硬質地盤上に建つボックス構造物の地震動に対する応答性状 ―パラメータ解析―

Response due to Earthquake Excitation of Box Shaped Structure on Rock —Parametric Study—

> 阿世賀 宏* Hiroshi Asega

長谷部廣行** Hiroyuki Hasebe

小林 孝至** Takayuki Kobayashi

要 約

本報告は、硬質地盤上に建つボックス構造物の地震応答性状が、当該構造物の剛性、地 盤の定数及び入力地震動の変化によってどのように影響されるかをパラメータ解析によっ て調べたものである。解析の結果、次のようなことがわかった。

- (1) ボックス構造物のせん断剛性の変化は、地震動によるボックス構造物の最大応答値 に大きく影響する。
- (2) 地盤の減衰定数の大小は、ボックス構造物の地震動による最大応答値に大きく影響する。
- (3) 入力地震動の位相のちがいは、ボックス構造物の地震動による最大応答値にほとん ど影響しない。
- 目 次
 - §1. はじめに
 - §2. 解析モデルの諸元
 - §3. 上部構造の剛性の変化による応答性状
 - §4. 地盤条件の変化による応答性状
 - §5. 入力地震動による応答性状
 - §6. 固有値,モード減衰定数及び基本モデルに 対する応答比
 - §7. まとめ
 - §8. おわりに

§1. はじめに

昭和40年代後半のオイルショック以降、急速に建設件 数が増加している原子炉建屋は、一般の構造物に比較し て剛性が高く、かつ硬質地盤上に建設されている。原子 炉建屋の耐震安全性は、じゅうぶんな余裕度を確保した 設計がなされている。更に安全性追求のための研究が進 み、耐震設計法及び解析手法は急速な進歩を遂げている。 ここに安全性を確認する目的でなされる建屋の地震応答 解析において、構造物の剛性、建屋と地盤の相互作用に おける地盤条件及び入力地震動などの適切な設定は重要 な要素である。

本報告は、硬質地盤上にあるボックス形状の構造物を 想定し、構造物の剛性,地盤条件及び入力地震動による ボックス構造物の地震応答性状におよぼす影響を調べ, 地震応答解析における適切な解析モデル設定の基礎資料 を得ることを目的として、パラメータ解析をおこなった ものである。

§2. 解析モデルの諸元

2-1 基本モデル

パラメータ解析における比較の基準とした基本の地震 応答解析モデルを Fig.1 に示す。同モデルのボックス構 造物の諸元と物性値,また、地盤と基礎版の諸定数及び

^{*}技術研究部原子力室係長

^{**}技術研究部原子力室

基礎の諸元を Table 1~4 に示す。

地震応答解析モデルは、ボックス構造を4質点、基礎 を1質点とし、基礎底面に地盤の回転と水平のばねを設 けた地盤一構造物連成系の曲げせん断型とした。

上記の諸元により求めた基本モデルの固有周期及び刺 激関数を Fig.2 に示す。以下ボックス構造物を上部構造 物とよぶ。





Fig.2 刺激関数と固有周期(基本モデル)

Table1	上部構造物((基本モデル)の諸元
			/ */HU/U

質点 番号	質点高さ EL.(m)	重量 (t)	部材 番号	せん断断面積 (m ²)	断面2次モーメント (m ⁴)
1	9.5	3,000	1	80.	34,691.67
2	17.5	3,000	2	80.	34,691.67
3	25.5	3,000	3	80.	34,691.67
4	33.5	3,000	4	80.	34,691.67

Table2 上部構造物の物性値

上部構造物	ヤング係数(kg f/cm²)	せん断弾性係数(kg f/cm²)	減衰定数(%)
鉄筋コンクリート構造物	2.1×10 ⁵	0.9×10^{5}	5

