

アンコール遺跡载荷試験に及ぼす乾湿条件の影響

(財) 地域 地盤 環境 研究所 正 岩崎好規, 正 福田光治, 松原啓充
 中澤技術士事務所 フェロー 中澤重一
 徳島大学 スレン・ソッキアン
 鴻池組 赤澤泰
 早稲田大学 中川武 (JSA 団長)

1. まえがき

本論文では筆者の一人(中川)を団長とする日本国政府アンコール遺跡救済調査団(JSA)が1994から本格的にはじめているアンコール遺跡の基壇解体・修復プロジェクト¹⁾で行った原位置载荷試験結果を中心に、試験結果に及ぼす乾湿条件の影響について示す。アンコール遺跡基壇の解体・修復は乾期から雨期にかけて実施されるために、乾期と雨期の特性把握が必要であり、本論文の結果はその基礎資料となるものである。

2. 基壇構造と盛土材料

アンコール遺跡基壇は上部構造の荷重を支え、地山に伝播させる役割があり、基本的には図-1の構造を示している。本論文で対象とするゾーンは図-1の砂質土及び砂・ラテライトチップ版築層で、約200~400kN/m²の支持力が要求されている。基壇の粒度分布を示したのが図-2である。アンコール遺跡基壇の構成材料としては一般的な粒度分布で、表-1に示すように、砂分80%、粘土分20%程度、粒度評価径²⁾は概略 $d_c=1 \times 10^{-2}$ mm周辺にある。

表-1 基壇盛土材の締固め特性

	N1	Bayon	地山
比重	2.67	2.65	2.671
粒度組成	砂	75~66	81~58
	シルト	14~15	12~18
	粘土	11~19	7~24
粒度評価径(mm)	$(0.2 \sim 1.4) \times 10^{-2}$	$(0.2 \sim 40) \times 10^{-4}$	$(7.1 \sim 9) \times 10^{-4}$

図-3はN1塔基壇の粒度特性を示しており、基壇砂及び砂質土の粒度評価径は $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1}$ mm、ラテライトチップ約 1×10^0 mm、地山粘土 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3}$ mmの間にある。図-4は各種材料の締固め曲線を示している。基壇盛土材の最大締固め密度は約1.9g/cm³、最適含水比は約10%である。

3. 基壇盛土材の強度・変形特性(平板载荷試験結果)

遺跡劣化の原因を確認するためには基壇盛土材の強度・変形特性を知る必要がある。また基壇盛土材で得られた強度・変形特性は、撤去・再盛土を実施する場合の管理目標になる。しかし乾期と雨期の季節変動が明確な亜熱帯地方では季節変動を充分考慮して評価することが求められる。この強度・変形の季節変動は基壇盛土だけでなく地山の特性も左右する。平板载荷試験位置は、図-5の模式図に示すようにレイヤー6直下の砂質土版築層で2ヶ

