

東洋大学大学院 学生員 川中島寛幸

東洋大学工学部 正会員 石田 哲朗

1. はじめに

近年、強災都市への改築、都市機能・都市環境の維持・向上において、地下空間が貴重な空間資源として活用されつつある。このような社会背景から、地下構造物の大断面化、形状の複雑化など様々な建設技術に対する要望が高まってきている。現状の建設技術については、多くの施工実績や研究成果などにより、ある程度確立されてきているものの、今後、複雑な条件下において建設していくためには、まだまだ現時点では対応しきれない多くの問題点をかかえている。特に、構造物と地盤との相互問題に関する設計基準については、各種地下構造物による整合が十分にとれておらず、この問題を統一的に評価する新たな概念の構築が必要と思われる。

本研究は、地中構造物端部形状の違いと地盤と構造物の相対変位によって生じる周辺地盤の挙動把握を目的としている。3種類の異なる端部形状を有する構造物模型を用いて、構造物が降下した場合及び地盤が降下した場合の地盤内挙動を確認するため、異径アルミ棒を用いた2次元降下床モデル実験と2次元FEM解析を実施した。

2. 実験方法

Fig.1に2次元降下床モデル実験の概要を示す。地盤材料として $\phi 1.6$ mm, $\phi 3.0$ mmの断面を持つアルミ棒を重量比3:2(単位体積重量 $\gamma_d=2.16$ gf/cm³, 内部摩擦角 $\phi=28^\circ$)に混合したものを用いた。なお、Fig.2は本実験に使用した構造物の模型の一例である。形状は直方体、端部に斜め形状をもつもの、端部に円形形状をもつものの3パターンとしている。(以下、それぞれの模型を形状1、形状2、形状3と記す)

実験では、地盤材料と構造物模型の下へ厚さ7 mmの板部材を敷き、この板を引き抜くことで対象物を降下させた。降下量は地盤降下と構造物降下、それぞれ7 mm, 14 mm および 21 mm の3段階で行った。メッシュは Fig.1 の破線で示している寸法で描いている。また、降下後のデータを精度よく読み取れるように、Fig.1 の黒丸の位置へ目印をつけたアルミ棒を設置した。この他に、大きい土盛りを与えた場合で実験を実施しているが、土盛りの大きい位置では形状の違いによる変位差がほとんど見られなかったため、本報では省略する。

3. 解析方法

解析には、Drucker-Prager

modelの破壊条件を用いて、2次元弾塑性解析を実施した。本解析ではアルミ棒積層体を地盤材料であると考え、降下床モデル実験のスケールで解析を行っている。解析に用いた各パラメータはTable1に示すものである

KeyWords：模型実験，FEM 解析，地下構造物，変位

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部環境建設学科 Tel./Fax.:049-239-1409

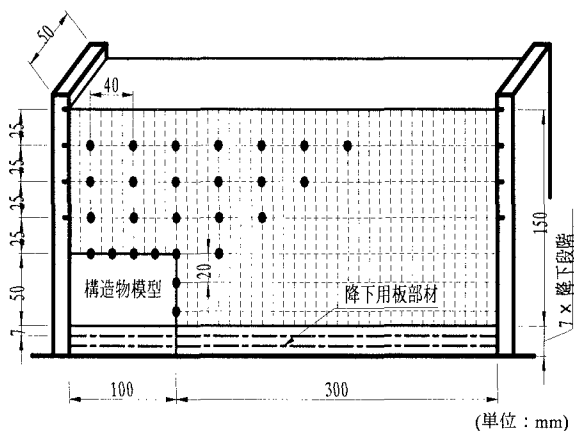


Fig.1 2次元降下床モデル概要

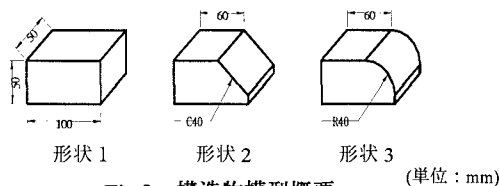


Fig.2 構造物模型概要

Table1 解析に用いたパラメータ

ヤング率 E tf/m ²	ポアソン比 ν	粘着力 c tf/m ²	内部摩擦角 ϕ°	硬化パラメータ
270	0.27	1.0	28	107

り、ヤング率 E 及び硬化パラメータは降下床モデル実験の結果から逆解析によって得られた値を使用している。Fig.3 は解析条件図の一例として形状 1 の条件を示したもので、側面に水平方向拘束を指定し、底面及び構造物模型周面へは降下床モデル実験より得られた値を強制変位として入力している。なお、強制変位に入力している値は、地盤降下と構造物降下の 2 パターンでそれぞれ降下量 4 mm, 7 mm および 10 mm を想定したものである。

