

Ⅲ - A270 堆積軟岩における等変位および等応力条件を想定した平板載荷試験

電力中央研究所 正会員 岡田哲実
 〃 正会員 田中幸久
 〃 正会員 谷 和夫

1. はじめに

国内では変形特性を求めるための原位置試験として、円形剛板を用いた平板載荷試験が重要な位置をしめている。一方、均質な軟岩の変形特性については、不攪乱なコアを用いた室内要素試験の結果を適切にモデル化することによって、原位置試験の結果も整合的に説明できることが判ってきた¹⁾。しかし平板載荷試験の問題点として、載荷面近傍の剛性低下(ゆるみや乱れ)や載荷板と地盤との不完全ななじみ、または載荷板端部の応力集中による端部降伏等がしばしば指摘され、試験結果の厳密な解釈は必ずしも容易ではない。

これらの点を明らかにし、コアによる評価を確固たるものとするため、本研究では比較的均質な軟岩地盤において、等変位および等応力条件を想定した平板載荷試験を行った。

2. 試験概要

等変位および等応力での載荷を想定した2種類の平板載荷試験は、地表から約30m下の試験坑内で実施した。試験実施位置は、新第三紀鮮新統のシルト岩からなり、試験面近傍に節理は認められず、おおむね均質である。

等変位条件を想定した平板載荷試験(CASE-1とする)とは、直径60cmの円形剛板を用いた試験である。載荷板下の応力分布を計測するため、円形剛板を円周方向に4分割、半径方向に4分割し、垂直応力とせん断応力を測定することができる2軸ロードセルを分割剛板に取り付けた(図-1)。また、地盤(載荷面)の凹凸によるなじみの不完全さを極力除くため、載荷面と載荷板(分割剛板)とをモルタルフェーシングした。

等応力条件を想定した平板載荷試験(CASE-2とする)とは、直径60cmのダイヤフラムを用いた試験である。ダイヤフラムの構造は、鋼製の枠にゴム膜を張り、その内部に油圧圧力を負荷することにより載荷する仕組みになっている(図-2)。ダイヤフラム(ゴム膜)下の載荷面変位を計測するため、非接触型変位計を鋼製枠に固定している。載荷面を等応力で載荷することを目的としている理由から、モルタルフェーシングはしなかった。また、ゴム膜と地盤とのなじみをよくするため、0.19MPaの応力を負荷した状態から試験を開始した。

両試験の載荷速度は0.19MPa/minである。載荷パターンは図-3に示す。

3. 試験結果

図-4に、CASE-1の荷重/載荷板面積~載荷板変位の関係を示す。高応力部では、若干非線形性を示すものの、ほぼ弾性的である。地盤を等方線形弾性体と仮定し、試験開始点と2.94MPa載荷時との割線勾配から弾性係数(E)を逆算すると²⁾、 $E \approx 660\text{MPa}$ となった。ただし、ポアソン比(ν)は試験坑内では別途行ったサスペンションPSより得られた $\nu = 0.44$ を用いた。

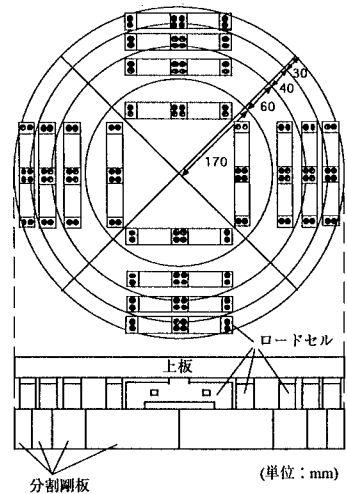


図-1 剛板の構造(分割ロードセル)

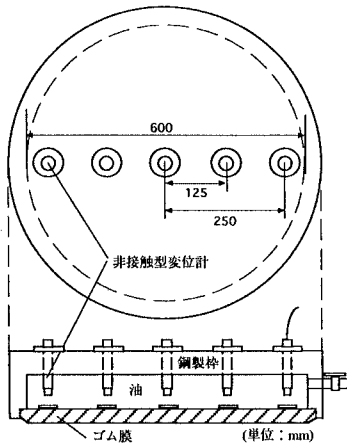


図-2 ダイヤフラムの構造

平板載荷試験, 堆積軟岩, 変形特性

〒270-11 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL 0471-82-1181 FAX 0471-84-2941

