

阪神高速道路の設計風荷重

工務部 設計課 江見 晋
神戸建設部 設計課 石崎 浩

まえがき

阪神高速道路の高架構造物において、最近では騒音対策のうえからプラスチック板または吸音板の設置が一般的となり、また用地の制約あるいは道路線形の面から一つの橋脚に複数の橋桁が架設される場合も少なくない。このような高架構造物を横断面形状について見た場合、風の作用を受ける面積は非常に大きくなり、また複数の橋桁が同一橋脚に支持され、これらの橋桁が近接している場合には、相互干渉により橋梁全体に作用する風荷重の大きさは増加する傾向にある。

一方、このような構造物を設計するための当公団の風荷重に関する基準¹⁾は昭和53年4月に大幅な改訂が行われ、風洞実験の結果²⁾をもとにプラスチック板を有する桁橋の抗力係数、ならびに複数の橋梁が近接している場合の相互干渉を考慮した風荷重の割増し係数（並列橋の割増し係数）についての規定などが追加された。なお、設計風速については、わが国各地の風速をカバーするものとして定められた道路橋示方書（以下、道示という）の値に準拠していた。

ところで、このような設計風速をもとにして算定された風荷重強度に、高さの割増しならびに並列橋の場合の割増しなどを考慮すると、道示の設計風荷重値に比較して2倍以上もの風荷重値が算定される場合もある。さらに、プラスチック板などの設置による受風面積の増加も重なり、当公団の橋梁構造物の設計に見込まれる風荷重の大きさは地震荷重に劣らぬほど支配的になっている。

このようなことから、当公団の設計風荷重に関する基準を見直すことが必要であると考え、設計風荷重委員会（委員長：小西一郎 京都大学名誉教授）のもとに風荷重分科会（主査：白石成人 京都大学教授）を設置し、昭和57年より2年間にわたり設計風荷重に関する検討³⁾を行った。この委員会において検討された成果を踏まえて、昭和59年4月に設計風荷重に関する基準の改訂を行った。

本文では、今回の基準改訂において主要な部分となる設計風速設定の考え方について述べ、さらに風荷重強度の設定の経緯を解説する。

1. 設計風荷重を設定するための検討事項

風荷重強度は、一般に次式より求められる。

$$W = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_D \dots\dots\dots(1)$$

$$V_D = \nu_1 \left(\frac{Z}{10} \right)^\alpha V_{10} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、

W ; 風荷重強度

ρ ; 空気密度

V_D ; 設計風速

C_D ; 抗力係数

ν_1 ; 水平方向ガスト補正係数

V_{10} ; 高さ10 mにおける基本風速

Z ; 構造物の高さ

α ; 高さ補正のべき数

上式より、 C_D 、 ν_1 、 α 、 V_{10} などが得られれば風荷重強度を求めることができるが、とりわけ基本的

でかつ重要なものは V_{10} である。道示⁴⁾では、この基本風速を全国一律に 40 m/s としているが、合理的な風荷重強度を算定するという観点から考えると、当公団の道路が建設される阪神地域における風の特徴を考慮することが望ましい。

次に、設計風速 V_D について考えてみると、道示では水平長補正係数 ν_1 を主として考慮し、

$$V_D = \nu_1 \cdot V_{10} = 1.4 \times 40 \div 55\text{ m/s}$$

として V_D を設定している。ここでは高さ方向の補正（風速の鉛直分布を考慮した補正）が積極的に考慮されていないが、一般には水平長による補正（ガスト応答補正）と高さ方向の補正は各々独立なものとして考えてよいこと、ならびに当公団の構造物の架設高さは $10 \sim 35\text{ m}$ の範囲で比較的大きく変動していることから、高さ方向の補正も考慮することが必要であると考えられる。

当公団の設計基準においては、まえがきにも述

べたように、道示の設計風速をもとに基本風荷重強度（高さ 10 m における風荷重強度）を求め、これに高さ方向の割増しあるいは並列橋の場合の割増しを考慮している。これらの補正を行った風荷重強度は、図-1のように道示の風荷重強度 450 kg/m^2 （プレートガーダー橋の場合）を上まわる場合が多く、断面偏平比が小さく、架設高さが 20 m を超えると道示の荷重強度の2倍以上にもなる。このような大きな荷重値が得られる理由の一つとして、道示の設計風速を用い、さらに高さ方向の割増しを行っていることが挙げられる。これについては、設計基本風速と高さ方向の補正の関連性を検討することが必要となろう。