Table3 地盤(基本モデル)及び基礎の諸定数

地盤の定数	橫波速度 Vs(km/s)	1.0
	縦波速度 $V_p(km/s)$	2.0
	単位体積重量 r (t/m ³)	1.8
	ポアソン比 v	0.33
~	動弾性係数 E(kgf/cm ²)	4.96×10 ⁴
基礎	短辺×長辺 (m)	31.0×41.0
形状	基礎版の厚さ (m)	3.0

Table4 基礎(基本モデル)の諸元

地諸	回転ばね定数 KR (tm/rad)	4.584×10 ⁹
愛し	水平ばね定数 K. (t/m)	1.400×10 ⁷
基諸	重量回転慣性 Lo (t·m ²)	12.675×10^{5}
72度 几 の	重量 Wo(t)	9.000

2-2 パラメータ

解析した各種パラメータの一覧を Table 5 に示す。上 部構造物の剛性のパラメータとしては、曲げ剛性の影響 をみるためボックス壁のフランジ部分の幅を変化させた もの(パラメータ: F08, F06, F04),せん断剛性の影響 をみるために、ボックス壁のウェブ部分の断面積を変化 させたもの(AS08, AS06, AS04),また、剛性の分布に よる影響をみるため高さ方向の壁厚を変えたもの(t1, t2) である。

地盤条件としては、地盤の横波・縦波の速度及び単位 体積重量を変えて、それにともなう地盤の剛性と減衰を パラメータとした(GR2, GR3, GR2-20, GR3-20, h05~h40)。また入力地震動の位相の影響を調べるため に設計用応答スペクトルを定め、そのスペクトルに適合 する模擬地震波を作成し、それに用いた位相のちがいを パラメータとした(C-2, C-3)。

2-3 入力地震動

パラメータ変動の基準となる地震応答解析に用いた入 力地震動(C-1)は、設計用応答スペクトルとして大崎ス ペクトル(マグニチュード8.0,震源距離100km)に適合 する模擬地震波を用いた。ただし、模擬地震動作成に用 いた位相は1940年 EL. CENTRO NS 成分のものであ る。設計用応答スペクトル及び作成した模擬地震動(C-1)の応答スペクトルを Fig.3 に示し、加速度時刻歴を Fig.4 に示す。最大加速度値は261.68gal である。

2-4 地盤剛性と減衰定数

基礎は地盤ばねに支持されているものとした。地盤の 回転ばねと基礎底面の水平ばねは,地盤を半無限弾性体

137-8		44 1	t/	い新新市	面積		フランジ幅		厚さ	分布	地盤	条件	地震波		地盤減衰定数				(地盤剛性	
	抗	基 本	AS04	AS06	AS08	F04	F06	F08	tı	t 2	GR2	GR3	C-2	C-3	h05	h10	h20	h30	h40	GR2-20	GR3-20
t	AS-1(m ²)	80.0	32.0	48.0	64.0				80.0	80.0											
ん断	AS-2(m ²)	80.0	32.0	48.0	64.0				66.4	55.2											
新雨	AS-3(m ²)	80.0	32.0	48.0	64.0				52.0	37.6											
積	AS-4(m ²)	80.0	32.0	48.0	64.0				38.4	27.2											
185	I-1(m ⁴)	34,691.67				20,288.67	25,089.67	29,890.67	34,691.67	34,691.67											
23	I-2(m ⁴)	34,691.67				20,288.67	25,089.67	29,890.67	28,787.63	23,928,21										_	
1×	I-3(m ⁴)	34,691.67				20,288.67	25,089.67	29,890.67	22,540.20	16.925.93											
F	I-4(m4)	34,691.67				20,288.67	25,089.67	29,890.67	16,672.76	11,787.65							L	-			
地	$K_R(\times 10^9 \text{tm}/\text{rad})$	4.584									11.485	22.452								11.485	22.452
麗		$(V_{\rm S}=1,000)$									$(V_s = 1, 500)$	$(V_S = 2,000)$							-	$(V_{\rm S} = 1, 500)$	$(V_{\rm S} = 2,000)$
12	Ks(×10'tm/rad)	1.400									3.507	6.856								3.507	6.856
	地震波	EL.CENTRO											TAFT	RANDOM							
e	上部構造物	*													5	5	5	5	5	5	5
夏	(%)	*													Ľ	Ľ	Ĺ	_	Ĺ		
定数	地 盤 (%)	*			:										5	10	20	30	40	20	20