図-5に、分割ロードセルより計測された鉛直方向の応力分布の結果を示す。この図は、円周方向の4分割を平均し、半径方向の応力分布を平均応力で正規化して表示している。これより、載荷板の外側ほど大きな応力がかかっていることがわかる。地盤を等方線形弾性体とすれば、応力分布（図中の曲線の傾き）は応力レベルによらず一定となる。しかし、応力レベルの上昇に伴って載荷板端部の応力比が低下しており、これは端部付近の剛性の低下を示すものと思われる。すなわち応力-ひずみ関係の非線形性から、ひずみレベルが大きな端部ほど、応力増分は減少する。せん断方向の応力は、ほとんど計測されなかった。

図-6に、CASE-2の載荷応力（油圧圧力）とダイアフラム下の載荷面変位の関係を示す。変位については、油圧圧力とゴムの縮み量の校正試験により、補正を行っている。また、載荷板中心を対称にした2点の変位量を平均している。この図から、載荷板中心ほど載荷面変位が大きいのがわかる。ただし、ダイアフラムの中心の変位については、特に荷重レベルが大きな領域において、明らかに過大に変位している。これは、中心変位だけがひずみゲージを埋め込んだ埋め戻し材の上で計測しているためであり、結果的にその剛性が低かったものと推測される。地盤を等方線形弾性体と仮定し、試験開始点と荷重2.94MPa載荷時との割線勾配から弾性係数(E)を逆算すると³⁾、中心より125mmの位置が $E \approx 790\text{MPa}$ であり、中心より250mmの位置が $E \approx 780\text{MPa}$ であり、CASE-1より2割程度大きな値となった($\nu=0.44$)。

4. おわりに

以上のように、今回作製した2種類の載荷板により剛板下の応力分布およびダイアフラム下の変位分布を計測することができた。紙面の都合から割愛したが、本試験では今回報告した計測項目以外に、載荷板周辺地盤変位の計測（垂直と水平の2方向）と地盤内のひずみの計測を行っており、室内要素試験との比較・検討と合わせて別の機会に報告したい。

尚、本研究は電力9社と日本原子力発電（株）による電力共通研究の一部として実施したものであることを付記する。

<参考文献>

- 1) 例えば, Tatsuoka, F. and Kohata, Y. : Stiffness of hard soils and soft rocks in engineering applications, Proc.Int.Sym. on Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials, Vol.2, pp.227~336, 1995.
- 2) 土木学会：原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針—解説と設計への適用—, 1983.
- 3) 最上武雄編著：土質力学, 1969.

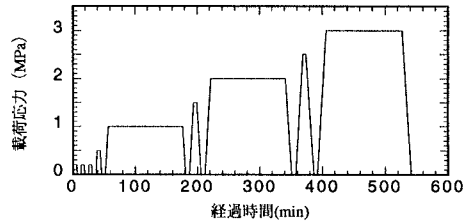


図-3 載荷パターン

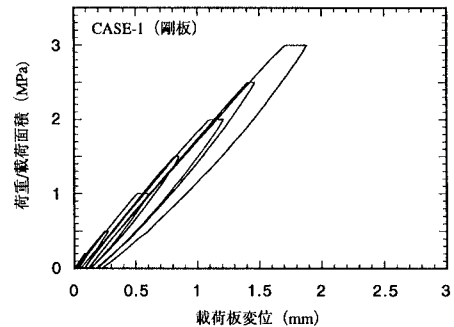


図-4 載荷応力-載荷板変位の関係

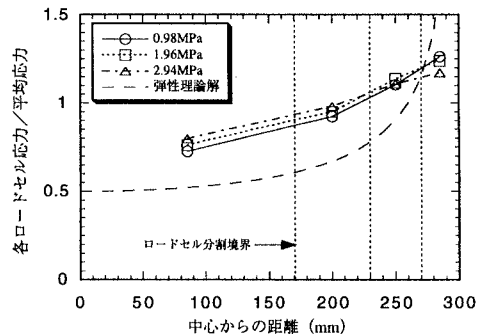


図-5 鉛直応力の分布

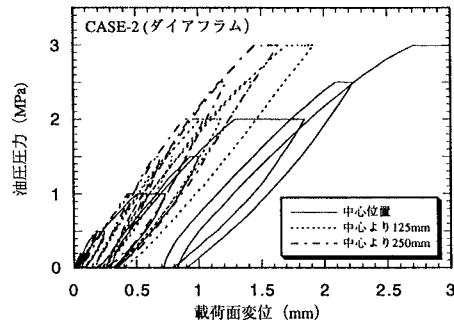


図-6 載荷応力-載荷面変位の関係