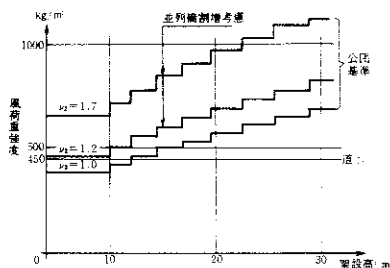
以上のことから、設計風荷重を設定するための重要な因子である基本風速、水平ガスト補正および高さ方向の補正について重点的に検討を行うことにした。

2. 基本風速の検討

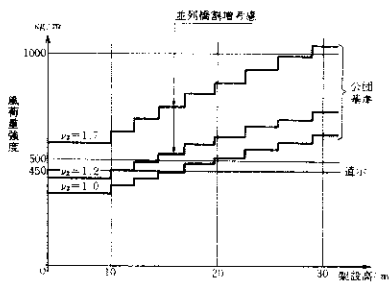
2-1 観測データによる再現期待値の推定

風速の再現期待値を推定する方法としては、観測データから求めた年最大風速を確率紙にプロットし、これに極値分布をあてはめて再現期待値を求めるのが一般的である。ここでも、全国164箇所の気象官署におけるデータのなかから、阪神地域に近い9地点（大阪、京都、上野、彦根、神戸、姫路、和歌山、洲本、奈良）の年最大風速をHazenの方法により確率紙にプロットし、これに極値分布をあてはめた。これらの結果の一部を図-2に示すが、この図から神戸の年最大風速の分布は極値I型分布に、また京都の風速データは極値II型分布によく適合している。しかしながら、大阪の風速分布はどちらかという極値II型に近似されるものの、風速の大きな3個のデータは極値II型の分布曲線からかなりはずれている。このことについては従来からしばしば議論がなされているが、これらの3個のデータをどのように扱うべきかの明確な考え方は確立されていない。

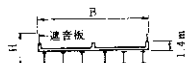
このように大阪における年最大風速の分布を極値分布にあてはめることについては議論の余地もあろうが、今回の検討では従来からの取扱いと同



