

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3664921号

(P3664921)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

E O 1 D 11/02

F I

E O 1 D 11/02

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-260767
 (22) 出願日 平成11年9月14日(1999.9.14)
 (65) 公開番号 特開2001-81719(P2001-81719A)
 (43) 公開日 平成13年3月27日(2001.3.27)
 審査請求日 平成14年11月19日(2002.11.19)

(73) 特許権者 301031392
 独立行政法人土木研究所
 茨城県つくば市南原 1 番地 6
 (73) 特許権者 000173810
 財団法人土木研究センター
 東京都台東区台東 1-6-4
 (73) 特許権者 391040906
 本州四国連絡橋公団
 神戸市中央区小野柄通 4-1-2 2
 (73) 特許権者 000000099
 石川島播磨重工業株式会社
 東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吊橋のクロスケーブルシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2 基の主塔と、

前記 2 基の主塔間にそれぞれに架けられる 2 本のメインケーブルと、

前記 2 本のメインケーブルにより吊り下げられる橋桁とからなる吊橋のケーブルシステムにおいて、

前記 2 本のメインケーブルは前記主塔の間の橋軸方向の中途位置で交叉することを特徴とする吊橋のクロスケーブルシステム。

【請求項 2】

請求項 1 において、更に、

前記メインケーブルにより前記橋桁を吊り下げるためのハンガーロープとからなり、

前記ハンガーロープは前記中途位置で斜めに向いている

ことを特徴とする吊橋のクロスケーブルシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、吊橋のケーブルシステムに関し、特に、ねじれの振動数を高めてフラッター発現を抑制するように設計される吊橋のケーブルシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

10

20

主塔間距離が長くならざるをえない条件下では、橋は吊橋として設計される。柔構造の吊橋には、横揺れ、縦揺れの他に、橋軸の回りの回転、即ち、ねじれが生じる。風速が増大すればするほどねじれの振幅が増大していく発散型の振動、即ち、空力学上の代表的な不安定振動であるフラッタの抑制が求められている。

ねじれ振動数を高くすればこのようなフラッタ発現を抑制することができることが知られている。そのような抑制のためのシステムが、特開平 8 - 4 9 2 1 5 号で知られている。この公知システムは、2 本のメインケーブルの間を水平方向に向くステイで連結することにより、ねじれ振動数を高めて耐風安定性を向上させ、更には、フラッタ発現風速を上昇させてフラッタ発現を抑制する吊橋のケーブルシステムである。

【 0 0 0 3 】

補鋼桁の架設時にそのねじれ振動による揺れを抑制するためのクロスステイ構造が、図 4 に示されるように知られている。このクロスステイ構造は、一方のメインケーブルとそのケーブルとは反対側の橋桁の縁とを補充索で結合するものであり、橋桁の架設時にのみ形成される。

【 0 0 0 4 】

このような公知システムには、暴風時におけるステイの信頼性の点で問題になる可能性がある。フラッタ発現風速を向上させてフラッタ発現を抑制するケーブルシステムの信頼性をより高めることが求められている。更には、メインケーブルのみの架設時にすでにねじれ剛性が高められ、補剛桁の直下吊り架設時にも耐フラッタ対策がなされていることがより好ましい。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このようなフラッタ発現の抑制を技術的背景とし、次のような目的を達成することができる。

本発明の課題は、フラッタ発現をより有効に抑制することができる吊橋のクロスケーブルシステムを提供することにある。

本発明の他の課題は、ねじれ振動数をより有効に高めることができる吊橋のクロスケーブルシステムを提供することにある。

本発明の更に他の課題は、フラッタ発現風速をより向上させることができる吊橋のクロスケーブルシステムを提供することにある。

本発明の更に他の課題は、メインケーブルの架設時に既にそのねじれ剛性が高い吊橋のクロスケーブルシステムを提供することにある。

本発明の更に他の課題は、従来システムとの比較で、フラッタ発現風速を 60 m/s から 70 m/s に向上させることができる吊橋のクロスケーブルシステムを提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明による吊橋のクロスケーブルシステムは、2 基の主塔と、その 2 基の主塔間にそれぞれに架けられる 2 本のケーブルと、その 2 本のケーブルにより吊り下げられる橋桁とからなる吊橋のケーブルシステムにおいて、その 2 本のケーブルはその主塔の間の橋軸方向の中途位置で交叉することを特徴としている。そのメインケーブルによりその橋桁を吊り下げるためのハンガーロープは、その中途位置で斜めに向いていることが好都合である。

