砂質地盤材料を用いた高速載荷試験方法の検討

| 防衛大学校 | 正会員 | ○篠田 | 昌弘 |
|-------|-----|-----|----|
| 防衛大学校 | 正会員 | 宮田 | 喜壽 |

1. はじめに

これまで地盤材料の変形強度特性は、1mm/min 以下の遅い載荷速度で評価を行ってきたが、地震時、航空 機の離着陸時、高速鉄道の通過時など、高速載荷時における地盤材料の変形強度特性も重要である.しかしな がら、高速で載荷する試験装置が整備されておらず、高速載荷時における応力一ひずみ関係は十分には把握さ れていない.そこで、本研究では重錘落下による高速載荷試験方法を検討したので、その検討結果を報告する.

2. 載荷速度依存性に関する既往の研究

Yamamuro et al. (2011)らは、相対密度約 36%と 58%の乾燥砂に対して、拘束圧 98kPa と 350kPa、ひずみ速度 は 0.0022%/s~1750%/s で三軸圧縮試験を実施した¹⁾.載荷方法は重錘落下である.ひずみ速度が増加すると、最大荷重下の軸ひずみは減少すること、ダイレタンシーによる体積増加が大きくなること、1%軸ひずみにお ける接線剛性が増加すること、最大主応力比が増加することを示した.一方、Tatsuoka et al. (1999)は、密な豊 浦砂に対して、0.00000417%/s から 0.0021%/s の載荷速度で三軸圧縮試験と平面ひずみ試験を実施した²⁾.彼ら は、試験結果から一定のひずみ速度における載荷では大きな影響は見られないが、載荷途中でひずみ速度を急 変させると大きな影響があることを示した.既往の研究から、砂質地盤材料の変形強度特性に関する載荷速度 依存性に、ある閾値が存在する可能性がある.

3. 高速載荷用三軸セル

図1と図2に製作した高速載荷用三軸セルを示す.この高速載荷用三軸セルは,重錘落下試験だけではなく, 将来的に爆発による高速載荷が可能となるような仕様とした.すなわち,爆風を広い面積を受けられるように





図2 製作した高速載荷用三軸セル (セルを外した状態)

キーワード 砂質地盤材料,高速載荷,変形強度特性 連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 Tel: 046-841-3810

-210

載荷軸を直径 50mm と大径とした. さらに, 爆風に耐えら れるようにセルを鋼製とした. 高速載荷では, 荷重の伝播 が重要となるため, キャップとペデスタルそれぞれを荷重 計と一体化した. 供試体の変位を測定するために, 画像解 析用の高速カメラを設置する保護ケースをセルに取り付け た.

4. 高速載荷試験方法

載荷における供試体の状態は、セル内を水で満たした後、 供試体を飽和させる場合と、セル水を使用せずに供試体を 負圧で自立させる場合を想定した.供試体の設置後,重錘 落下もしくは爆発作用により高速載荷を行い,供試体に作 用する荷重を供試体上下で測定する. 重錘を用いた載荷の 際には、載荷ロッドの上端に設置した緩衝材(直径 5cm 高 さ 10cm) を介して人力もしくは自然落下により載荷する. 供試体の変位は、変位計または高速カメラで測定する.事 前検討として、人力で 5kg の重錘を落下させて、供試体に 載荷した結果,載荷速度は 500mm/s (30,000 mm/min) であ ることが分かった(図3).また、人力によるばらつきもそ れほど大きくないことを確認した. なお、本研究で用いた 地盤材料は, 珪砂 6 号 (Gs = 2.64, e_{max} = 0.924, e_{min} = 0.588) であり、供試体寸法は、直径約 50mm、高さ約 100mm とし て、供試体作成時の相対密度は約75%とした.本報告では、 気中状態の供試体に対する重錘落下試験結果について報告 する.

5. 高速載荷試験結果

図4に載荷速度を変化させた砂質地盤材料の応力--ひ ずみ関係を示す.載荷速度1mm/minと50mm/minの応力 --ひずみ関係は,通常の三軸圧縮試験から求めた.図4 から,載荷速度を増加させることにより,ピーク強度が

増加していることが分かる.また,高速載荷では,残留 図5 高速載荷による供試体の変形の様子 強度も増加していることが分かる.図5には高速載荷による供試体変形の様子を示す.高速で撮影した画像を 用いることで,供試体に発生する局所ひずみの計測が可能となる.

6. おわりに

謝辞:本研究は JSPS 科研費 17K18964 の助成を受けたものです.ここに記して謝意を表します.

参考文献: 1) Yamamuro, J., A., Abrantes, A. E. and Lade, P. V.: Effect of strain rate on the stress-strain behavior of sand, J. Geotech. Geoenviron. Eng., Vol. 137, No. 12, pp.1169-1178, 2011. 2) Tatsuoka, F., Uchimura, T., Hayano, K., Di Benedetto, H., Koseki, J. and Siddiquee, M.S.A. (2001): Time-dependent deformation characteristics of stiff geomaterials in engineering practice, the Theme Lecture, *Proc. of the Second International Conference on Pre-Failure Deformation Characteristics of Geomaterials*, Torino, Balkema (Jamiolkowski et al., eds.), Vol. 2, pp.1161-1250, 1999.





-420-