(1) $B/H \leq 3$ 、 $C_0 = 2.0$ 、ランプ等

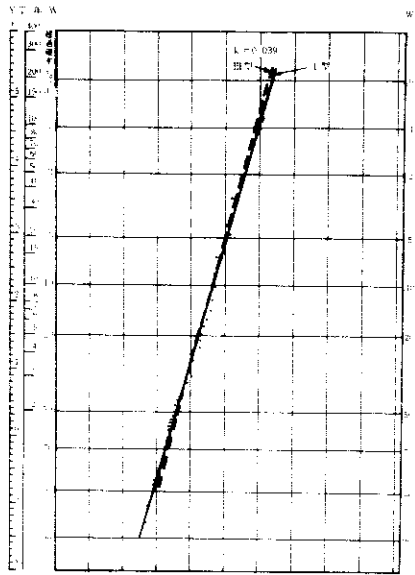


(2) $3 < B/H \leq 5$ 、 $C_0 = 1.8$ 、上: F線分離部等

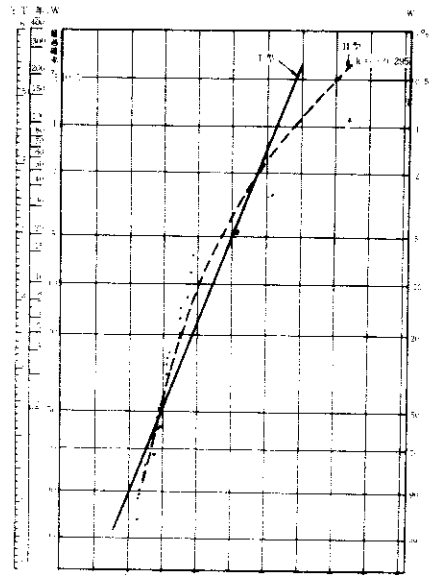


ν_2 : 並列橋の割増し係数

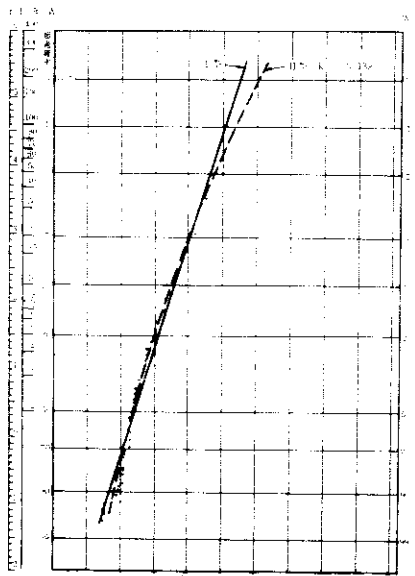
図-1 従来の公団基準と道示との比較



(1) 神戸



(2) 大阪



(3) 京都

図-2(1)~(3) 風速の再現期待値(極値分布)

様に極値Ⅱ型分布にあてはめて再現期待値を求め、最終的に阪神地域での基本風速を設定する際に工学的判断を加えることにした。また、大阪を除く8地点の年最大風速の分布は、極値Ⅰ型またはⅡ型に比較的良好に適合する。そこで、各地点での風速の再現期待値を再現期間100年(耐用年数50年、非超過確率60%)として、表-1のように求めた。

2-2 地形因子を考慮した風速の再現期待値

風速は地形の影響を大きく受ける。したがって、2-1で求めた再現期待値は観測所の位置する地点での値であるから、これらと地形条件の異なる地点での風速は変化することになる。

阪神地域における基本風速を設定する場合、この地域内で様々に変化する地形条件を考慮して、ある幅をもった風速の再現期待値を求めておくことが必要となろう。そこで、2-1で求めた9地点の再現期待値をもとに、それぞれの地点の地形因子を考えた多重回帰分析⁵⁾を行い、近畿圏における

表-1 風速の再現期待値(100年) (単位:m/s)

地点	大阪	神戸	京都	奈良	和歌山	洲本	姫路	上野	彦根
風速	33.9*	29.9	26.7*	26.2	35.5	46.3	24.3	25.0	28.9*

*は極値Ⅱ型分布を適用した値、その他は極値Ⅰ型分布による。

風速の再現期待値が得られるような回帰式を求めることにした。このような回帰式が得られると、当公団の構造物の建設が予定されるそれぞれの地点について風速の期待値を求めることができる。

多重回帰分析は、図-3に示す流れに従い、次のような多重変数回帰式で風速の再現期待値Vを求めることにした。

$$V = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_N x_N \dots (3)$$

ここに、

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_N$: 回帰係数

x_1, x_2, \dots, x_N : 表-2に示す地形因子値

ここで、上式中の地形因子をどのように定量化するかが問題であるが、建設省土木研究所の方法を参考にして表-2のように設定した。また、回帰係数 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_N$ は、観測データより求められた風速の再現期待値と観測地点の地形因子値の関係から最小二乗法により求めた。

上記のような多重回帰分析により、表-3に示すような風速の推定式を得た。表中のケース-1は、すべての地点の再現期待値を極値I型分布により求めたものであり、またケース-2は大阪、京都、彦根について極値II型をあてはめた場合である。また、阪神地域を湾岸部および内陸部に区分