4. 結果及び考察

Fig.4～6 は、構造物模型 7 mm 降下に伴う土被り 25 mm, 50 mm, 75 mm の位置における変位を示したグラフである。寒色系のグラフが降下床モデル実験による結果を示しており、暖色系が FEM 解析による結果を示している。これらの結果より、土被りの大きい位置になるほど構造物形状の違いに伴う変位差が少なくなるという傾向が確認できる。なお、各構造物形状の違いにおける地盤の挙動については、微小な差であるが形状 2 と形状 3 のグラフが類似した挙動を示しており、形状 1 のものとわずかにずれた挙動を示している。これは、Photo1 へ示すように、周辺地盤もしくは構造物を降下させても、降下の影響をほとんど受けない領域が構造物上方に生じており、この領域の形状が形状 2 のものと、形状 3 のものとが類似しているからであると考えられる。すなわち、砂質土地盤における挙動は、この領域の形状に依存したものである。なお、この領域は構造物と約 60° ($\theta=45^\circ+\phi/2$) の角度をもつ三角形状を示すと判断される。

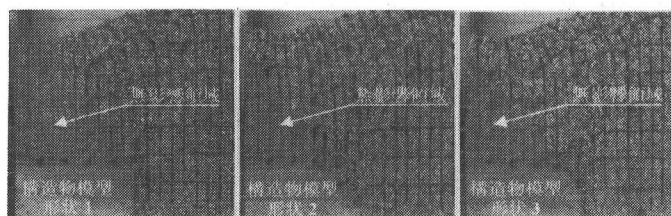


Photo1 各形状別無影響領域

5. あとがき

今回の実験及び解析からは、構造物の端部形状の違いによる周辺地盤変位への影響を明確に確認することはできなかった。最も変位差があると思われる構造物近傍においても、大きく違いが表れているわけではない。これは、構造物上部形状に依存し、乱れず構造物と共に変位する領域が存在しているからであると考えられる。そのため、本実験で使用した 3 種類の形状ではこの領域がほぼ同形になってしまい、地盤の挙動が似たものになっていると思われる。すなわち、砂質土地盤においては、この領域が地下構造物周辺の地盤挙動に直接影響を与える要素であると結論付ける。

最後に、本報は、東洋大学の卒論生である桐竹孝徳君、大河聡君らに実験や解析、データ整理などを担当してもらった。ここに記して、心から感謝の意を表する次第である。

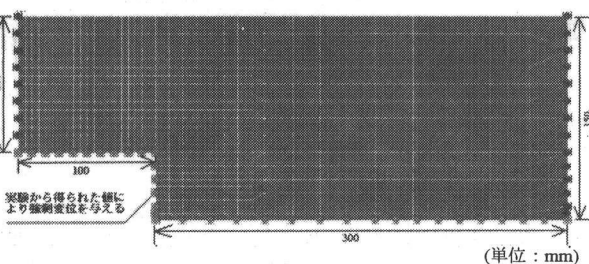


Fig.3 解析設定条件図 (形状 1)

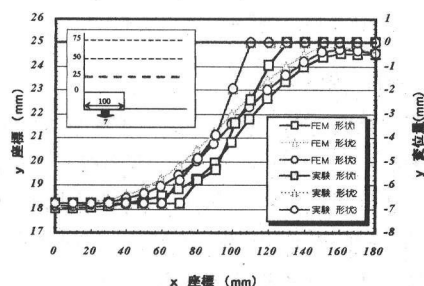


Fig.4 土被り 25 mm の比較

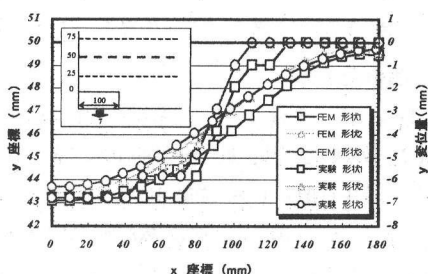


Fig.5 土被り 50 mm の比較

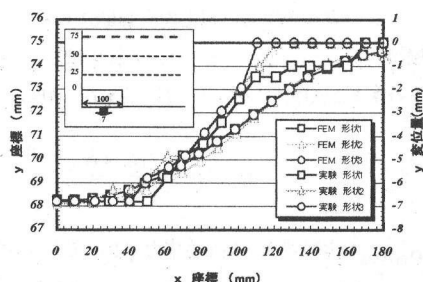


Fig.6 土被り 75 mm の比較