【 0 0 0 7 】

通常、2 本のメインケーブルは、それぞれに平行な 2 鉛直面上に位置し、且つ、各 1 本のメインケーブルが 2 基の塔に支持される支持点の高さ位置は同じである。このような通常の場合は、2 本のメインケーブルが交叉（又は交差）する橋軸方向の位置は、幾何学的には、主塔間の midpoint（中央点）である。主塔の高さが異なったり、2 本のメインケーブルが 2 平行鉛直面でない場合には、交叉位置は必ずしも midpoint とはならず中間点になる。

【 0 0 0 8 】

中央点で交叉する 2 本のメインケーブルはこれ自体が、これのみの架設時にねじれに関し

10

20

30

40

50

てその剛性を高めており、そのねじれ振動数が高くなる。橋桁とともに主構造部材を形成する2本の交叉メインケーブル（クロスメインケーブル）は、橋全体としても、そのねじれ剛性が向上している。従来との比較で言えば、フラッタ発現風速は、従来それが毎秒60mであったのに対して、本発明では従来比でそれが概ね2割向上し毎秒70m以上になる。

2体又は2本のメインケーブルは、一般的には当然に、主塔間でそれぞれに1張力を有する連続線状体である。この条件を満たす限り、交叉中央点領域で、2体のメインケーブルを輪環状留め具等により縛り合わせることができる。なお、「2本」、「2体」とは、「少なくとも2本」、「少なくとも2体」を表す。

【0009】

10

【発明の実施の形態】

図1は、本発明による吊橋のクロスケーブルシステムの実施の形態を示し、射軸投影図である。その吊橋のクロスケーブルシステムは、図1に示されていない2基の主塔、即ち、前方側主塔Fと後方側主塔Rとを含む。ここで、前方、後方は、橋軸方向に関して定義されている。2基の主塔間を結ぶ線の一方方向を橋軸方向Dという（図2参照）。

【0010】

吊橋のクロスケーブルシステムは、図1に示されるように、懸垂線をそれぞれに形成する2本のメインケーブル、即ち、一方側メインケーブル1と他方側メインケーブル2を更に含む。前方側主塔Fと後方側主塔Rの高さ（メインケーブルを支持する支持点の高さ）は等しいものとする。図2に示されるように、後方側主塔Rと他方側メインケーブル2との間の支持点を点Xで示し、後方側主塔Rと一方側メインケーブル1との間の支持点を点Yで示し、前方側主塔Fと一方側メインケーブル1との間の支持点を点Zで示し、前方側主塔Fと他方側メインケーブル2との間の支持点を点Wでそれぞれに示している。2本のメインケーブルの形状は懸垂線であるが、平面図である図2上に投影されて描かれているそれらの線は、以下、図2に関して直線又は直線の部分としての線分という。

20

【0011】

図2で、一方側メインケーブル1は線分YZに一致し、他方側メインケーブル2は線分XWに一致している。四辺形XYWZは、長方形であるとする。線分XWを含む1鉛直面と線分YZを含む1鉛直面は交叉している。従って、線分XWと線分YZは、長手方向の中心線の中点Pで交叉する。

30

【0012】

しかし、一方側メインケーブル1と他方側メインケーブル2は、現実には1点で交叉することはなく、図1に示されるように、高さ方向にずれて立体交差している。主塔間距離が十分に長く、同一主塔での両支持点間の幅が十分に狭い場合には、両メインケーブルは実質的には1点で交叉している。請求項の記載を含む本明細書で、「交差」と「交叉」は区別しないで用いる。

