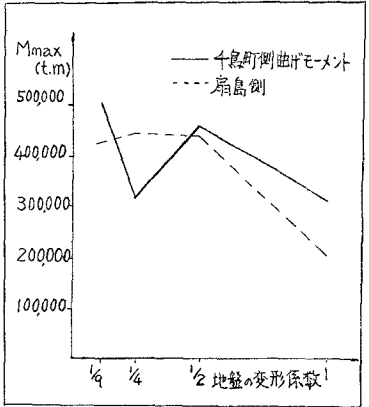






### (3) 地盤の変形係数

応答計算には速度検局で求めた地盤定数そのままを用いたが、地震時に土の歪が大きくなることを考慮して、速度検局で求めた土の変形係数を $1/4$ ,  $1/2$ 倍して影響を調べた。その結果断面力の分布に大きな変化はみられなすが、変形係数が小さくなれば最大曲げモーメントは大きくなる。(図-6)



### (4) 地盤とトンネルを結ぶバネ (K<sub>1</sub>バネ) の非線型性 (bi linear)

地盤の降伏状態を図-7のように考えて非線型性の影響を調べた。これより非線型性を考慮することにより軸力は小さくなり、その効果は入力加速度が大きいほど大きくなることわかった。(図-8)

一方曲げモーメントに対する影響は少ない。本トンネルではK<sub>1</sub>バネの非線型性を考慮して設計した。

図-6 地盤の変形係数と最大曲げモーメント

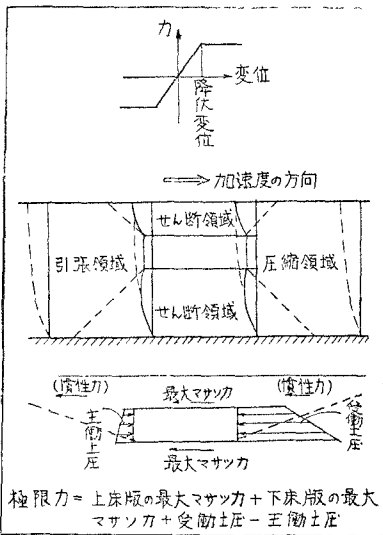


図-7 K<sub>1</sub>バネの非線型モデル

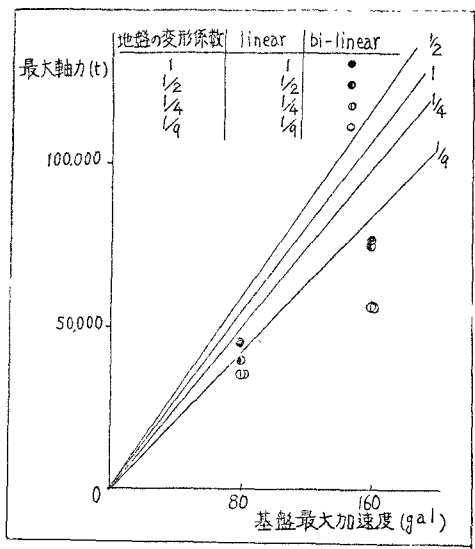
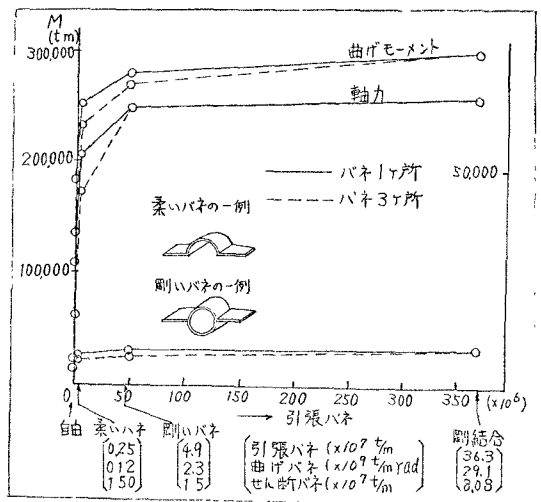


図-8 K<sub>1</sub>バネの非線型効果 (「八戸」100 gal)

