

Ⅲ-A377 各種原位置試験から得られる変形係数の検討（福岡地区）

（株）ダイヤコンサルタント 会員 ○荒川哲一 非会員 岩本直樹
 （財）鉄道総合技術研究所 会員 木幡行宏 会員 村田 修

1. まえがき

限界状態設計法に基づいた新しい開削トンネル設計標準の策定での検討課題の1つに設計に必要となる地盤定数の適切な評価がある。これを解決するために、種々の原位置試験および不攪乱試料による室内三軸試験を系統的に実施して、得られる変形係数を比較・検討することで、地盤の変形係数を適切に評価する方法を案出することになった。本報告では、一連の研究^{1) 2)}のうち福岡地区で実施した原位置試験によって得られた変形係数の比較検討を行う。

2. 試験地区の地質概要

調査地は、福岡市高速鉄道3号線工事区間における渡辺通駅部にあり、那珂川下流域の西側約300m付近に位置している。地層は、洪積世の博多粘土層から沖積世の中州層に相当する中～粗砂（所々φ30mm程度の礫を混入）の砂質土層が主体であり、深度9～12m付近に礫混じり粘性土層が介在する³⁾。表1および図1に示すように、この礫混じり砂質土層は、日本統一土質分類法によると粒度の良い砂質土(SW)に分類される。

3. 試験方法

原位置試験は、機械ボーリング、孔内水平載荷試験、孔内検層、表面波探査(SW1～4)を実施した。また、ローリー式三重管サンプラーによる土の乱さない試料を採取した。孔内水平載荷試験は、LLTを用いた繰返し載荷方式で行った。

孔内検層は、キャパシタンス・密度検層およびP-S検層（サスペンション法）を実施した。表面波探査は、ボーリング孔から4～12m離れた位置で、周囲が静かな夜間に実施した。土の乱さない試料採取は、沖積世および洪積世の礫混じり中～粗砂を対象として実施した。

4. 試験結果

図2は、実施した種々の原位置試験によって得られた変形係数と深度との関係を示す。P-S検層による変形係数 E_f は、孔内水平載荷試験より得られた E_{BHLLT} に比べて大きい。札幌地区、神戸地区における E_f と E_{SW} との比較では、両者は概ね一致していたが、図2に示す表面波探査による変形係数 E_{SW} は、深度10m付近までは E_f にほぼ一致しているが、それ以深では表面波探査による E_{SW} が大きい傾向にある。これは、今回の現場で予想された地盤剛性より柔らかかったために起振機のエネルギーが不足していたためと考えられる。

図3は、各種の原位置試験により得られた変形係数をひずみレベルで整理した結果である。

キーワード：原位置試験，変形係数，ひずみレベル依存性

連絡先：〒330-8660 埼玉県大宮市吉野町2-272-3，TEL 048-654-3011，FAX 048-654-3833

表1 砂質土層の物理特性

地層	深度 m	土粒子 の密度 ρ_s g/cm ³	含水比 W _n %	粒 度 組 成					
				礫分 %	砂分 %	シルト分 %	粘土分 %	均等係数 U _c	曲率係数 U _{c'}
沖積層	6	2.65	11	30	61	4	5	16	2.2
洪積層	14	2.63	13	13	70	10	7	79	3.5

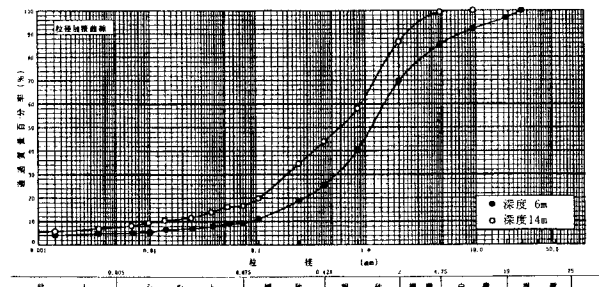


図1 粒径加積曲線

なお、図3には沖積層(5m)と洪積層(15m, 17m)の礫混じり砂質土層の結果を合わせて示した。従来から言われているように、ひずみレベルが大きくなるに応じて変形係数は小さくなるため、異なる試験法で得られた変形係数を比較する場合には、そのひずみレベル依存性を考慮しなければならないことが分かる。孔内水平載荷試験の結果を見ると、繰返し載荷で得られる変形係数は処女載荷で得られる変形係数(通常の地盤調査で得られる変形係数)に比べて3~5倍程度大きく、得られたひずみレベルは処女載荷で3~5%であるのに対して、繰返し載荷では 10^{-3} (0.2~0.4%)オーダーである。