【0013】

一方側メインケーブル1の両端点Y、Zはそれぞれに後方側主塔R、前方側主塔Fに支持され、他方側メインケーブル2の両端点X、Wはそれぞれに後方側主塔R、前方側主塔Fに支持されており、両主塔R、Fと両メインケーブル1、2とからなる構造体は、対角線梁で4頂点部材が結合する構造であり、この構造のみで従来の吊橋に比較して、ねじれ剛性が向上している。

40

【0014】

一方側メインケーブル1、他方側メインケーブル2は、それぞれの両端点Y、Z、X、Wがそれぞれに延長され、地球側固定構造体の結合点まで延長されることは、従来通りである。一方側メインケーブル1、他方側メインケーブル2は、それぞれに1張力を有するモノフィラメントのような連続線状体である。このことは、一方側メインケーブル1と他方側メインケーブル2が実質的に独立していることを意味し、言い換えれば、立体交差していることを意味する。しかし、この意味は、中点Pの近傍即ち交叉領域で、一方側メインケーブル1と他方側メインケーブル2を輪環状の留め具で縛りあわせることを否定する意

50

味ではない。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、多数のハンガーケーブルのうち中点領域のハンガーケーブルと橋桁 4 を示している。そのハンガーケーブルは、第 1 ハンガーケーブル 5 と第 2 ハンガーケーブル 6 とを備えている。橋桁 4 は、第 1 ハンガーケーブル 5 と第 2 ハンガーケーブル 6 により、一方側メインケーブル 1 と他方側メインケーブル 2 に吊り下げられている。各第 1 ハンガーケーブル 5 の上端点は他方側メインケーブル 2 に結合し、各第 2 ハンガーケーブル 6 の上端点は一方側メインケーブル 1 に結合している。

【 0 0 1 6 】

第 1 ハンガーケーブル 5 は、中点を境目として、前方側第 1 ハンガーケーブル 5 のグループと後方側第 1 ハンガーケーブル 5 のグループに分かれて属する。第 2 ハンガーケーブル 6 は、中点を境目として、前方側第 2 ハンガーケーブル 6 のグループと後方側第 2 ハンガーケーブル 6 のグループに分かれて属する。全ハンガーケーブル 5 , 6 は、橋軸線に直交するそれぞれの鉛直面上にある。全ハンガーケーブル 5 , 6 のそれぞれの下端点は、橋桁 4 の両側縁に結合されている。全ハンガーケーブル 5 , 6 は、それらの長さが最小になる側の縁に結合されている。

10

【 0 0 1 7 】

上端点が他方側メインケーブル 2 に結合する第 1 ハンガーケーブル 5 は、中点を境目として、それらの下端点が結合する橋桁 4 の縁が左側と右側で入れかわる。上端点が一方側メインケーブル 1 に結合する第 2 ハンガーケーブル 6 は、中点を境目として、それらの下端点が結合する橋桁 4 の縁が左側と右側で入れかわる。

20

【 0 0 1 8 】

第 1 ハンガーケーブル 5 と第 2 ハンガーケーブル 6 は、主塔に近い領域では、共に概ね鉛直線であり、中点近傍でその傾斜角度（鉛直線に対する角度）が最大になる。最大傾斜角度は橋桁 4 上の交通に支障がない程度に十分に小さく設計されている。

【 0 0 1 9 】

ねじれ剛性が高められたクロスケーブル構造体に橋桁が吊られた吊橋のクロスケーブルシステムは、吊橋そのもののねじれ剛性を高めることができる。高められたねじれ剛性は、その吊橋のねじれ振動数を高める。ねじれ振動数の向上がフラッタ発現風速を上昇させることは、公知の理論により、そのことは現実に確認されている。図 3 は、従来比較で本発明の 3 次元フラッタ解析の結果を示している。橋桁が平板でありその断面形状が矩形であると仮定した場合の解析結果である。