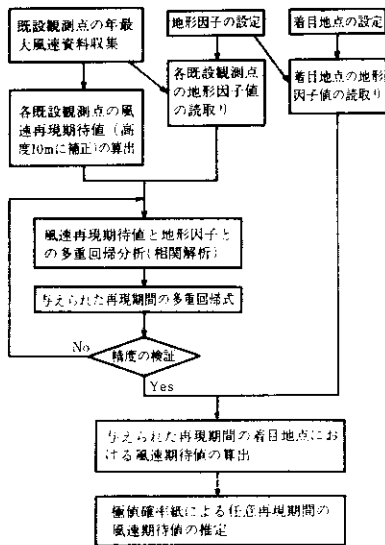


図-3 多重回帰式による相関解析の流れ図

表-2 地形因子の定義

(1) 風速計の標高 (X_1)
① 対象地点の標高に10m加えて表す(単位m)。
(2) 海岸度 (X_2, X_3, X_4)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 3, 5, 8$ Kmの円を描く。
② 円内の部分が全部海ならば10, 全部陸ならば0とし10から0までの数で表す。
(3) 陸度 (X_5, X_6, X_7, X_8)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 10, 20, 30, 40$ Kmの円を描く。
② 円内の部分が全部陸地ならば10, 全部海岸ならば0とし10から0までの数で表す(海岸度の逆である)。
(4) 開放度 ($X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 10, 20, 30, 40$ Kmの円を描く。
② 対象地点よりも200m高い地域を障害域として斜線で区別し、障害域のない開いた方向の角度(中心からの)の総和をもって表す(単位は度)。
(5) 起伏度 ($X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}$)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 5, 10, 15, 20$ Kmの円を描く。
② 円内の最高地点の標高と対象地点との標高との差で表す(単位m)。
(6) 勾配 ($X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}$)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 5, 10, 15, 20$ Kmの円を描く。
② 対象地点と円内の最高点との距離をdとし、対象点と最高点との標高差を Δh とするとき、勾配 $\alpha = \Delta h / d$ で表す。
(7) 障害距離 (X_{21})
① 対象地点より200m高い地域を障害域とする。
② 対象地点から障害域までの最短距離を求めて表す(単位は0.1Km)。
(8) 収束 ($X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}$)
① 対象地点を中心にして半径 $R = 5, 10, 15, 20$ Kmの円を描く。
② 対象地点よりも200m高い地域を区別し(例えば斜線)、斜線のある部分が最大になる直径軸X、およびそれに直角な直径軸Yを引く。
③ X軸、Y軸の斜線のない部分の長さをx、yとするとき収束値を $l = y / x$ で表す。

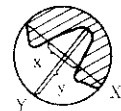


表-3 湾岸部および内陸部における風速の期待値(100年期待値)

ケース	因子 項目	湾岸部		内陸部	
		地形因子値	風速m/s	地形因子値	風速m/s
1	基本値		30.0		30.0
	陸度 X_8 R=40Km	6~7	-13.6~ -15.8	8~9	-18.1~ -20.3
	開放度 X_9 R=10Km	300~360	13.4~16.1	250~300	11.2~14.6
	勾配 X_{10} R=10Km	5~20	0.4~1.8	20~30	1.6~2.6
	合計(V_{100}) m/s		28.0~34.3		22.7~29.1
	推定式		$V_{100} = 30.0 - 2.26X_8 + 0.0448X_9 + 0.0880X_{10}$		
2	基本値		47.4		47.4
	陸度 X_8 R=40Km	6~7	-18.1~ -21.1	8~9	-24.1~ -27.1
	起伏度 X_{14} R=10Km	10~100	-0.2~ -1.7	200~300	-3.4~ -5.2
	収束 X_{25} R=20Km	1.0~1.2	9.18~11.0	1.1~1.2	10.1~11.0
	合計(V_{100}) m/s		34.4~40.1		25.2~30.9
	推定式		$V_{100} = 47.4 - 3.61X_8 - 0.0172X_{14} - 9.18X_{25}$		

し、それぞれの地域において想定される地形因子値をある幅をもって設定することにより、湾岸部および内陸部をグローバルに見た風速の100年期待値を回帰式から求めた(表-3の合計欄を参照)。

2-3 基本風速の設定

前節において、近畿圏の風速データをもとにして風速の再現期待値に関する回帰式を求めたが、建設省土木研究所⁶⁾においても全国レベルで同様の多重回帰分析を行い、次に示すような回帰式が求められている。

$$V_{100} = 37.0 + 0.00919X_{12} + 1.07X_2 + 0.0145X_1 - 1.37X_8 - 0.00883X_{13} + \Delta V_{100} \dots\dots\dots 4)$$

ここに、

V_{100} ; 再現期間100年の風速の期待値

$X_{12}, X_2, X_1, X_8, X_{13}$; 表-2参照

ΔV_{100} ; 地域補正值(大阪周辺は $\Delta V_{100} = 2.0$ m/s)

