

シールドトンネルとマンホールとを 結ぶシャフト管の耐震性評価

日本電信電話公社 正員 河野 貞男

同上 正員 塚原 彰

同上 木村 節哉

1. まえがき

電電公社では、信頼性、保守性に優れたシールド式とう道の機能向上を図るため、シールド式とう道とマンホールとをシャフト管で連結する工法を開発している。設備の概要を図1に示す。

本設備は、シールド式とう道内に収容されている電話ケーブルを管路に分岐させるために縦断方向に埋設された中口径(Φ400～Φ600mm)の管であり、過去に前例がないため、地震時の強度を含めた構造物の信頼性について検討する必要がある。

本報告は、この設備の耐震性について、応答変位法及び動的解析法を用いて評価したものである。

2. 解析手法

(1) 応答変位法

応答変位法における解析では、基盤面に200galの加速度が入力された場合の応答変位を図2に示す3次元モデルに作用させ、これにより生じた諸力と、常時土圧作用時の諸力を合成したものを地震時地力とした。なお、計算には3次元FEMを用いた。解析モデルにおける物性値及び応答変位量算出のための諸数値は表1のとおりである。

表1 応答変位法による解析に用いた諸数値

	N値	単位体積重量(t/m ³)	E(kg/cm ²)	ポアソン比	側方土圧係数
表層地盤	1	1.7	200	0.6	0.7
基盤層	50	2.0	1000	0.3	0.45
構造物	—	7.85	2.1×10^6	0.3	—
計算式	$U_h(x) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T \cdot K_h \cdot \cos \frac{\pi}{2H} X$				
$U_h(x)$	地表面から深さXにおける水平方向の変位振幅(cm)				
S_v	単位震度あたりの応答速度(cm/sec)				
T	表層地盤の基本固有周期(sec)				
K_h	表層に作用させる標準水平方向震度				

(2) 動的解析手法

動的解析手法では、地盤による拘束を離散化したバネで与え、時々刻々の地盤変位を強制変位として離散化したバネを介してシャフト管に伝えることにより地震時の挙動を解析する。解析モデルを図3に示す。計算を進めるにあたって、以下の仮定を設ける

- ① 埋設された管と、その周辺の地盤は、地震時に同様な挙動を示す。
また、地盤の振動特性は、管路の存在によって影響を受けない。
- ② 地震時に発生する断面力に関して、表層地盤の水平変位が最も大きな影響を与える。この変位は表層地盤の1次せん断振動によって評価される。

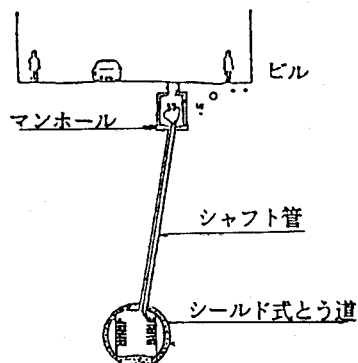


図1. 概要図

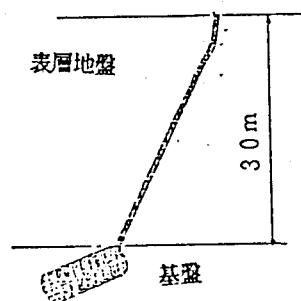


図2. 解析モデル

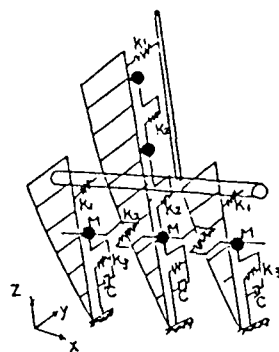


図3. 動的解析モデル

3. 解析例

解析に用いたシールドトンネル及びシャフト管の構造諸元を表2に、動的解析に用いた入力地震動を表3に示す。解析は、シールドトンネルとシャフト管の結合を剛結及びヒンジ結合の2タイプに分けて行った。

また、入力波のサンプリング間隔は0.02秒とした。

4. 解析結果及び考察

解析結果を図4及び図5に示す。これにより以下のことが確認できた。

- (1) 相対変位において最大変位の発生する点 (G.L-2.0m付近) の応答変位-時間曲線を図4に示す。これによれば、初期微動では剛結、ヒンジ結合に若干の差が見られるがその後は同じ挙動を示す。
- (2) 応答変位法で求めた変位の方が大きいため、発生応力についても応答変位法で求めた数値の方が大きくなった。
- (3) 発生応力についてみると、応答変位法による解析では、剛結、ヒンジ結合いずれの場合にも、最大応力の発生位置は、結合部から1.5～2.0m程度離れた位置になっている。このような現象が実際の構造物でも発生するかどうかについては、今後計測等による確認が必要である。

- (4) 結合部の構造については、発生応力、変位ともヒンジ結合の方が少なく、許容範囲内(トンネル(地震時で2.100kg/cm²)に納まる。このことから、実際でもヒンジ結合として作用する構造が望ましい。

5. おわりに

2通りの解析により、シールドトンネルとシャフト管の接合部をヒンジ結合とすれば、震度4～5程度の地震にも耐えることが判明した。今後はさらに検討を進め、種々の条件下でのシュミレーションを行うとともに、実際の構造物における挙動を計測し、精度の高い耐震性評価を行うこととする。

表2. 構造諸元

種別	外径 (mm)	管厚 (mm)
シールド	2,750	20
シャフト管	600	12

表3. 入力地震動

入力波形	エルセントロ地震
波形属性	加速度
伝播速度 (m/sec)	1,850
入力方向	X方向

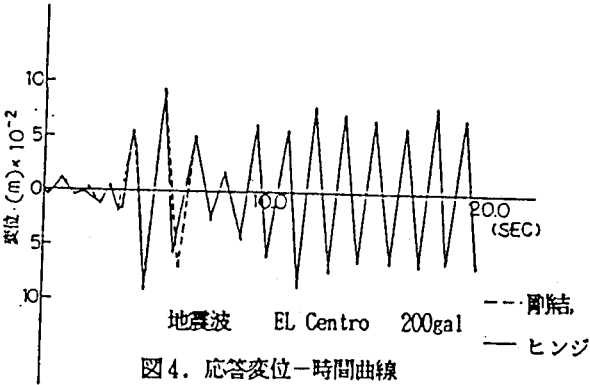


図4. 応答変位-時間曲線

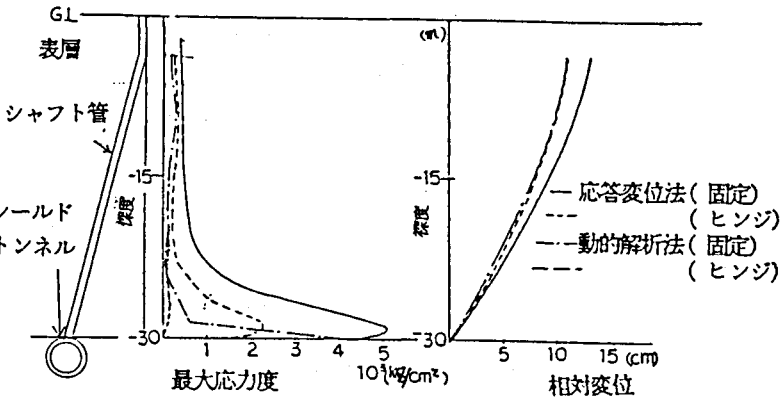


図5. 発生応力及び相対変位