Table5 パラメータ一覧

SI (cm) DESIGN EARTHQUAKE (C-1) 50 i GAL So) (cm/sec)60 10 Ś VELOCITY 0 Q. S 0.01 0.05 0.1 0.5 PERIOD (sec) Fig.3 応答スペクトル 10 15 20 25 30 35 40 250 en senten ///// - 250^y DESIGN EARTHQUAKE (C-1) MAX. VALUE = 261.6823 AT 2.0400 sec. Fig.4 加速度時刻歷

と考え、回転ばねに対しては三角形分布を,また,水平 ばねに対しては一様分布としている田治見の矩形基礎の 式を用いて算出した。

地盤の減衰は、前述の地盤の諸元を用いて田治見の振動アドミッタンス理論により求めた。ただし、応力分布 は回転方向に対し三角形分布、水平方向に対し一様分布 と仮定して複素剛性を算出した。この複素剛性から振動 数に依存する地盤減衰定数を求めた。また、上部構造の 減衰定数は一律5%一定とした。地震応答解析に用いた モード減衰定数は、次のように算出した。

上記の減衰定数を hei として、それを部材別に与えて j次の固有モード { ¢ } と部材間性マトリックス [Kei] より j次のモード減衰定数 hj を、下式で求めた。

$$hj = \frac{\sum_{i=1}^{n} \cdot hei \cdot \frac{1}{2} \{\phi_{i}^{j}\}^{\overline{T}} \cdot [kei] \cdot \{\phi_{i}^{j}\}}{\sum_{i=1}^{n} \cdot \frac{1}{2} \{\phi_{i}^{j}\}^{\overline{T}} \cdot [kei] \cdot \{\phi_{i}^{j}\}}$$

ただし、地盤の部材減衰定数は、固有値解析結果の各次

*印:モード減衰定数を直接入力、また、空欄は基本モデルと同じ。

の振動数に対応した、振動アドミッタンス理論よる値と した。

§3. 上部構造の剛性の変化による 応答性状

3-1 曲げ剛性の影響

上部構造物の曲げ剛性が,地震動に対する上部構造物 の応答におよぼす影響をみるため,基本モデルのフラン ジ部分の幅を,80,60,40% (F08,F06,F04) に変化 させて地震応答解析をおこなった。ただし,その他の諸 元は,基本モデルと同一とした。

加速度,変位,せん断力及び曲げモーメントの最大応 答値を Fig.5 に示す。結果は,各最大応答値においてフ ランジ幅の変化による著しい差異は生じなかった。

3-2 せん断剛性の影響

せん断剛性が地震動による上部構造物の応答におよば す影響をみるため、上部構造物のウェブ部分の断面積を せん断断面積として、基本モデルのウェブの全断面積の 80,60,40% (AS08,AS06,AS04)と変化させて地 震応答解析をおこなった。ただし、その他の諸元は基本 モデルと同一とした。加速度、変位、せん断力及び曲げ モーメントの最大応答値を Fig.6 に示す。

その結果は加速度,変位,せん断力及び曲げモーメン トすべての最大応答値に変化がみられ,特に最大応答変 位はせん断断面積が減るにしたがって著しく増大する傾 向を示した。