一般に、地盤掘削や構造物の荷重等によって地盤内に生じるひずみレベルは1%程度以下であるため、繰返し載荷試験によって得られる変形係数は、そのひずみレベルを考慮すると、構造物を設計する上でより適切な地盤定数に近い値であると思われる。ひずみ ϵ は次式により算出し、 E_f のひずみを $\epsilon = 10^{-4}\%$ 、 N 値を用いた変形係数($E = 25N^{4/3}$)のひずみを $\epsilon = 20\%$ と仮定した。

$$E_{BHLT} \text{のひずみ} \quad \epsilon = \Delta r / r_o$$

ここに、 Δr : 変形係数算出時の半径(cm)

r_o : E_{BHLT} 静止土圧に相当する半径(cm)

5. まとめ

以上の結果をまとめると次のとおりである。

- ① PS検層の E_f と表面波探査の E_{sw} は深度10m程度までほぼ一致している。
- ② ひずみレベルが大きくなるに応じて変形係数は小さくなるため、限界状態設計法を適用する場合には変形係数のひずみレベル依存性を考慮して、各限界状態に対応する適切な変形係数を用いる必要がある。
- ③ 孔内水平載荷試験での繰返し載荷による変形係数は、処女載荷による変形係数に比べて3~5倍程度大きい結果となった。

今後、不攪乱試料を用いて室内三軸圧縮試験を実施し、原位置試験の結果(ひずみレベル依存性)と照合する予定である。

6. 謝 辞

本研究を実施するにあたって、福岡市交通局建設部および福岡地下鉄渡辺通南工区作業所の方々にお世話になった。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 荒川哲一ほか：「各種原位置試験から得られる変形係数の検討(札幌地区)」，第32回地盤工学会研究発表会講演集，pp. 219-220，1997。
- 2) 高村透ほか：「各種原位置試験から得られる変形係数の検討(神戸地区)」，第32回地盤工学会研究発表会講演集，pp. 221-222，1997。
- 3) 九州地質調査業協会：「福岡地盤図」，pp. 26-33，1981。
- 4) 鉄道総合技術研究所：「鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)」，丸善，平成4年

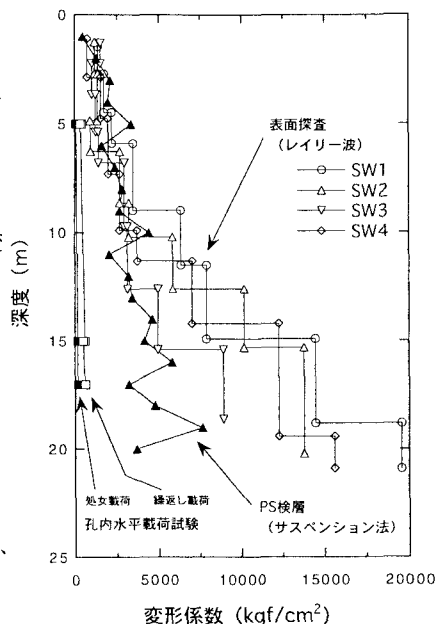


図2 変形係数と深度との関係

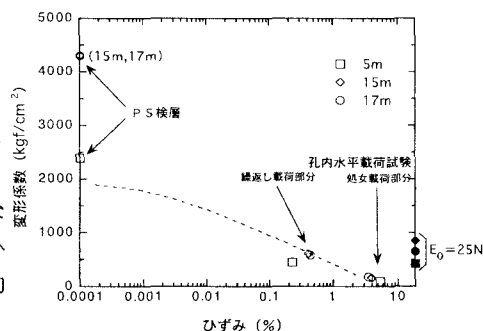


図3 変形係数とひずみとの関係