

## 繰り返し載荷実験による関東ロームの沈下量推定

東京ガス株式会社 正会員 ○南形 英孝  
 東京ガス株式会社 正会員 吉崎 浩司  
 東京ガス株式会社 萩原 直人

### 1. はじめに

わが国では、毎年多量の発生土が排出されているものの、その多くが再利用されず、埋め立て地や処分場において廃棄されている。そのため、埋め立て地や処分場の容量は年々減少しており、容量不足が問題となっている。さらに、発生土を運搬する車両から排出される CO<sub>2</sub> や NO<sub>x</sub> 等による大気汚染や、埋戻しに用いる山砂の採取による環境への影響も懸念されている。これを受けて、2002年には国土交通省が「建設リサイクル推進計画 2002」をまとめ、公共工事における発生土の工事間利用の促進等に取り組んでいる。このような状況を鑑みて、ガス導管等を道路に埋設するような比較的小規模な工事においても、発生土埋戻しを適用することが望ましい。しかし、関東地方に広く分布する関東ロームを含む発生土により埋戻しを行った場合、その後の車両の走行に伴い路面が大きく沈下することが懸念されることから、多くの場合において発生土埋戻しを適用できていないのが現状である。

そこで、関東ローム等を含む発生土を用いた埋戻しを適用するため、都内の24箇所の現場において試験施工を行った結果、図-1に示すように路面の沈下量は微小なものであった<sup>1)</sup>。このことは、発生土埋戻しの適用が可能な交通荷重および土質条件があることを示している。ただし、これらの条件と路面の沈下量との関係については明らかになっていない。

そのため、本報では沈下が懸念される関東ロームについて繰り返し載荷実験を行い、交通荷重および土質条件と路面の沈下量との関係を調べた。さらに、関東ロームで埋戻した箇所に車両を通過させる実規模実験を実施するとともに、繰り返し載荷実験の結果を用いて実規模実験の沈下量を推定した。

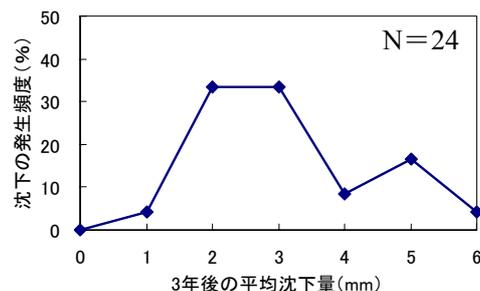


図-1 本復旧から3年後の平均沈下量  
表-1 土質試験結果

土質分類	VH <sub>2</sub> -S
土粒子の密度 $\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	2832
自然含水比 $\omega$ (%)	102.5
塑性限界 $\omega_L$ (%)	85.3
液性限界 $\omega_p$ (%)	126.7
塑性指数 $I_p$	41.4
設計 CBR (%)	0.7

### 2. 関東ロームの土質試験結果

表-1に実験に用いた関東ロームの土質試験結果を示す。一般的な関東ロームは、自然含水比が100~140%程度、土粒子の密度が2800 (kg/m<sup>3</sup>) 前後<sup>2)</sup>とされている。本実験に用いた関東ロームは、これに近い値を示している。

### 4. 繰り返し載荷実験

交通荷重および土質条件と路面の沈下量との関係を調べるための要素実験として、繰り返し載荷実験を実施した。表1の関東ロームの含水比が90%、100%および110%、飽和度が95%となるように直径100mmの鋼製円筒モールドに詰めて側方の変形を完全に固定した試験体を作成し<sup>3)</sup>、これに対して容量980kPaの電空変換器（圧縮側：日本ムーグ製 J813-004、伸張側：FAIRCHILD 製 T6000-06U）を用いて圧縮応力を繰り返し付与した。試験体の上面と下面にはポーラスストーンを設置し、排水・排気条件とした。載荷時の最小応力を9.6kPaとし、最大応力  $\sigma_{max}$  は23.6kPa、62.5kPa、101.3kPaの3条件を設定した。載荷の速度は1Hz（正弦波）とし、10万回まで繰り返し載荷した。

図-3、図-4に試験体の含水比が90%および100%の試験体の繰り返し載荷回数とひずみの関係を示す。実験の結果、ひずみは載荷の初期段階に大きく増加するものの、載荷回数が1万回に達すると増加量は極めて微小となり、ほぼ一定のレベルとなった。含水比110%の試験体についても同様の結果が得られた。このことから、載荷回数1万回以上におけるひずみ



図-2 繰り返し載荷実験

キーワード 関東ローム、繰り返し載荷、路床、発生土、沈下

連絡先 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-7 東京ガス株式会社 TEL 045-505-7309

は、付与する応力の最大値に依存すると推察される。また、図-5 に最大応力および含水比と繰り返し载荷回数 10 万回時のひずみとの関係を示す。図より、試験体の含水比が高いほど、また、付与する最大応力が大きいほど、試験体に生じるひずみが大きくなることがわかった。

**5. 実規模実験**

舗装厚さ 350mm の道路において、関東ロームを用いて埋戻して舗装を施工した後、乗用車（重量約 1t）と 4tトラックをそれぞれ 600 台ずつ通過させ、車両の通過台数と路面の沈下量の関係を調べた。なお、路床の掘削深さは 950mm とし、路床の埋戻しには表-2 に示す関東ロームを用いた。図-6 に車両の通過台数と沈下量の関係を示す。

表-2 土質試験結果

土質分類	VH <sub>2</sub> -S
土粒子の密度 $\rho_s(\text{kg/m}^3)$	2802
含水比 $\omega(\%)$	100.0
塑性限界 $\omega_L(\%)$	88.2
液性限界 $\omega_p(\%)$	111.2
設計 CBR (%)	0.8