3-3 上部構造の剛性分布の影響

上部構造物の高さ方向の壁厚の分布を台形分布(t1)と した場合と2次曲線分布(t2)とした場合の地震応答解析 をおこなった。ただしその他の諸元は基本モデルと同一 とした。加速度,変位、せん断力及び曲げモーメントの 最大応答値を Fig.7 に示す。 最大応答加速度と最大応答変位は、上部構造の項部に おいて壁厚の分布のちがいによる差がみられ、加速度で は台形分布が最も大きく、次いで2次曲線分布、一様分 布の順となった。また、変位では2次曲線分布が最も大 きく台形分布、一様分布の順となった。ただし、最大応 答せん断力と最大応答曲げモーメントについては著しい 差異はみられなかった。



Fig.6 最大応答値(せん断断面積)

§4. 地盤条件の変化による応答性状

4-1 地盤の減衰定数を一定とした場合

地盤剛性の変化の影響をみるため地盤の横波速度を基 本モデルの1000m/sec.(h20)から、1500、2000m/sec.



(GR2-20, GR3-20) と変化させ,かつ振動数に依存し ないものとして,地盤の減衰定数を20%一定として地震 応答解析をおこなった。加速度,変位,せん断力及び曲 げモーメントの最大応答値を Fig.8 に示す。

地盤条件で横波速度が大きくなるほど最大応答加速度 は大きくなり,最大応答変位は逆の結果となった。しか し,加速度,変位,せん断力及び曲げモーメントの最大 応答値ともパラメータのちがいによる大きな変化は示さ なかった。

4-2 地盤の剛性を変化させ、かつ地盤減衰も振動数 によって変化させた場合

地盤剛性は4-1の場合と同様に基本モデルの地盤の 横波速度1000m/secから、1500、2000m/sec(GR2, GR3)と変化させ、さらに地盤の減衰定数を振動アドミ ッタンス理論より求め、モデルの固有振動数に依存した 場合の地震応答解析をおこなった。加速度、変位、せん 断力及び曲げモーメントの最大応答値を Fig.9 に示す。 最大応答変位はパラメータの変化により多少の変化を示 したが、他の最大応答値には大きな変化はみられなかっ た。次に、振動アドミッタンス理論で求めた地盤の回転 ばね、水平ばねの減衰定数を Fig.10 に示す。これによ ると地盤の減衰定数は地盤の横波速度が大きくなるほど 同じ振動数に対し減少する傾向を示し、また、振動数が 高くなるにつれ増加する傾向を示している。

4-3 地盤の剛性を一定にして地盤の減衰定数を変化 させた場合

地盤の回転及び水平ばねは基本モデルと同一とし,地 盤の減衰定数を振動数に依存させずに 5, 10, 20, 30, 40%と変化させた場合 (h05~h40)の地震応答解析をお こなった。加速度,変位,せん断力及び曲げモーメントの最大応答値を Fig.11 に示す。

加速度,変位,せん断力及び曲げモーメントの最大応 答値は,地盤の減衰定数の変化にともなって大きく変化 を示し,減衰定数の値が大きくなるにつれて最大応答値 のすべてが小さくなった。





'§5. 入力地震動による応答性状

前述の解析に用いた入力地震動(C-1)と同様の方法 で、大崎スペクトル(マグニチュード8.0,電源距離100 km)を設計用応答スペクトルとし、それに適合する模擬 地震動を2ケース作成した。1つは TAFT EW 成分







の位相を用い,他は位相をランダムとし,強度関数を Jenings型として作成した。ただし,応答モデルの上部構 造物の諸元はすべて基本モデルと同一とした。

TAFT の位相を用いた模擬地震動 (C-2) の加速度時 刻歴を Fig.12 に, ランダム位相を用いた模擬地震動(C -3)の加速度時刻歴を Fig.13 に示す。TAFT の位相を 用いた場合 (C-2)の最大加速度は310.07gal, ランダム 位相のもの (C-3)は、242.76gal である。

