

建設省土木研究所	正員	○羽立	隆幸
電々公社建技室	正員	山岸	康利
鹿島建設電算センター	正員	鈴木	輝一

1. まえがき

通信ケーブルを収容し、かつ保護するための地中管路は、通常十分な土被りをもっているが、埋設物への障害、橋梁添架管への接続等の理由から土被りをやむを得ず浅くすることがある。このような場合、路面荷重及び舗装の除去による影響、不等沈下対策等から砂またはコンクリートで保護することが多い。通称、砂防護工、コンクリート防護工といわれるものである。このような防護工に包み込まれた地中管路の地震時の挙動に関する検討は今までに例がない。そこで、この種の解析の第一段階として防護工および周辺地盤における応力状態の検討を行ったので、ここでは、その結果の概要について報告する。

2. 解析方法

防護工と地盤の縦断面をモデル化し、有限要素法を用いて解析した。初期応力を自重荷荷によって求め、地震力としては、水平震度を静的に荷荷した。水平震度は、集中質量法を用いたせん断形モデルで地盤の地震応答解析を行い、そこで得られた地表面近傍の最大応答加速度と基盤入力加速度との平均値から求めた。

3. 解析モデル

地盤の対象には東京における比較的良好な地盤である山の手と比較的軟弱な地盤である下町を選んだ。対象地盤の諸定数を表-1に示す。一方、砂とコンクリートの防護工の単位体積重量は、それぞれ $2.0, 2.3 \text{ t/m}^3$ とし、変形係数は、 $4.7 \times 10^3, 2.0 \times 10^6 \text{ t/m}^2$ 、ポアソン比は、0.33, 0.167と仮定した。有限要素法のモデルを図-1に示す。地盤の地震応答解析では入力地震波として表-2に示す2波を用い、入力加速度は 150 gal 、減衰定数は20%とした。

4. 計算結果

地盤の地震応答解析で得られた山の手、下町における最大応答加速度、最大応答変位を図-2に示す。次に、有限要素法で水平震度（山の手0.232, 下町0.195）を右方向および左方向に荷荷した場合、コンクリート防護工の屈曲部および砂防護工とコンクリート防護工の境界部等の特殊部で相対的に大きな応力が生じている。その結果を表-3に示す。

5. まとめ

解析にあたっては、種々の条件を考慮して行うことが必要である。この点に関しては今後解決を図ってみたいが、本解析モデルの解析結果をまとめると次のとおりである。

- (1) コンクリート防護工の特殊部における応力は、 $-19.0 \sim 13.5 \text{ t/m}^2$ であり、破壊的な応力は生じていない。
- (2) 最大変位は解析モデルの地表面最右端の節点に生じており、地表面最左端との相対変位を求めてみると、物体力が 400 gal と仮定しても約 0.3 cm で、温度変化（常時）による伸縮継手効果等を考えあわせると、十分に吸収しうる値である。
- (3) 安全性検討のための1つの目安として、防護工周辺の地盤の安全率を算定しても、破壊に至るほどの値は示しておらず、安全性はあるとみなすことができる。
- (4) 今回は砂防護工、コンクリート防護工を構造主系とした解析を行ったが、橋台等との剛性不連続部、地形・地質の急変部等の箇所においても震害があると言われており、これらの箇所の震害データを慎重に調査収集して震害のメカニズムを考証するとともに、更に、解析ならびに実験手法の検討を進めることが必要である。

地盤諸定数 地層	単位体積重量 γ (t/m ³)	ポアソン比 ν	N 値 (回)	せん断弾性 流速度 V_s (m/sec)	せん断弾性 係数 G (t/cm ²)	変形係数 E (t/cm ²)	G/L ± 0.0 ▽ - 8.0 (地下水面) - 19.0 - 23.0 (基礎) 深度 (m)
関東ローム	1.37	0.49	4	136	2,580	7,690	
凝灰質粘土	1.52	0.49	7	142	3,120	9,310	
シルト質細砂	1.76	0.49	15	109	2,150	6,410	
粘土	1.69	0.49	12	148	3,780	11,250	
砂礫	2.14	0.49	50<				