この式を湾岸部および内陸部の数地点にあてはめたもの、さらに気象庁が過去の観測データをもとに極値I型分布のあてはめを行い、各地の再現期待値(再現期間100年)を求めたもの⁷⁾を参考値として、今回算出した風速値ともあわせて一覧表

表-4 最大風速の期待値(100年期待値)一覧表

(1) 湾岸部		
推定方法	地点	100年期待値(m/s)
1) 今回算定(ケース1)		28.0~34.3
2) " (ケース2)		34.4~40.1
3) 土研式	此花	36.4
4) "	岸和田	34.6
5) "	神戸	28.9
6) 気象庁	和歌山	40.9
7) "	徳島	37.8
(2) 内陸部		
推定方法	地点	100年期待値(m/s)
1) 今回算定(ケース1)		22.7~29.1
2) " (ケース2)		25.2~30.9
3) 土研式	池田	25.9
4) "	寝屋川	25.6
5) "	富田林	27.2
6) 気象庁	京都	26.4

に示したのが表-4である。

この表から湾岸部と内陸部の風速差はそれぞれの最大値を比べると10m/s程度であり、基本風速を設定する場合、湾岸部と内陸部で別個に定めるのが合理的であると考えられる。そこで、表-4中の最大値程度を基本風速として設定するものとし、内陸部については30m/sとしたが、湾岸部については過去に大阪港付近で42m/sの風速が観測された資料もあることからこの風速値を基本風速とした。

3. ガスト応答補正に関する検討

自然風の風速は時間的にも空間的にも変動する。この風速の時間的変動によって構造物には変動空気力が作用し、不規則な振動応答が生じるため、平均風速による構造物の静的応答に風の乱れによる動的増幅効果を付加しておく必要がある。この風速変動による影響を考慮した補正を一般にガスト応答補正と称しているが、この種の補正係数を求めるためにいくつかの手法、考え方が提案されている。

ここでは、設計基準で対象としている橋梁が比

表-5 ν_1 の計算結果

較的剛性の大きな中小橋であること、ならびに道示の考え方も整合を図ることから、構造物の振動特性（メカニカル・アドミッタンス）は無視し、風速の時間的・空間的変動性のみを考慮した応答解析法により、水平方向のガスト補正係数を求めることにした（本州四国連絡橋公団の耐風設計基準⁸⁾における水平長さの補正係数 ν_2 に相当する）。

水平方向に長い構造物に不規則な変動風が作用したとき、全体風圧の最大値に等価な等分布風圧を与える換算風速と平均風速との比をもって、水平ガスト補正係数 ν_1 と定義すると、 ν_1 は次のように表される。

$$\nu_1 = \sqrt{1 + g \cdot \sigma_p / \bar{P}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

ここに、

g ; 風圧の最大応答倍率

σ_p ; 全風圧の変動成分に対する標準偏差

\bar{P} ; 10分間平均風速より求まる静的風圧

上式の g および σ_p は、水平に長い構造物に作用する抗力成分のパワースペクトル密度 $S_p(f)$ より求められるものであるが、これらについての詳細は文献8)を参照されたい。

ガスト補正係数 ν_1 を計算するには、まず変動風速のパワースペクトル $S_u(f)$ を設定しなければならない。ここでは、このパワースペクトルとして日野⁹⁾ならびにDavenport¹⁰⁾の提案式を用いた。次に、 $S_u(f)$ 、平均風速 V_{10} 、空間相関を表す係数 K_1 を与えることにより $S_p(f)$ が定まり、これより式(5)における g および σ_p が求められる。

このような計算手順により、内陸部ならびに湾岸部それぞれについて、橋梁の水平長および高さが増加した場合の ν_1 を求めた。この結果を表-5に示すが、 ν_1 は、地表面の粗度係数 K_r 、空間相関係数 K_1 、パワースペクトル $S_u(f)$ の特性などに影響されるので、計算ケースごとにこれらを変化させて影響を調べた。その結果、 K_1 の値が変化したことによる ν_1 への影響はわずかであり、スペクトルの影響も1-4と1-5の計算ケースを比べてほとんど差のないことがわかる。しかし、 K_r については1-1と1-4の計算ケースを比較すると10%程度の差がみられる。

(1) 内陸部 ($V_{10} = 30 \text{ m/s}$)

