

I-527

地中埋設構造物と地盤との動的相互作用に関する研究

埼玉大学工学部 正会員 渡辺 啓行

埼玉大学大学院 学生員 ○末広 俊夫

1. はじめに

地中埋設構造物(鉄筋コンクリート製地中ダクト構造物(ダクトと略称, Fig-1 参照))における横断面の耐震設計では、従来、物部・岡部による地震時土圧公式を用いる方法が多用されてきている。しかし、それは必ずしも実際の現象を正しく評価したものではないので、合理的な設計手法を確立するための研究が必要となっている。そこで、ダクトの横断面の地震時挙動について基礎的な検討を加えるために、地盤と構造物の間の滑りや剝離といった不連続性を考慮した基本的な動的解析手法を開発した。

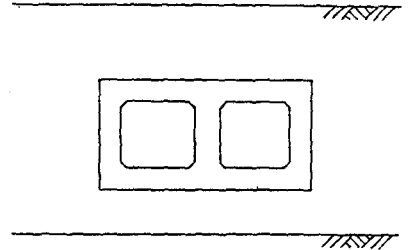


Fig-1 概念図

2. 解析手法

今回開発した解析手法の流れをFig-2に、解析に用いたモデルをFig-3に示す。解析の基本的な考え方は、以下の通りである。

- ① 強震時には、地盤と構造物との接触面において滑りや剝離などの非線形挙動を示すことがあるが、本手法では、ジョイント要素を導入して評価した。

垂直応力の場合、ばね定数 K_n を介して線形関係にあり、動的応力 σ_i と初期応力 σ_0 との和がゼロとなったとき、剝離が生ずるものとし、剝離中は初期応力に等しい大きさをもつ引張応力を保つ。

せん断応力の場合、完全弾塑性モデルとし、降伏せん断応力は次式により決定した。

$$\tau y = c - (\sigma + \sigma_0) \tan \phi \quad : \quad \sigma \leq -\sigma_0 \quad (\text{接触})$$

$$\tau y = 0 \quad : \quad \sigma > -\sigma_0 \quad (\text{剝離})$$

ここで、 c は粘着力、 ϕ は内部摩擦角である。また、垂直方向に剝離の生じたときは、せん断応力はゼロとなるようにした。(Fig-4 参照)

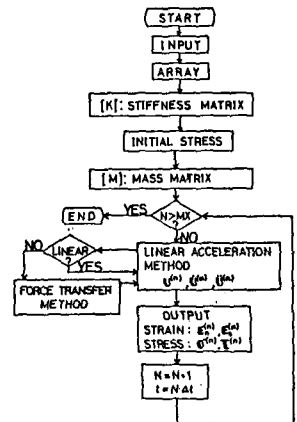


Fig-2 プログラムの流れ

- ② 剛性の異なる地盤と構造物の接触面付近は、特に細かく要素分割の必要がある。しかし、数値積分の精度を上げるためには、時間ステップを細かくしなくてはならない。また、計算機の容量をかなり大きくとる必要がある。このような不経済を避けるために、構造物をはり要素でモデル化した。(Fig-5 参照)

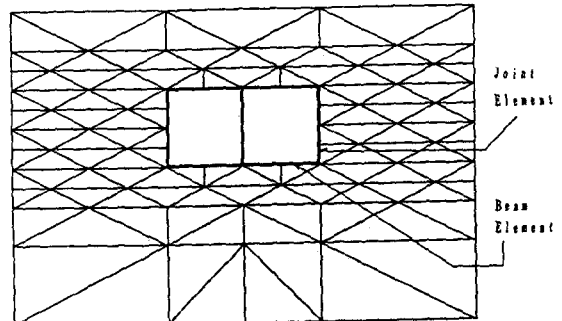


Fig-3 離散化モデル

- ③ 非線形応答解析には、繰り返し計算の全過程で剛性が一定である、荷重伝達法を用いた。
- ④ 運動方程式の直接数値積分法に、地震応答解

析で実績のある線形加速度法を用いた。

⑤ 地盤の側方は、自由境界とした。

⑥ 構造物に作用する土圧、せん断力は、ジョイント要素における垂直応力、せん断応力により評価した。

3. 解析例

今回開発した手法の試算を、砂地盤中に鉄筋コンクリート製ダクトを配した場合を想定して、加速度振幅 50 gal、振動数 4.5 Hz の正弦波を入力して行った。

加速度応答は定常波 (Fig-6 (a))、動土圧応答は剝離 (Fig-6 (b))、動せん断力応答は滑り (Fig-6 (c)) などの挙動が表されていることを確認した。