入力地震動の位相のちがいによる加速度,変位,せん 断力及び曲げモーメントの最大応答値を Fig.14 に示 す。

これによれば,各最大応答値は多少の差があるものの, 大きな変化はみられなかった。



DESIGN EARTHQUAKE (C-3) MAX. VALUE=242.7552 AT 31.7200 sec Fig.13 加速度時刻歷



Fig.14 最大応答值(地震波)

§6. 固有値, モード減衰定数及び基本 モデルに対する応答比

6-1 固有值

前述までの地震応答モデルによる固有周期を Table 6 に示す。これによればせん断剛性のパラメータの場合、 1次固有周期は0.2008~0.1633sec となり、せん断断面 積を減らすにしたがい長くなっている。曲げ剛性のパラ メータの場合、0.1605~0.1561sec となり、せん断剛性 のパラメータと同様にフランジ幅を減らすにしたがい1 次固有周期は長くなっている。高さ方向の剛性分布のち がいによる影響をみた場合、1次固有周期は台形分布で 0.1633sec、2次曲線分布においては、0.1721sec となっ た。地盤の横波速度を1500m/sec から2000m/sec とし た場合では、1次固有周期が0.1329sec~0.1250sec と なり、地盤の横波速度が大きくなるにしたがって1次固 有周期が短くなっている。 以上のパラメータの変化による1次固有周期は, 0.1253~0.2008secの範囲にあり,入力地震動の応答ス ペクトル (Fig.3)と比較してみると,加速度,速度及び 変位とも周期が長くなるにしたがい応答が増加している。

Table6 固有周期一覧(単位sec.)

次数 モデル	1次	2次	3次	4次	5次	6次
基本モデル	0.1549	0.0545	0.0346	0.0280	0.0234	0.0195
AS04	0.2008	0.0658	0.0461	0.0370	0.0308	0.0302
AS06	0.1766	0.0590	0.0414	0.0313	0.0285	0.0252
AS08	0.1633	0.0561	0.0376	0.0290	0.0259	0.0218
F04	0.1605	0.0558	0.0354	0.0285	0.0237	0.0196
F06	0.1579	0.0552	0.0351	0.0283	0.0236	0.0196
F08	0.1561	0.0548	0.0348	0.0281	0.0235	0.0195
t1次	0.1633	0.0589	0.0400	0.0301	0.0272	0.0222
t 2 次	0.1721	0.0630	0.0435	0.0333	0.0284	0.0237
GR 2	0.1329	0.0432	0.0294	0.0235	0.0195	0.0193
GR 3	0.1253	0.0409	0.0253	0.0212	0.0193	0.0144

6-2 モード減衰定数

各パラメータごとのモード減衰定数を Table 7(1) ~(2)に示す。これによれば、モード減衰定数の値はせん 断断面積を減らすにしたがい減少している。同様に、フ ランジ幅を減らすにしたがいモード減衰定数は減少して いる。

高さ方向の剛性分布を変えた場合,1次モード減衰定 数は台形分布で7.526%,2次曲線分布では,6.876%と なっている。地盤の横波速度をパラメータとした場合, 横波速度が大きくなるにしたがいモード減衰定数が減少 している。以上のパラメータの変化による各モデルのモ ード減衰定数は,1次で8%以下であり,2~4次におい ては20~40%の値を示し,高次において地盤の減衰定数 の影響を受けていることがわかる。一方,地盤の減衰定 数が振動数に依存せず一定として,地盤の減衰定数の大 小による場合,1次のモード減衰定数の値は5~20%と なった。地盤の減衰定数の大小によって大きく1次モー ド減衰定数は変化している。

6-3 基本モデルに対する応答比

基本モデルの地震動に対する上部構造の最大応答値と、 各パラメータの変化における最大応答値の比を Table 8 に示す。表中太線内は、基本モデルの応答値の1.1倍以 上又は0.9倍以下となった部分を示す。

これによると、せん断断面積をパラメータとした場合 の内で、特に基本モデルのせん断断面積の40~60%とし たものは、基本モデルの加速度、変位、せん断力及び曲 げモーメントの最大応答値に対し、1割以上の差を示し ている。