ケース	Z/m	l/m		
		50	100	200
1-1	10	1.60	1.54	1.48
	20			
	30	1.50	1.45	1.40
	50	1.45	1.41	1.37
1-2 ()内は $V_{10}=35 \text{ m/s}$ の値	10	1.57 (1.51)	1.51 (1.45)	1.44 (1.40)
	20	1.51	1.46	1.39
	30	1.48	1.43	1.37
	50	1.43	1.39	1.34
1-3	10	1.55	1.48	1.41
	20			
	30	1.46	1.40	1.35
	50	1.42	1.37	1.32
1-4	10	1.44	1.39	1.33
	20			
	30	1.36	1.32	1.28
	50	1.33	1.30	1.26
1-5	10	1.38	1.32	1.25
	20			
	30	1.30	1.25	1.20
	50	1.27	1.23	1.18

細ケース 1-1 $K_r=0.015$ $K_1=7$ スペクトル日野式
 1-2 " $K_1=10$ " "
 1-3 " $K_1=13$ " "
 1-4 $K_r=0.0075$ $K_1=7$ " "
 1-5 " $K_1=7$ " Davenport式

(2) 湾岸部 ($V_{10} = 42 \text{ m/s}$)

ケース	Z/m	l/m		
		50	100	200
2-1	10	1.30	1.27	1.23
	20			
	30	1.28	1.25	1.22
	50	1.27	1.24	1.22
2-2	10	1.29	1.25	1.21
	20	1.27	1.24	1.21
	30	1.27	1.24	1.21
	40	1.26	1.23	1.20
2-3	10	1.27	1.23	1.20
	20			
	30	1.26	1.23	1.19
	50	1.27	1.22	1.19

細ケース 2-1 $K_r=0.003$ $K_1=7$ スペクトル日野式
 2-2 " $K_1=10$ " "
 2-3 " $K_1=13$ " "

これらの計算結果より、設計風速を算定するための ν_1 を与えることになるが、 K_r の影響が大きいため、内陸部と湾岸部で別個の値を与える方が合理的であると考えられる。そこで、構造物の高さ Z および長さ l に関係なく、次のような値を与えることにした。

内陸部 $\nu_1 = 1.5$ 、湾岸部 : $\nu_1 = 1.3$

なお、内陸部については表-5(1)中の ν_1 の値が K_r

= 0.015 のケースで 1.5 を超える場合もあるが、Davenport の推奨する都市の市街化地区における Kr は 0.003 ~ 0.005 であることも考慮すると、 $Kr = 0.015$ は過大な値であると考えられ、ケース 1-4、1-5 の中での最大値程度を採用することとした。

4. 風速の鉛直分布に関する検討

風速は地表面からの高さによって変化しており、この変化の状態を風速の鉛直分布と呼んでいる。風速の鉛直分布に関係する因子は、地表面の粗度、地形などであり、たとえば、海面や平坦な地形の草原と建物の建ち並ぶ市街地とは鉛直分布の特性は大きく異なる。当公団の道路が建設される地域においても、地表面の粗度あるいは地形はさまざまであり、この鉛直分布特性を考える場合、基本風速や水平ガスト補正係数の設定において考えたのと同じように、湾岸部と内陸部とに分けて考えるのが妥当であろう。

風速の鉛直分布特性の与え方は、対数法則またはべき法則に沿ったものが一般的であるが、道示を初めとしほとんどの設計基準がべき法則によっていることから、ここでもべき法則に従って検討する。

高さ Z_m における風速を V_z とすると、べき法則によった場合、次の関係式が成り立つ。

$$\frac{V_z}{V_{10}} = \left(\frac{Z}{10}\right)^\alpha \dots\dots\dots(6)$$

ここに、

V_{10} : 高さ 10m における風速

ここでは、上式におけるべき数 α を湾岸部と内陸部について推定することになる。

湾岸部については、堺市沿岸の開けた場所において、高さ方向に配置された 4 台の風速計（高さ：65.97, 141, 162 m）により風速の同時測定を行ったデータが得られているので、これを解析し、べき数 α を得ることとした。解析に用いるデータは、観測データの中から風速の大きい順に 40 個、計 160 個の風速データを選び出し、これらについて指数回帰式をあてはめ、べき数 α を求めた。こ