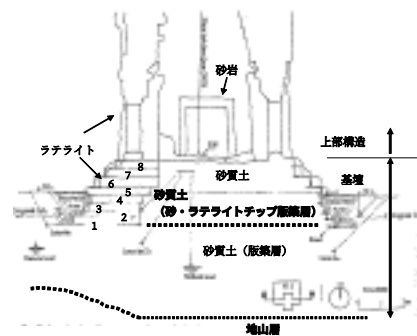


図-1 基壇構造

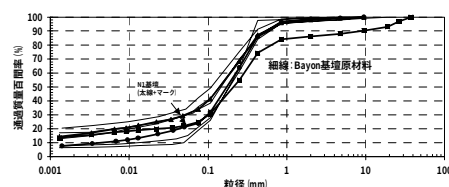


図-2 基壇盛土材の粒度

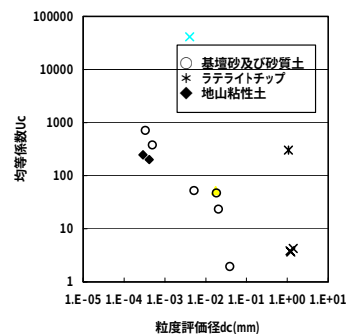


図-3 N1塔基壇粒度特性

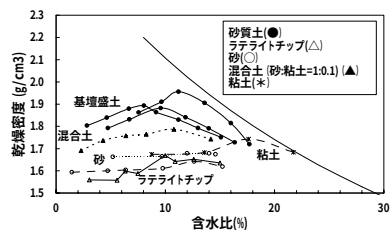


図-4 基壇盛土材の締固め特性

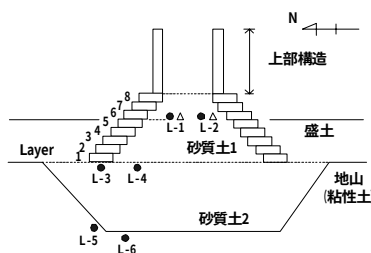


図-5 Prasat Suor Prat N1 塔内試験深度

●: 簡易平板载荷試験
 △: 乱さない試料採取
 *1: 簡易貫入試験は発掘にあわせてその都度実施
 *2: 山中式硬度計はLayer1から地山の間に実施

キーワード: 遺跡 版築 载荷試験 乾湿条件

連絡先: 大阪市西区立売堀4丁目3番2号 TEL: 06-6539-2971 FAX: 06-6578-6560

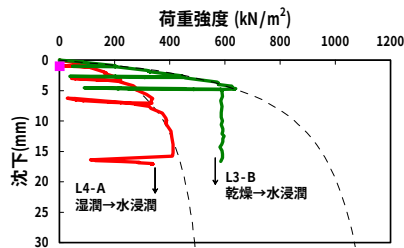


図-6 レイヤー1直下の平板载荷試験結果

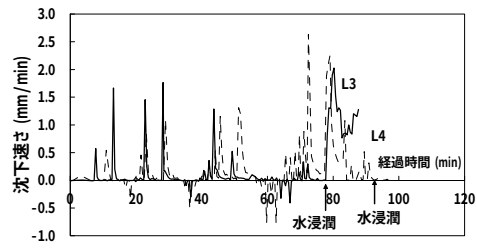


図-7 沈下速度

所、レイヤー1の直下の砂質土版築層で2ヵ所及び、地山2ヶ所で行った。反力装置に制約されて直径10cm、15cmの载荷板を用いた。図-6はレイヤー1直下の砂質土版築層で実施したL-3、4に関する簡易平板载荷試験結果である。L-3はレイヤー1のラテライトが除去された後乾燥状態で放置されていた。これに対しL-4は発掘直後の湿潤状態で実施している。この2つの試験箇所では乾燥化の影響を調べるために、降伏荷重を越えたことを確認した後一旦降伏荷重以下に除荷し、その後载荷板の周囲から水を注ぎ再载荷して、乾燥→湿潤過程の特性を調べた。この結果図-6にみられるようにL-3では降伏荷重以下の荷重で沈下が急激に増加していることがわかった。図-7は沈下速度を示しているが、L-3は水を注いだ直後に沈下速度が急激に大きくなり時間とともに減衰していく傾向がわかる。これに対し、発掘直後に行なったL-4では载荷板の周囲に水を注いでもそれに起因する沈下はわずかであった。この2つの平板载荷試験結果により以下の知見が得られる。

- 1) 乾燥化により降伏荷重、極限荷重は増大する
- 2) しかし湿潤化により、この増大した特徴は消散する
- 3) 湿潤化状態で得られた降伏荷重、極限荷重は水浸させてもほとんど変化しない。

つまり湿潤下状態で形成された構造は水浸によっても維持されるが、乾燥下状態で増大した付加構造は水浸によって消散する。図-8は発掘直後地山で行った簡易平板载荷試験結果（L-5,6）である。地山の载荷試験では反力装置を設けることが困難であったために、溝状に掘削し、一方の壁面の押し込みから反力を得る水平载荷試験で実施した。L-5は降伏荷重を越えたあたりで一旦除荷し、さらに再载荷させた後、载荷板の周囲に水を注いだ。図-9は地山粘土の室内圧密試験結果であるが、水浸による影響はみられず、圧密降伏応力は200～300kN/cm²になり、载荷試験結果に対応していると考えられる。

4. サクシヨンの季節変動

1998～1999年に埋設型サクシオン計をPrasat Suor PratのN1塔西側に沿ってGL-1、-2、-3、-5mに設置して季節変動を調べた。この測定結果を示したのが図-10である。地表面下1mの最大値は600～700cmのサクシオンが発生しているが、約2～4m以深での年間変動量は少ない。図-6の乾湿条件平板試験結果からは地表面ではさらに大きなサクシオンが作用していると考えられる。

5. あとがき

本論文ではアンコール遺跡基壇盛土を対象に乾湿による強度や変形性の変動特性について実験データを示してきた。遺跡修復保存でも地盤工学的視野にたった基礎検討が行われるが、この場合上記した乾湿の影響を考慮して選定する必要がある。

（参考文献）1）岩崎好規，福田光治，佃英吉，中川武：日本国政府アンコール遺跡調査団の活動と地盤工学上の問題，地盤工学会「土と基礎」44-7（462），pp.27-30，1996，2）福田光治，宇野尚雄：「粒度評価径」の提案とそれに基づく日本統一分類法の分析，土木学会論文集No.582/III-41，pp.125-136，1997

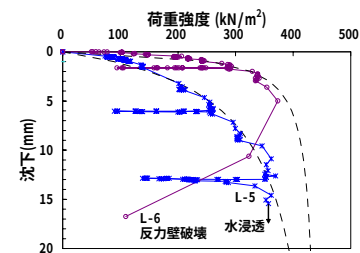


図-8 地山の水平方向载荷試験結果

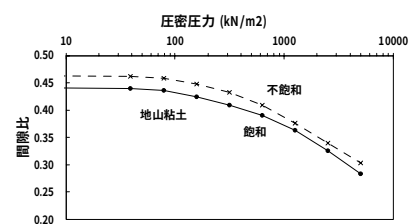


図-9 地山の粘性土圧密試験結果

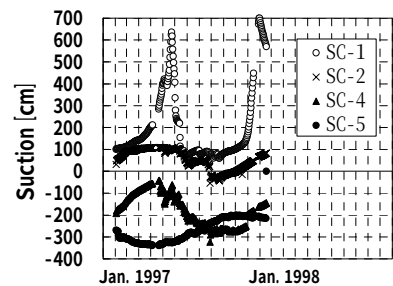


図-10 地下水位とサクシヨンの経時変化