30

【 0 0 2 0 】

左欄は、従来のケーブルシステムである通常のケーブルシステムと本発明によるクロスケーブルシステムを示している。右欄は、フラッタ発現風速を示している。従来システムのフラッタ発現風速が $60 \sim 80 \text{ m/s}$ である場合、本発明システムのフラッタ発現風速は $74 \sim 100 \text{ m/s}$ であり、 20% 以上の向上を示している。

【 0 0 2 1 】

【発明の効果】

本発明による吊橋のクロスケーブルシステムは、フラッタ発現風速をより有効に向上させることができ、特に、暴風時に高い信頼性を確保することができる。更に、補剛桁の直下吊り架設時にも有効な耐フラッター効果がある。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明による吊橋のクロスケーブルシステムの実施の形態を示す斜軸投影図である。

【図 2】図 2 は、クロスメインケーブルと両主塔の幾何学的位置関係を示す平面図である。

【図 3】図 3 は、3 次元フラッタ解析の結果を示す表である。

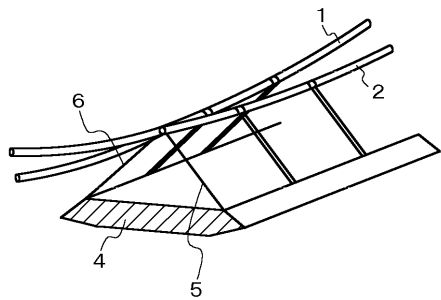
【図 4】図 4 は、公知の吊橋のメインケーブルシステムを示す斜軸投影図である。

【符号の説明】

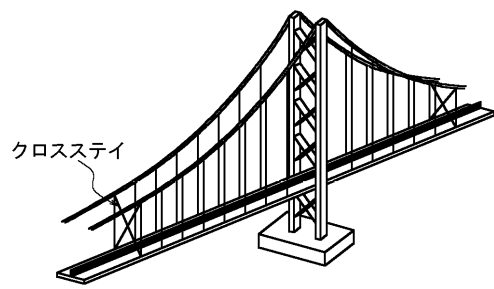
50

- 1 ... 一方側メインケーブル
- 2 ... 他方側メインケーブル
- 4 ... 橋桁
- 5 ... 第 1 ハンガーケーブル
- 6 ... 第 2 ハンガーケーブル
- P ... 中点
- F ... 前方側主塔
- R ... 後方側主塔
- X , Y , Z , W ... 支持点

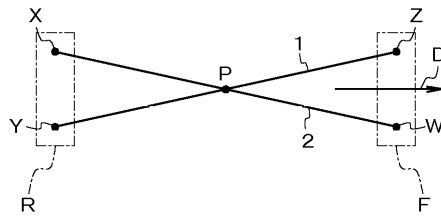
【 図 1 】



【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】

3次元フラッター解析結果
(断面形状を平板とした場合)

ケーブルシステム	フラッター発現風速
通常システム	60.8 m/s
クロスケーブルシステム	74.1 m/s

フロントページの続き

- (73)特許権者 000000974
川崎重工業株式会社
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
- (73)特許権者 000200367
川田工業株式会社
東京都北区滝野川1丁目3番11号
- (73)特許権者 000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区北品川五丁目9番11号
- (73)特許権者 000004123
J F Eエンジニアリング株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
- (73)特許権者 000005119
日立造船株式会社
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号
- (73)特許権者 000005902
三井造船株式会社
東京都中央区築地5丁目6番4号
- (73)特許権者 000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目16番5号
- (74)代理人 100102864
弁理士 工藤 実
- (72)発明者 佐藤 弘史
茨城県つくば市大字旭一番地 建設省 土木研究所内
- (72)発明者 所 伸介
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内
- (72)発明者 本田 明弘
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内
- (72)発明者 増田 伊知郎
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

審査官 西田 秀彦

- (56)参考文献 特開平09-302614(JP,A)
特開平11-029908(JP,A)
特開平11-71712(JP,A)
実開平7-10013(JP,U)
特開平1-312109(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

E01D 11/00
E01D 11/02
E01D 19/16