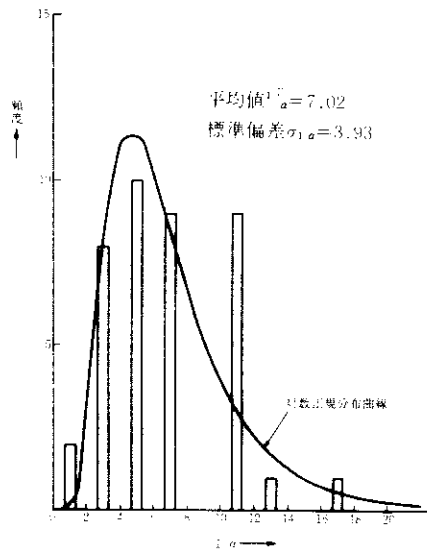


図-4 α 値の分散

の解析結果を α 値の頻度分布として図-4 に示す。この解析結果から、 α の平均値として $1/7.02$ が得られた。また文献などで海岸地帯の α として $1/10 \sim 1/7$ という値が報告されていることもあわせて、湾岸部での α を $1/7$ とした。

内陸部については、阪神地域における測定例もないことから、東京管区気象台の東京タワーでの実測値をもとにして $\alpha = 1/4$ とした。

5. 設計風荷重強度の算定

これまでの検討により設定された基本風速、水平方向ガスト補正係数および高さ方向補正のべき数を従来の設計基準で用いていた数値と対比して表-6 に示す。これらの諸数値に加えて抗力係数

表-6 設計風速設定のための諸数値

補正係数および基本風速	今回設定した諸数値		旧基準における諸数値
	湾岸部	内陸部	
水平ガスト補正係数 C_d	1.3	1.5	1.4
高さ補正のべき数 α	$1/7$	$1/4$	$1/4$
基本風速 V_{10}	42 (m/S)	30 (m/S)	40 (m/S)

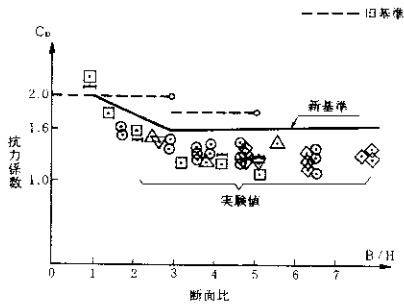


図-5 抗力係数 C_D と断面比 B/H の関係

を与えると設計風荷重強度が求まるが、これについて従来の基準は断面偏平比 B/H を三つの範囲に区分し、それぞれの範囲に対して抗力係数を設定していた。すなわち、 $B/H \leq 3$ の場合、 $C_D = 2.0$ 、 $3 < B/H \leq 5$ の場合、 $C_D = 1.8$ 、 $B/H > 5$ の場合、 $C_D = 1.6$ として与えていた。しかしながら、このような値の設定は不連続点があるため基準の運用上混乱を生じる可能性があること、ならびに実際の $C_D - B/H$ 曲線が連続的な変化をすることなどから、図-5に示すような連続線として抗力係数を与えるように設計基準を改訂した。

以上のごとく設定された諸数値を用いて、設計風速および基本風荷重強度を計算すると以下のようなになる。なお、ここでは設計風速を求める際に高さ方向の補正を考慮せず、風荷重強度の算定において高さの割増し係数を乗ずるものとする。ま

た、基本風荷重強度は高さ10mにおける風荷重強度を意味する。

(1) 設計風速 V_D の計算

- 湾岸部 $V_D = V_1 \cdot V_{10} = 1.3 \times 42 \div 55 \text{ m/s}$
- 内陸部 $V_D = V_1 \cdot V_{10} = 1.5 \times 30 = 45 \text{ m/s}$

(2) 基本風荷重強度 w_0 の計算

- 湾岸部

$1 \leq B/H < 3$ の場合

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_D = 187.5 \times (2.2 - 0.2 B/H) \div (420 - 40 \cdot B/H) \text{ kg/m}^2 \dots\dots(7)$$

$B/H \geq 3$ の場合

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_D = 300 \text{ kg/m}^2 \dots\dots(8)$$