(a) 山の手

地盤諸定数 地層	単位体積重量 γ (t/m ³)	ポアソン比 ν	N 値 (回)	せん断弾性 流速度 V_s (m/sec)	せん断弾性 係数 G (t/cm ²)	変形係数 E (t/cm ²)	G/L ± 0.0 ▽ - 3.0 (地下水面) - 7.0 - 10.0 - 17.0 - 23.0 - 27.0 - 38.0 (基礎) 深度 (m)
埋土	1.69	0.49	15	151	3,910	11,650	
砂質シルト	1.69	0.49	3	133	3,040	9,070	
中砂	1.69	0.49	10	100	1,740	5,190	
粘土質シルト	1.56	0.49	1	122	2,370	7,060	
砂質シルト	1.69	0.49	12	148	3,780	11,250	
細砂	1.84	0.49	45	138	3,570	10,650	
シルト	1.79	0.49	12	148	4,000	11,920	
砂礫	2.14	0.49	50<				

(b) 下町

表-1 対象地盤の諸定数

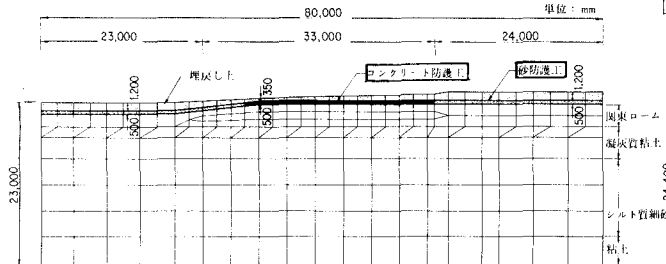
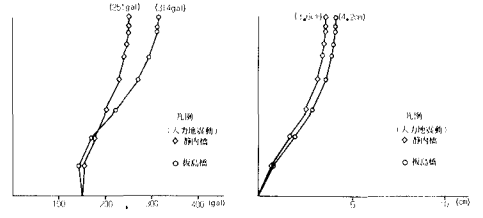


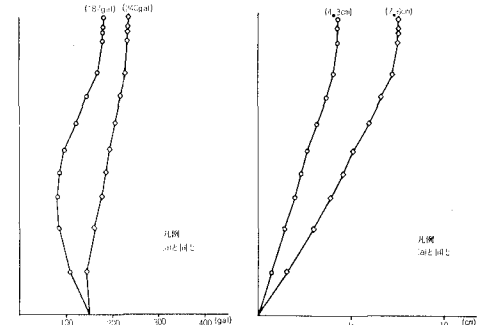
図-1 解析モデル (東京山の手)

地震名	発生年月日	記録地	M	最大加速度 (gal)	計算に使用した最大加速度 (gal)
根室半島沖地震	1973. 6. 17	静内橋 (地下40m)	7.4	45	150
日向灘沖地震	1968. 4. 1	桜島橋	7.5	186	150

表-2 入力地震波



(a) 山の手

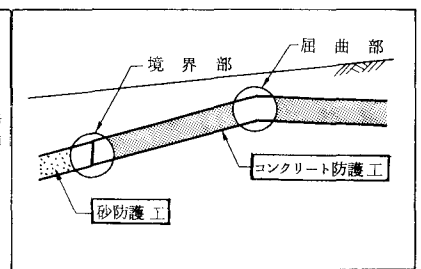


(b) 下町

図-2 最大応答加速度, 最大応答変位

防護工 特殊部	載荷方向	最大主応力		最小主応力		最大せん断応力		注1) +引張 -圧縮 注2) 最大せん断 応力: 絶対値
		山の手	下町	山の手	下町	山の手	下町	
屈曲部	右	10.4	10.2	-1.4	-1.6	5.9	5.9	
	左	-0.9	-1.2	-13.1	-13.4	6.1	6.1	
境界部 (上段: 砂防護工 下段: コンクリ ート防護工)	右	-1.4	-2.0	-1.8	-2.3	0.2	0.2	
		13.5	13.1	-2.9	-3.2	8.2	8.2	
	左	-2.2	-2.6	-3.4	-3.8	0.6	0.6	
		-1.0	-1.6	-18.2	-19.0	8.6	8.7	

表-3 防護工特殊部の応力



6. 参考文献

- 1) 建設省土木研究所: 新耐震設計法(案), 土木研究所資料第1185号, 昭和52年3月
- 2) 栗林・川島・宮田: 地震動入力の設定手法に関する研究, 土木研究所資料第1192号, 昭和52年2月
- 3) 栗林・上田・羽立・千場: 地中管路防護工の地震時の挙動に関する検討, 土木研究所資料第1587号, 昭和55年3月