次数 モデル	1次	2次	3次	4次	5次	6次
基本	0.08383	0.46892	0.19834	0.48512	0.09379	0.05134
AS04	0.06079	0.19214	0.42222	0.15643	0.06063	0.58179
AS06	0.06732	0.32763	0.32765	0.25006	0.40507	0.05254
AS08	0.07595	0.41530	0.24657	0.45679	0.15339	0.05168
F04	0.07803	0.44104	0.23210	0.49948	0.08887	0.05146
F06	0.08058	0.45315	0.21641	0.49410	0.09064	0.05141
F08	0.08241	0.46193	0.20585	0.48929	0.09229	0.05137
t 1	0.07526	0.35113	0.29932	0.29710	0.31650	0.06256
t 2	0.06876	0.27979	0.33023	0.22571	0.42778	0.08823
GR 2	0.05762	0.18449	0.45151	0.16050	0.06390	0.60306
GR 3	0.05110	0.08422	0.18932	0.46298	0.14115	0.68472

Table7 モード減衰定数一覧(1)

モード減衰定数一覧(2)

次数 モデル	1次	2次	3次	4次	5次	6次
h05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h10	0.07249	0.08526	0.05871	0.08082	0.05265	0.05008
h20	0.11746	0.15577	0.07612	0.14247	0.05795	0.05023
h30	0.16243	0.22628	0.09353	0.20412	0.06326	0.05038
h40	0.20741	0.29680	0.11094	0.26577	0.06856	0.05053
GR2-20	0.08458	0.09110	0.13109	0.07009	0.05278	0.17035
GR3-20	0.06924	0.06370	0.08236	0.13056	0.06665	0.18750

次に高さ方向の剛性の分布を変えた場合、基本モデル の最大応答値に比して一部1割以上の差を示している。 また、地盤の減衰定数を振動数に依存させず、その大小 を変化させた場合、基本モデルの最大応答値との比が大 きく変化し、地盤の減衰定数が5%の場合で約1.3倍、40 %の場合で約0.7倍の値を示した。フランジ幅の変化、地 盤条件の変化、地震波のパラメータ及び地盤の剛性の変 化の場合は、最大応答変位においてパラメータの変化に よる影響がみられるものの、基本モデルの最大応答値と 比してさほど大きな影響を示していない。

§7. まとめ

パラメータ解析の結果から、せん断剛性の変化と地盤 の減衰定数の大小が、地震動に対する上部構造物の最大 応答値におよぼす影響は大きい。これはせん断断面積を パラメータとした場合、モデルの固有周期と入力地震動 のスペクトルとの影響及び剛性低下にともなうモード減 衰定数の減少が他のパラメータの変化の場合と比較して 大きく影響していることによる。

地盤の減衰定数をパラメータとした場合は、パラメー タの大小がモード減衰定数へ大きく影響している。これ に比してフランジ幅の変化、地盤条件の変化及び地盤剛 性の変化は、モデルの固有周期、入力地震動のスペクト ル及びモード減衰定数への影響が少なく、上部構造物の 最大応答への影響も少ない結果となっている。また、地 震動の位相の差による上部構造物の最大応答値へは 2~3%程度しか影響していない。以上のパラメータの範 囲において、硬質地盤上の剛性が高いボックス構造物は 曲げ剛性よりせん断剛性の方が地震応答への影響は大き い。地盤条件では、地盤の剛性による変化に対する影響 は少なく、地盤の減衰の評価方法、地盤の減衰定数の大 小による地震応答への影響は大きい。入力地震動の最大 加速度値の大小や位相のちがいによる地震応答への影響 は小さく、地震動のもつスペクトル特性による影響の方 が大きい。

