

I-425

1987年台風12号による平戸大橋の側方への変形について

横河橋梁製作所 正 員 ○ 峰 健雄
長崎県土木部 正 員 犬東洋志
長崎大学工学部 正 員 高橋和雄

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の風的作用を受けた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。風速64m/secは、平戸大橋の吊り構造部の設計風速である58.6m/secを超過した値である。この橋は2車線(2歩道)で主構トラス間隔が14.5mと幅が狭いために、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ない、伸縮装置部における移動量を明らかにし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 $L_c = 830\text{m}$, 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) $= 9.6$

21 m^4 , ねじれ剛性係数 $J = 0.890\text{m}^4$, 曲げねじれ剛性係数 $I_\omega = 33.96\text{m}^4$, ヤング率 $E = 2.1 \times 10^7 \text{ t/m}^2$

3. 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_M)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、

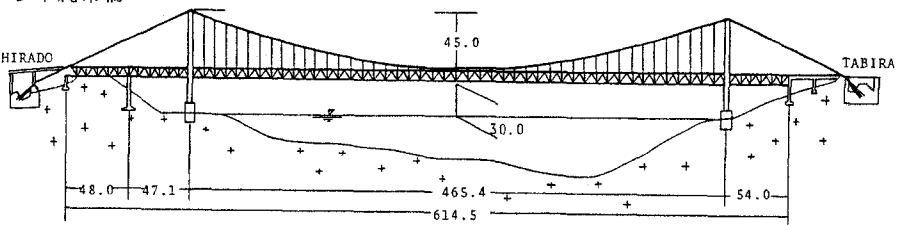


図-1 平戸大橋の一般図

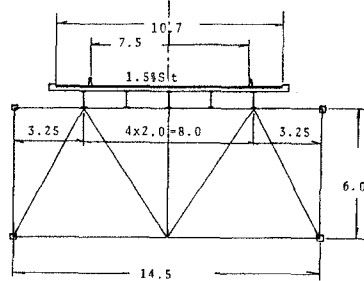


図-2 平戸大橋の断面図

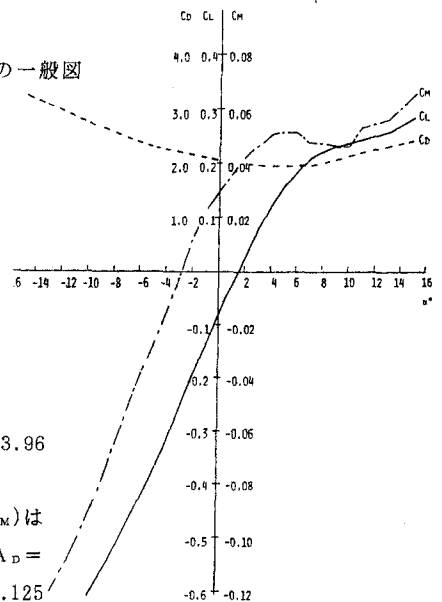


図-3 断面の3分力係数

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)
吊橋造部	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

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_{F1} (t)	298.20	103.72	-63.05	360.89	142.80	-74.53
H_{F2} (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
$\phi \times 10^{-4}$ (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-3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_{F1} 、 H_{F2} 、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。本橋は幅員が狭いために水平横変位とねじれに対する剛性が小さく、これらの変形が大きい。台風12号による変形と応力と設計風速による値の比をみると、約20%増加している。

表-3 水平横たわみによる支承部における変形量

台風12号と設計風速による補剛桁のたわみに起因する橋軸方向変位および水平たわみ角による橋軸方向変位（回転変位＝たわみ角 $\times 7.25\text{m}$ ）をまとめると表-3の結果を得る。たわみによる橋軸方向変位（たわみの大きさ3.6~3.8m）はたわみ角

	迎え角 α	たわみによる 軸変位	たわみ角による 回転変位	固定-自由 の場合	自由-自由 の場合	回転による 変位差
台風12号	-3°	0.079	0.195	0.274	0.235	0.390
$v=64.0$	0°	0.073	0.187	0.260	0.223	0.374
(m/sec)	3°	0.070	0.183	0.253	0.218	0.365
設計風速	-3°	0.058	0.166	0.224	0.195	0.333
$V=58.6$	0°	0.053	0.159	0.212	0.186	0.319
(m/sec)	3°	0.050	0.155	0.205	0.180	0.310

による回転変位よりも小さい。吊橋の補剛桁の橋軸方向の境界条件が固定-自由、自由-自由の2つのケースについて支承の最大移動量は、表-3に併記するとおりである。また、回転変位による変位差も併記している。台風12号による平戸大橋の被害は、平戸側の伸縮装置の櫛形金物が100mm程度側径間に移動して戻らなかったこと、同じく伸縮装置内部の横梁と縦桁の取り付け部の破損、伸縮装置の路面部の遊間寸法20mmに対して、100~200mm程度に拡大したことである。また、設計風速が42.3m/secであるセンタースティが緩み、ソケットが回転した。一方、田平側の伸縮装置の破損はないようである。これらの結果からみると、補剛桁は、固定-自由の境界条件で動いたことが推測される。固定-自由の場合、支承は橋軸方向に250~270mm動き、また、支承部のたわみ角によって370~400mm程度の変位差が生じたことになる。これまで動いたことがないところまで、移動したことが予測される。これに対して、路面部の遊間寸法は20mmで、許容変位を越えたことが考えられる。なお、設計風速に対する支承部の移動量の計算値は、本論文の解析値とほぼ一致していた。

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