

1987年台風12号による平戸大橋の側方への変形について

長崎大学工学部 学生員 ○ 榎本暢敦
 長崎大学工学部 学生員 岩永政昭
 長崎大学工学部 正 員 高橋和雄
 福 州 大 学 彭 大文
 長崎大学工学部 正 員 小西保則

1. まえがき 昭和62年8月31日未明の台風12号で、長崎県福江、厳原、平戸の各地で観測史上最高の最大瞬間風速が記録された。昭和52年4月に開通した平戸大橋は、南北の雷の瀬戸を横断する支間460mの2ヒンジ補剛トラス吊橋であるが、このとき橋面付近に設置されている風速計で最大瞬間風速64m/secの風の作用を受けた¹⁾。この台風で、平戸大橋のセンタースティの緩みや平戸側の伸縮装置の一部の破損が生じた。この橋は2車線(2歩道)の幅14.5mと狭い幅員であるために、横方向の剛性は小さく、過大な水平横たわみおよび支承部の水平たわみ角が生ずる可能性がある。そこで、本論文は連成を考慮した吊橋の基礎方程式²⁾を用いて台風12号による変形解析を行った結果を報告するものである。

2. 吊橋諸元 平戸大橋の一般図と断面図は図-1,2に示すとおりである。

吊橋の主要設計諸元は次のとおりである。

・型 式：2ヒンジ単純吊橋

・支 間：460m

・ケーブル：サグ

$f = 45\text{m}$, 断面積

$A_c = 0.17\text{m}^2$, ケーブル長 $L_E = 830$

m, ヤング率 $E_c = 2.0 \times 10^7 \text{t/m}^2$

・補剛桁：主構高

$H = 6\text{m}$, 主構間隔

$B = 14.5\text{m}$, 初期曲

率 $\kappa = 8.49 \times 10^{-5}/\text{m}$,

ハンガー取り付け点

と補剛桁の中心距離

$a = 0.36\text{m}$, 断面2

次モーメント I_v (鉛

直) $= 1.648\text{m}^4$, 同

I_h (水平方向) $= 9.6$

21m^4 , ねじれ剛性係数 $J = 0.890\text{m}^4$, 曲げねじれ剛性係数 $I\omega = 33.96$

m^6 , ヤング率 $E = 2.1 \times 10^7 \text{t/m}^2$

・風荷重 平戸大橋の断面の空気力の3分力係数(C_D, C_L, C_H)は

図-3に示すとおりである。また、補剛桁の鉛直有効投射断面積 $A_D = 3.335\text{m}^2$, 水平有効投射断面積 $A_L = 14.896\text{m}^2$, 空気

の密度 $\rho = 0.125 \text{kgsec/m}^4$ である。計算に用いた風速は表-1の2種類を用いた。平戸大

橋の設計風速は、平戸測候所の資料から再現期100年、耐用年数50年、

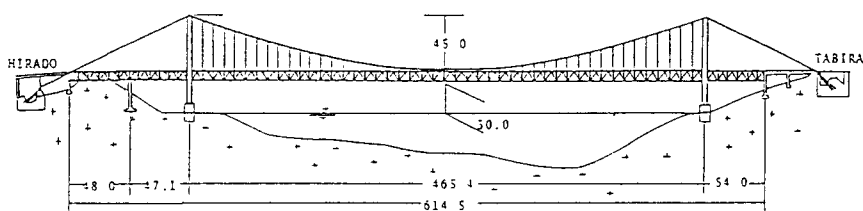


図-1 平戸大橋の一般図

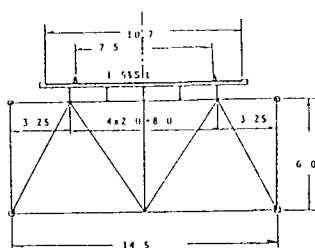


図-2 平戸大橋の断面図

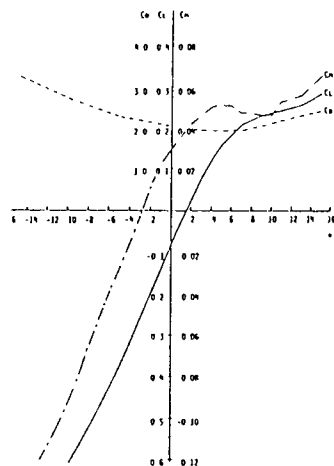


図-3 断面の3分力係数

非超過確率0.6とした基本風速 $V_{10}=41.7\text{m/sec}$ を高度、水平補正して得られた値である。

表-1 計算風速

	設計(m/sec)	台風12号(m/sec)
吊構造部	58.6	64.0
ケーブル	63.2	64.0

4. 構造解析 鉛直たわみ、ねじれおよび水平横たわみの各変形が連成した薄肉断面ばりとしての基礎方程式を採用する。この基礎方程式には、補剛桁のキャンバーによる初期曲率 κ 、ハンガー取り付け点と補剛桁重心距離 a の影響が考慮されている。また、ケーブルの変形には幾何学的非線形性が含まれている。