- 内陸部

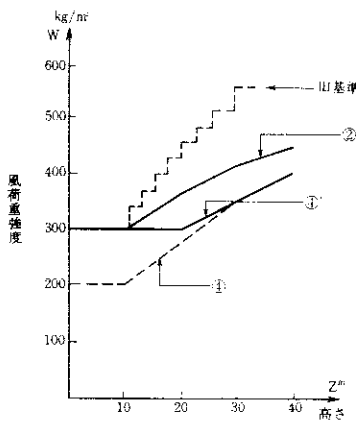
$1 \leq B/H < 3$ の場合

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_D = 125 \times (2.2 - 0.2 B/H) \div (275 - 25 B/H) \text{ kg/m}^2 \dots\dots(9)$$

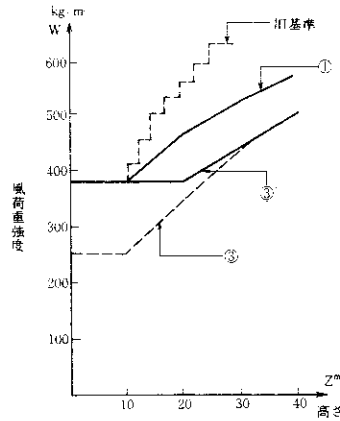
$B/H \geq 3$ の場合

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_D = 200 \text{ kg/m}^2 \dots\dots(10)$$

これらの基本風荷重強度に高さ方向の補正を考慮して、設計風荷重強度と高さの関係について示したものが図-6である。この図に示す①~④の曲線は上記の式(7)~(10)より求めた高さ10mにおける風荷重強度をもとにそれぞれが求められているが、内陸部については局地的な地形あるいは高い建物などによる影響なども考慮に入れ、工学的見地から内陸部の曲線③、④を③、④に摺り合わせている。



(1) $B/H \geq 3$ の場合



(2) $B/H = 1$ の場合

図-6 高さと風荷重強度の関係

したがって、内陸部においても実質的には高さ20 mまでの設計風速が55 m/sとなる。

以上が設計風荷重の算定手順およびその考え方であるが、このようにして求めた風荷重強度を昭和59年4月付で改訂した設計基準第2部「2-4 風荷重」の項に組み込んでいる。

あとがき

今回の検討の中で、阪神地域における基本風速の設定に関しては幾つかの難しい問題を含んでいた。特に、大阪の風速データから再現期待値を推定する際に極値分布の適合性が悪く、推定精度に関して問題がある。これについては再三議論を重ねたが、今後の課題として残すことになった。この問題を解明するための手がかりをつかむために台風についてさらに十分な調査が必要であると思われる。

設計風荷重の問題を考える場合、現行の許容応力度法による設計体系の中ではその荷重強度と設計安全率が表裏一体となって議論される必要があろう。今回の一連の検討の中でも、風荷重時の設計安全率に関して若干の検討を行ってみたが、紙面に公表するまでの成果は得られなかった。この問題に関しては、さらに一層の検討を進めなければならないと考えている。

最後に、今回の調査ならびに検討にあたっては設計荷重委員会、風荷重分科会ならびに技術審議

会鋼構造分科会の委員の方々から御指導を賜った。ここに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団、設計基準第2部構造物設計基準、昭和53年4月
- 2) 阪神高速道路公団、プラスチック板等を有する桁橋の風洞実験報告書、昭和52年3月
- 3) 阪神高速道路公団、設計荷重(HDL)委員会報告書、第3編風荷重分科会報告(別冊2)、昭和59年3月
- 4) 道路橋示方書・同解説-共通編、日本道路協会、昭和55年2月
- 5) たとえば、岡内他;耐風構造、丸善、昭和52年5月
- 6) 建設省土木研究所、設計基本風速の調査に関する報告書、昭和52年3月
- 7) 日本各地の年最大風速、日本気象協会、昭和51年1月
- 8) 本州四国連絡橋公団、耐風設計基準(1976)同解説、昭和51年3月
- 9) 日野;瞬間最大値と評価時間の関係、特に突風率について、土木学会論文報告集、No.117、1965年
- 10) Davenport, A.G.; The Spectrum of Horizontal Gustiness near the Ground in High Winds, Q.J.Roy.Met. Soc., Vol.87, 1961