実験の結果、要素実験と同様に载荷の初期段階において路面が大きく沈下する傾向が見られた。

**6. 沈下量の推定と検証**

繰り返し载荷実験から得られた結果を用いて、実規模実験の沈下量を推定した。沈下量の推定においては、図-7 に示すように、舗装部分は完全な剛体であるとみなし、掘削した路床部分にのみ輪荷重の繰り返しによるひずみが蓄積されると仮定した。また、車両の後輪荷重による鉛直方向の応力分布として、Foster らが提案した手法<sup>4)</sup>により求められた値（図-8）を用いた。以上の条件で算定した推定沈下量を図-6 に示す。実験値は推定沈下量と良く一致した。このことから、今回用いた推定手法により、本実験で用いたような関東ロームで埋戻した場合の路面の沈下量を推定できる。

**7. まとめ**

本検討では、交通車両による沈下が懸念される関東ロームについて繰り返し载荷実験を行い、交通荷重および土質条件と路面の沈下量との関係を調べた。さらに、関東ロームで埋戻した箇所に車両を通過させる実規模実験を実施するとともに、繰り返し载荷実験の結果を用いて実規模実験の沈下量を推定した。その結果、明らかとなった事項は以下のとおり。

- ・ 繰り返し载荷実験の結果、ひずみは载荷の初期段階に大きく増加するものの、载荷回数が 1 万回に達すると増加量は極めて微小となり、ほぼ一定のレベルとなった。試験体の含水比が高いほど、また、付与する最大応力が大きいほど、試験体に生じるひずみが大きくなることがわかった。
- ・ 実規模実験において計測された沈下量と繰り返し载荷実験の結果を用いて推定した沈下量とを比較した結果、これらは良く一致した。このことから、今回用いた推定手法により、本実験で用いたような関東ロームで埋戻した場合の路面の沈下量を推定できる。

**参考文献**

- 1) 導管工事における発生土抑制, 都市ガスシンポジウム, 2006 年 5 月.
- 2) 関東ロームの土工 その土質と設計・施工, 共立出版, 1973 年 8 月, pp.27.
- 3) 土質試験の方法と解説 第一回改訂版, 地盤工学会, 2000 年 3 月, pp.703.
- 4) 道路工学 舗装編, 学献社, 1996 年 4 月, pp.52-58.

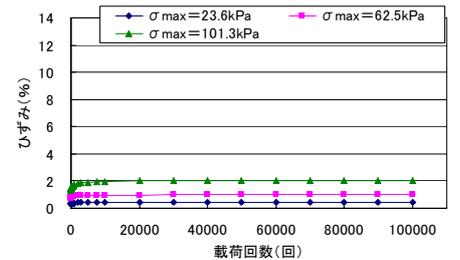


図-3 繰り返し载荷実験結果 (含水比 90%)

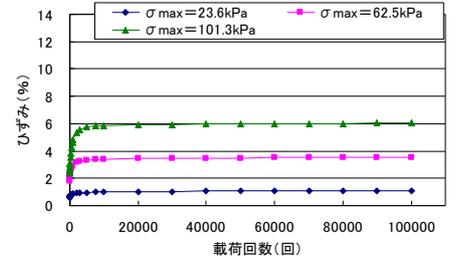


図-4 繰り返し载荷実験結果 (含水比 100%)

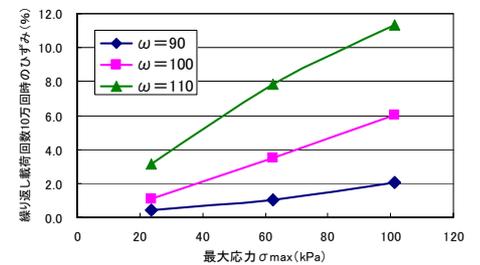


図-5 最大応力および含水比とひずみとの関係

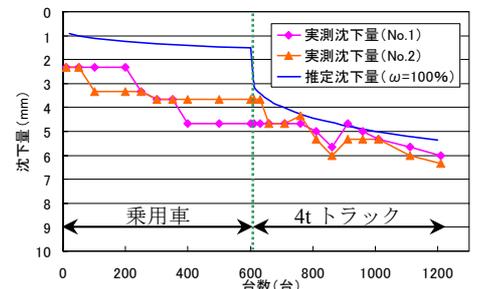


図-6 実測沈下量と推定沈下量の比較

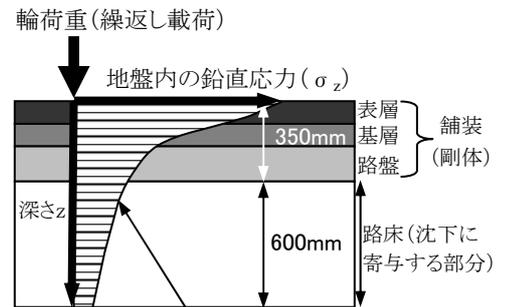


図-7 沈下量の推定手法

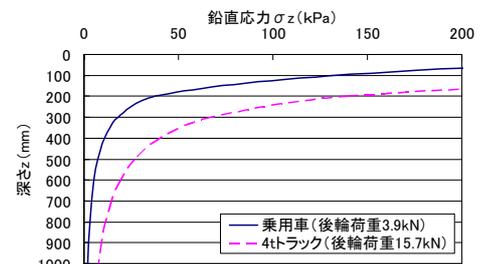


図-8 鉛直方向応力  $\sigma_z$  と深さ  $z$  との関係