表-2 風荷重を受ける平戸大橋の変形の一覧表

α	設計風速58.6m/sec			台風12号最大風速64.0m/sec		
	-3°	0°	3°	-3°	0°	3°
H_{p1} (t)	298.20	103.72	-63.05	360.89	142.80	-74.53
H_{p2} (t)	206.50	73.54	-56.74	251.45	107.74	-66.20
u (m)	0.1560	0.0020	-0.139	0.1770	0.0073	-0.180
$\phi \times 10^{-2}$ (rad)	-6.353	-2.307	0.103	-7.591	-2.693	0.182
v (m)	3.270	3.135	3.052	3.831	3.676	3.593
$\bar{v}$ (m)	3.055	2.933	2.857	3.571	3.430	3.354
θ (rad)	0.131	0.125	0.121	0.159	0.152	0.148
γ (rad)	0.023	0.022	0.021	0.027	0.026	0.025

5. 数値結果 以上のような吊橋の諸元および風荷重を用いて吊橋の変形と応力解析を行う。表-2は、風の迎え角 $\alpha=3^\circ, 0^\circ, -3^\circ$ に対する活荷重水平張力 H_{p1} 、 H_{p2} 、補剛桁中央断面の垂直変位 u 、ねじれ角 ϕ 、水平横たわみ v 、ケーブルの水平横たわみ $\bar{v}$ 、ハンガーの傾斜角 θ および補剛桁の支承における水平回転角 γ の計算結果である。図-4、5は、補剛桁およびケーブルの水平横たわみ v 、 $\bar{v}$ 図である。水平横たわみは、風の迎え角の影響をあまり受けないが、迎え角が負の場合が大きい。図-6は、補剛桁のねじれ角 ϕ を示す。ねじれ角は風の迎え角の影響を著しく受ける。本橋は幅員が狭いためにねじれに対する剛性が小さく、ねじれの大きさは関門大橋と比較すると2倍以上である。表-3に台風12号による変形と設計風速による変形の比を示す。水平変位 v 、 $\bar{v}$ についてみると、約17%増加している。これは外力の増加(風速の自乗の比)に比べて 表-3 変位の増加倍率

2%程度少ない。この差は、ケーブルの幾何学的非線形性の影響と考えられる。補剛桁の支承部における水平回転による橋軸方向の変位差は、 $\text{幅} \times \gamma = 14.5 \times 0.027 = 39\text{cm}$ となる。

α	-3°	0°	3°
H_{p1}	1.21	1.38	1.18
H_{p2}	1.22	1.47	1.17
u	1.14	3.65	1.30
ϕ	1.20	1.17	1.77
v	1.17	1.17	1.18
$\bar{v}$	1.17	1.17	1.17
θ	1.21	1.22	1.22
γ	1.17	1.18	1.19

6. まとめ 本研究で、台風12号による最大風速を受けたときの平戸大橋の変形が明らかにされた。今後、被害の実態などからさらに詳しい考察を加えたい。なお、本研究を行うにあたって長崎県土木部道路建設課にお世話になったことを付記する。

参考文献 1) 長大(株)：平戸大橋 台風12号による被害調査報告(中間報告)、昭和62年9月、 2) 高橋・室井・平野：土木学会論文報告集、277号、1978年9月

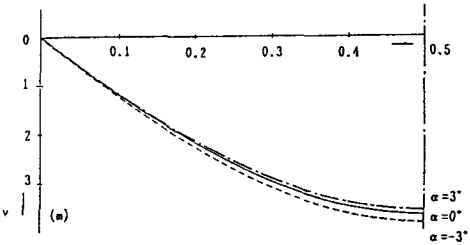


図-4 補剛桁の水平横たわみ v (風速64m/sec)

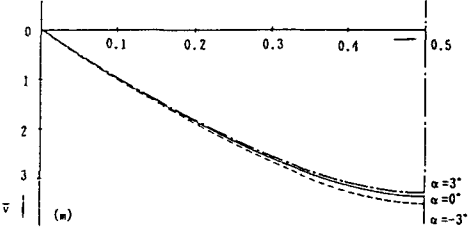


図-5 ケーブルの水平横たわみ $\bar{v}$ (風速64m/sec)

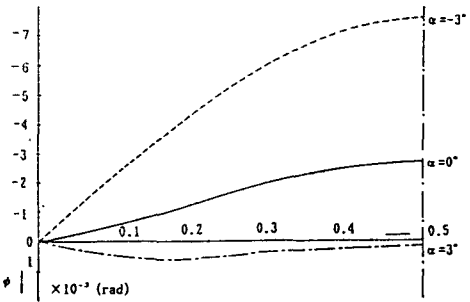


図-6 補剛桁のねじれ角 ϕ (風速64m/sec)