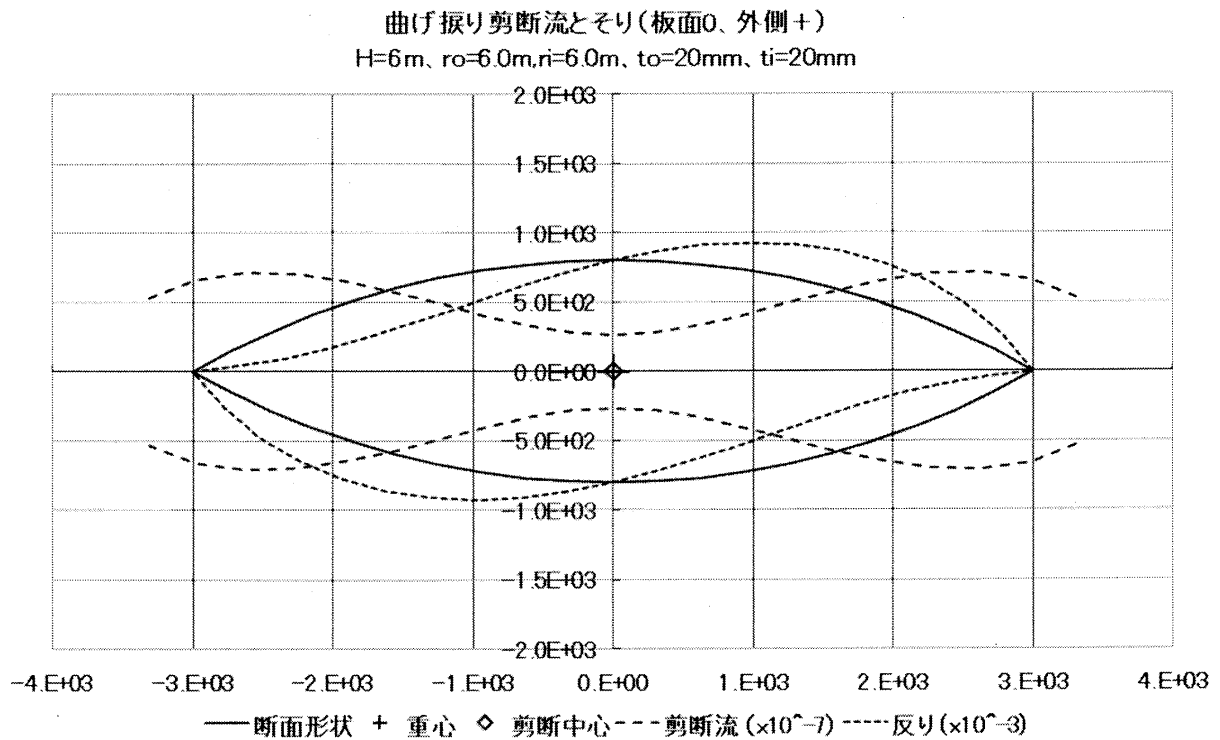
### 形状係数と断面係数 (反り0条件)



[図28]



[図29]



[図30]

