

佐藤工業(株) 田中 勉
 佐藤工業(株) 正会員 清水 全生
 佐藤工業(株) 正会員○丹羽 三郎

1. はじめに

近年、表層地盤中に設置されるトンネル、暗渠等で、重要構造物として高度な耐震設計を要請され、場合が増加している。これら地中構造物の地震時の挙動は、強震時で表層地盤の非線形性の影響が著しい場合や構造物の支持条件が異なる場合については、明らかにされていない面が多い。本報告は、対象構造物として表層地盤中に埋設されたダクトを選び、岩着と非岩着(図-1参照)の場合について地盤-構造物連成震動解析を行い、地震時の応答性状の違いを検討している。連成震動解析は、複素応答法による解析プログラム「FLUSH」により行い、表層地盤の非線形性を等価線形法により考慮している。

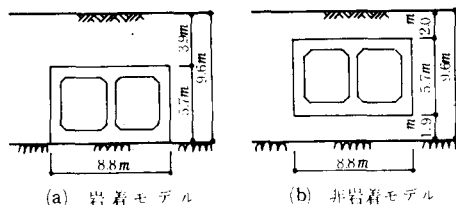


図-1 検討対象モデル

2. 解析条件

解析に用いる地盤の諸定数を表-1に示す。表層地盤のせん断弾性係数と減衰定数のひずみ依存性は、Seedの曲線による。岩盤と構造物は線形とし、減衰定数は共に5%とする。地震波は、EL CENTRO 1940 NS成分を用いるが、表層地盤の非線形性の影響を検討するため、最大加速度として、75 gal, 150 gal, 300 galの三種類を考慮している。各モデル解析基盤(G.L. -18.1 m)

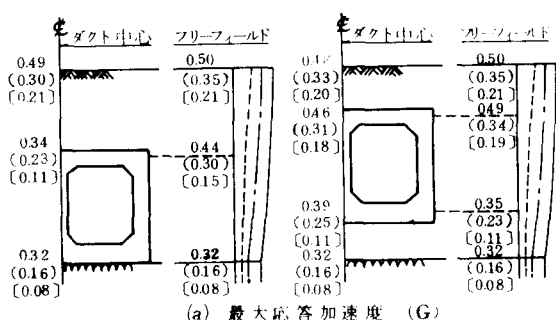
表-1 解析に用いる地盤の諸定数

	地質	単位体積重量 (t/m^3)	せん断波伝播速度 (m/s)	ポアソン比	せん断弾性係数 (t/cm^2)	減衰定数 (%)
(1. 0.0)	表層地盤	1.8	190	0.15	6630 ひずみに依存	ひずみに依存
(1. 9.6)	岩盤	2.0	630	0.12	81000	5.0
(1. 18.1)						

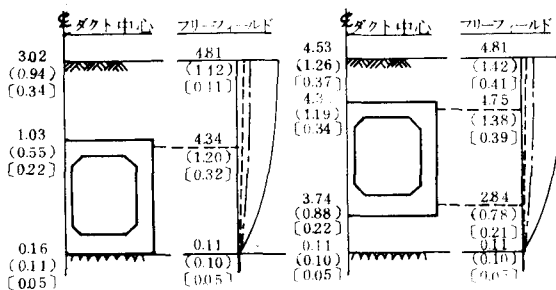
への入力地震波は、これらの地震波が岩盤表面(G.L. -9.6 m)で検出されたものとして求めている。

3. 結果及び考察

(1) 加速度、変位 主要な位置の最大応答値を図-2に示す。岩着の場合、ダクトは岩盤と同様な応答を示し、フリーフィールドとは異なる値を示す。このフリーフィールドとの応答変位差より、ダクト直上の地盤は入力地震動が大きくなるに従い、急激にひずみが増加しているのが分る。これは、ダクトの剛性が大きく岩盤に近いことと表層地盤の非線形性の影響による。非岩着の場合、全体としてフリーフィールドと近似した応答を示すが、ダクト底版と岩表の変位差は、対応する位置のフリーフィールドの変位差より大きく、ダクトの支持地盤は大きなひずみを受けているのが分る。これは、ダクトの剛性が大きいことにより、ダクトの受ける地震力がダクト下部へと伝達



(a) 最大応答加速度 (G)



(b) 最大応答変位 (cm)

数値: 300 gal
 ("): 150 gal
 ("): 75 gal

図-2 最大応答値

されることによる。

(2) ダクトの回転と水平移動 ダクト底版の回転角及び水平移動量(ダクト底版とその位置に対応したフリーフィールドとの変位量の差)を図-3に示す。岩着の場合、回転角、水平移動量とも入力地震動が大きくなる程増すが、その増加率はほぼ一定である。非岩着の場合、入力地震動が大きくなる程、回転角、水平移動量とも急激に増加している。これは、ダクトを支持する底版下の地盤が大きなせん断ひずみを受け、剛性低下することによるものであり、表層地盤の非線形性の影響が顕著に表われている。