Table8 基本モデルに対する応答比

	モデル		せ,	も断断面	禄	フランジ幅		厚さ分布		地盤条件		地;	莨 波	, H	也盤	減衰	定	数	地盤剛性		
応答	值	基个	AS04	AS06	AS08	F04	F06	F08	t1次	t 2 次	GR 2	GR 3	C-2	C-3	h05	h10	h20	h30	h40	GR2-20	GR3-20
hu	Acc-1	1.0	1.01	1.02	1.02	1.00	0.99	1.00	0.99	0.88	0.99	0.94	0.91	0.96	1.29	1.15	0.95	0.85	0.80	0.96	0,88
速	Acc-2	1.0	1.16	1.14	1.06	1.01	1.00	1.00	1.01	0.93	1.04	1.01	0.93	0.99	1.30	1.12	0.89	0.79	0.74	0.99	0.99
唐	Acc-3	1.0	1.23	1.20	1.13	1.11	1.08	1.04	1,11	1.06	1.04	1.06	0.98	1.00	1.29	1.09	0.89	0.82	0,75	0.95	0.98
(gal)	Acc-4	1.0	1.17	1.15	1.12	1.14	1.09	1.04	1.17	1.14	0.98	1.06	0.96	0.96	1.32	1.13	0.88	0.80	0.72	0.94	1.03
変	Disp-1	1.0	1.86	1.53	1.22	1.12	1.08	1.03	1.10	1.06	0.72	0.58	0.98	1.06	1:30	1.10	0.90	0.82	0.75	0.67	0.54
	Disp-2	1.0	2.00	1.59	1.23	1.14	1.08	1.04	1.14	1,18	0.79	0.66	0.99	1.06	1.29	1.07	0.89	0.81	0,74	0.73	0.62
let-	Disp-3	1.0	2.00	1.58	1.21	1.15	1.10	1.04	1.19	1.31	0.80	0.69	0.98	1.04	1.28	1.08	0.88	0.80	0.72	0.74	0.64
(cm)	Disp-4	1.0	1.95	1.55	1.20	1.17	1.11	1.05	1.23	1.41	0.80	0.69	0.98	1.03	1.29	1.09	0.87	0.79	0.71	0.74	0.65
++	Q-1	1.0	1.17	1.21	1.10	1.08	1.05	1.03	1.08	1.05	1.09	1.03	0.98	1.05	1.28	1.07	0.89	0.81	0.73	1.02	0.97
h	Q-2	1.0	1.17	1.18	1.07	1.07	1.06	1.03	1.05	1.05	1.05	1.02	0.97	1.01	1.30	1.10	0.86	0.77	0.70	0.98	0.94
町カ	Q-3	1.0	1.17	1.17	1.06	1.08	1.06	1.03	1.08	1.10	1.03	1.03	0.97	0.98	1.33	1.13	0.86	0.74	0.67	0.94	0.97
(t)	Q-4/	1.0	1.16	1.16	1.06	1.09	1.07	1.03	1.10	1.17	1.03	1.05	0.97	0.96	1.36	1.16	0.88	0.73	0.64	0.93	1.00
曲	M-1	1.0	1.17	1.18	1.06	1.08	1.06	1.03	1.06	1.06	1.06	1.03	0.98	1.01	1.30	1.10	0.85	0.77	0.70	0.98	0.96
モー	M-2	1.0	1.17	1.17	1.06	1.08	1.06	1.03	1.07	1.07	1.04	1.03	0.97	0.99	1.32	1.12	0.85	0.75	0.68	0.96	0.96
*	M-3	1.0	1.16	1,16	1.06	1.09	1.06	1.03	1.09	1.12	1.03	1.04	0.96	0.98	1.34	1.14	0.87	0.73	0.66	0.94	0.98
ト (t•m)	M-4	1.0	1.16	1.16	1.06	1.09	1.07	1.03	1.10	1.17	1.03	1.05	0.97	0.96	1,36	1,16	0.88	0.73	0.64	0.93	1.00