4. おわりに

今回は基本的な解析手法を開発したが、今後は、地盤側方の境界条件の評価及び、地盤の動的特性等を考慮して改良を重ねる予定である。また、並行して、模型振動実験を行い、プログラムの検証をも行う予定である。

〔謝辞〕

本研究をまとめるにあたり、埼玉大学工学部 久保慶三郎先生、川上英二先生に貴重な御助言を頂きました。記して深く感謝致します。

*参考文献

1) Toki, K. et al., Separation and Sliding between Soil and Structure during Strong Ground Motion. Proc. JSCE, No. 302, pp. 31-41, Oct., 1980.

2) Goodman, R. E., Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rocks, West Publishing Co., 1976.

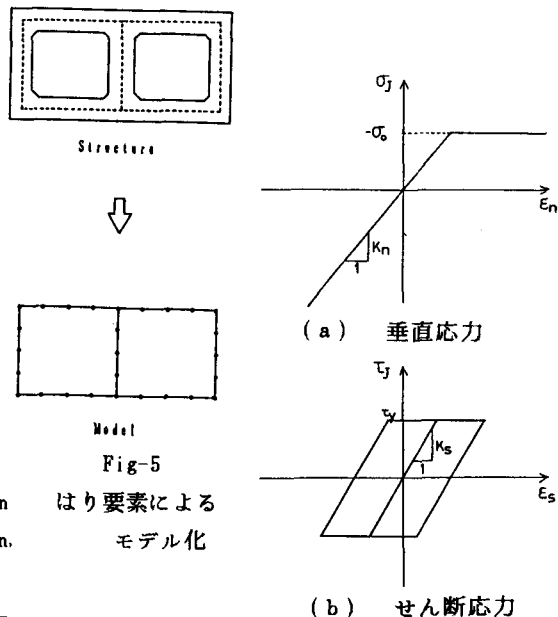


Fig-4 ジョイント要素の応力-ひずみ関係

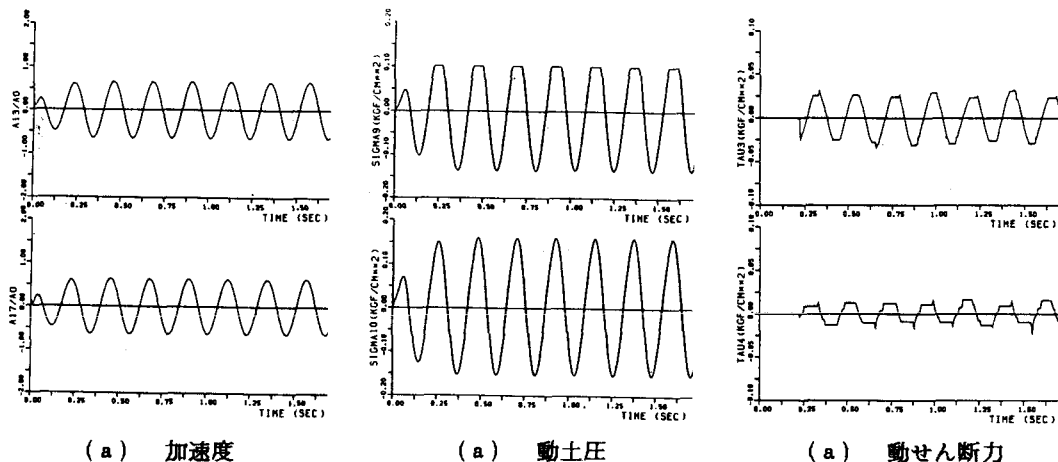


Fig-6 応答波形