### (5) 沈埋面相互の継手構造

地震時断面力を減少させるため断面力が必要な護岸付近(図-5のN0.12, 16, 36, 40)にフレキシブルジョイントを設け、その影響を調べた。これより断面力を減少させるには相当柔軟なジョイントが必要なことわかった。(図-9) 一方柔軟なジョイントは構造的に問題が残されていることから、本トンネルの継手は剛結構造とした。

図-9 ジョイントの剛さと最大の断面力 (「八戸」100 gal)



### 3 横断面内の設計

地震時横断面内の設計法には種々あるが確立されたものはない。本トンネルでは種々の荷重条件を与えて比較検討したが、基本的には(図-10)に示す荷重条件で検討した。考え方は以下のとおり。

- (1) 地震時水平力としてトンネル上面の土に水干慣性力 ( $H$ ) を考慮する。
- (2) 水平反力の一部を上床版に長手方向の梁として分担させ、残りを下床版の摩擦力  $f$  とらせる。
- (3) 水平力による不釣合モーメントは下床版に分担させる。

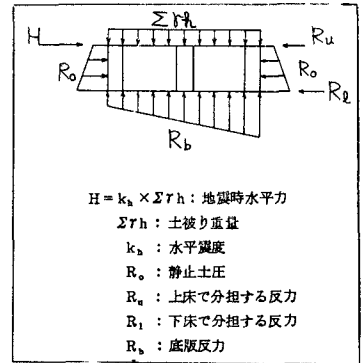


図-10 横断面内の設計法

### 4 設計断面力及び耐力

川崎港海底トンネルの設計断面力(表-2)及び耐力は以上の結果をもとに次のように考えた。

- (1) 地震時の断面力は以下の条件での応答計算より求める。

- 入力加速度：基礎で最大  $160 \text{ gal}$
- 入力波形：「八戸」
- 換気塔の位置：トンネルの横、トンネルとの結合部の構造はフリー
- 泥埋面相互のジョイント：剛結
- 地盤の変形係数：速度検層で得られた結果そのまま
- 地盤とトンネルとを結ぶバネの非線型性を考慮する。

表-2 設計断面力

\*スペクトル法の結果を用いる

	弾性沈下	温度変化	地 盤 時		
			上・下米	左・右	軸
M(上・下)	77,400 tm	0	42,200 tm	0	0
Q(下・下)	3,820 t	0	2,280 tm	0	0
M(左・右)	0	0	0	500,000	0
Q(左・右)	0	0	0	12,100	0
N	0	13,500	0	0	76,700t

- (2) 荷重の組合せは(弾性沈下+温度変化+地震)とし、許容応力を  $1.65$  倍割増するものとする。

$$(\sigma_{sa} = 2970 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{ca} = 165 \text{ kg/cm}^2)$$

- (3) (表-2)の設計断面力に耐えるため必要断面積は、コンクリート： $98.538 \text{ m}^2$ 、鉄筋： $2.76 \text{ m}^2$ 、鋼板： $1.195 \text{ m}^2$ で、鉄筋比  $2.79\%$  と大きいため、太径鉄筋  $D5/8$  を採用することとした。
- (4) 地震時断面力に対しては鋼板も考慮する。

### あとがき

以上、泥埋トンネルの耐震設計例として川崎港海底トンネルの耐震設計についてその概要を述べた。設計法には更に改良すべき点は残されているが、今後の参考にすれば幸である。また本トンネルの耐震設計に關しては、港湾技術研究所の協力を得て応答計算の他に地盤調査、地中地震観測、ゼラチン模型実験、フレキシブルジョイント実験(トンネル→換気塔向)、太径鉄筋の実験などを実施している。

なお、川崎港海底トンネル工事は才=港湾建設局と川崎市の両者で実施しているものである。

### 参考文献

- 1) 土木学会：昭和46年度泥埋トンネルの耐震性に關する調査研究報告書 1972. 3
- 2) 浜田政則：泥埋トンネルの地震応答計算 土木学会才26回年次学術講演会講演集 546
- 3) 中野拓治、他：泥埋トンネルの耐震設計と模型振動実験について 港湾技術資料 No 172
- 4) 香木義典、他：泥埋トンネル耐震設計用スペクトルについて 港湾技術報告 11巻4号