(3) ダクトに作用する地震荷重 頂版と底版の相対変位最大時のダクトに作用する地震荷重の比較を図-4に示す。岩着の場合、入力地震動が大きくなるに従い、地震荷重はほぼ比例的に増加するが、非岩着の場合は比例関係にない。また、躯体慣性力の全地震荷重に対する割合は、入力地震動の大きさに関係なくほぼ一定の傾向がある。

(4) 動土圧 動土圧の分布状態を図-5に示す。岩着の場合、入力地震動が大きくなるに従い、動土圧の分布はダクト側壁上部で集中的に大きくなり、表層地盤の非線形性の影響が著しい。非岩着の場合には、その傾向はあまり顕著ではない。

(5) 上載土慣性力 上載土慣性力としてダクト頂版に作用する上載土の範囲を表-2に示す。岩着の場合、入力地震動が大きくなる程その影響範囲は増大するが、非岩着の場合はほぼ一定で、ダクト直上の上載土のみが影響している。

4. 結び

以上の検討より、次の結論を得た。(1) 岩着ダクトは岩盤の挙動に、非岩着ダクトは表層地盤の挙動に支配的な影響を受ける。(2) 非岩着の場合、支持地盤のせん断ひずみが大きく、剛性低下が著しくなり、支持地盤の強度及びダクトの回転と水平移動が問題となる。(3) 岩着の場合、動土圧の分布は、入力地震動が大きくなるに従い、ダクト側壁上部に著しく集中するが、非岩着の場合、その傾向は顕著でない。(4) 上載土慣性力として作用する上載土の範囲は、岩着の場合、入力地震動が大きくなる程広がるが、非岩着の場合はほぼ一定である。

参考文献：Lysmer, Udaka et al. "FLUSH", EERC 75-30, 1975.

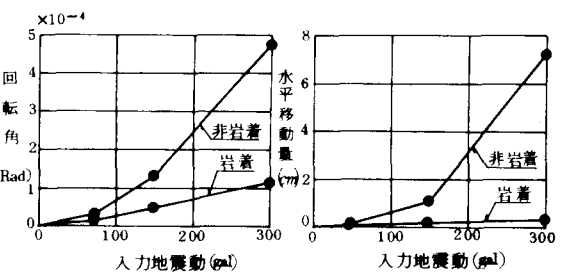


図-3 ダクトの回転角，水平移動量

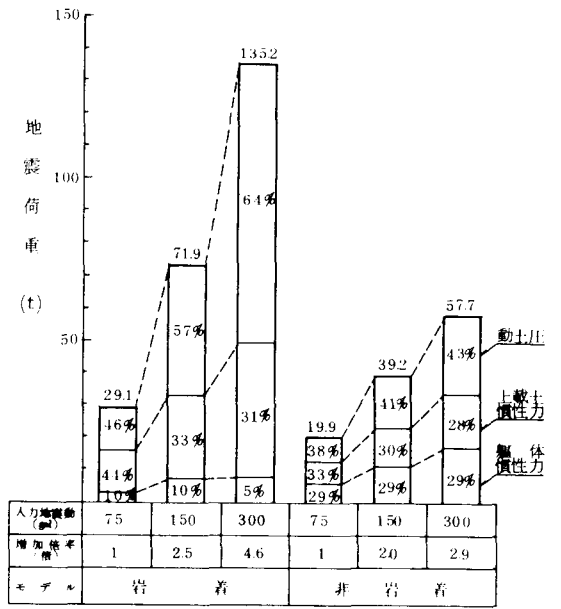


図-4 ダクトに作用する地震荷重の比較

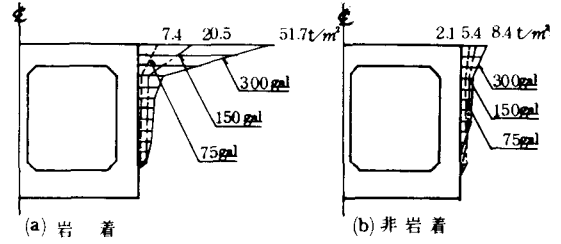


図-5 動土圧分布

表-2 上載土の影響範囲

モデル	入力地震動 (gal)	上載土の影響範囲 Be	上載土の平均加速度 α (G)
岩 着	75	1.2 B	0.16
	150	1.3 B	0.26
	300	1.5 B	0.39
非 岩 着	75	B	0.19
	150	B	0.32
	300	1.1 B	0.47