

### III-A 250 二次しらすの地盤工学的特性について

鹿児島大学大学院 学生会員 高田 誠  
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介  
 鹿児島大学大学院 学生会員 北田貴光

#### 1. はじめに

鹿児島県内には、始良カルデラを発生起源とする入戸火砕流堆積物（一般的に‘しらす’と呼称される）や、阿多・加久藤火砕流堆積物等多くの火砕流堆積物が広く分布し、県本土地盤表層部の約50%を火砕流堆積物が占める。また標高が低い沖積平地・河川・海岸沿いには、背後のしらす台地から流下し、淘汰された砂質土（一般的に‘二次しらす’と呼称される）が厚く分布している。このような特性を有する地盤に、九州新幹線や東回り・西回り高規格自動車道・湾岸沿いのウォーターフロント開発等が現在進められている。

本論文では、沖積平地・海岸沿いにおいて厚く分布する‘二次しらす’の地盤工学的特性に着目し、原位置試験結果の評価ならびに支持力問題について考察している。

#### 2. しらす地盤の地盤工学的特性

鹿児島県内の沖積平地・海岸沿いでの建築物を対象とした地盤調査は、粘性土が少ないということからN値の測定のみが終わっているケースが殆どである。N値の分布は、下層に至るまで変化が少なく、その値は10~20程度のもが多いとされている。図2-1は沖積平地において実施された標準貫入試験併用のボーリング結果を柱状図として示している。砂質土では一般に深さとともにN値の増加する傾向があるが、鹿児島県内の沖積平地では20~40mにわたってN値の低い地層が続く。この原因について、春山は「しらすは普通の砂と比較して液状化しやすいのでN値測定時にも局部的な液状化が発生し、その結果静的支持力から判断して小さいN値が測定されている可能性がある」<sup>2)</sup>としている。この論理にしたがえば、動的貫入である標準貫入試験のN値と、オランダ式二重管コーン貫入試験やスウェーデン式サウンディングといった静的貫入による貫入値の関係は通常の砂質土とは異なるはずである。図2-2は、N値と静的コーン貫入値の関係をまとめて示したものである<sup>3)~6)</sup>。この図から次のことが判る。①二次しらす地盤のN値と $q_c$ の関係は、 $q_c = (4\sim 12) \cdot N$ の関係が得られ、通常の砂質土で提唱されている $q_c = 4N$ の関

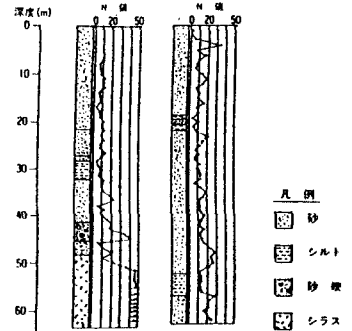


図2-1 N値の深度分布形態<sup>1)</sup>

係とは異なる。②しらす粒子においては動的貫入による局部的な液状化及び粒子破碎が生じ、通常の砂質土と比較してN値が小さめに測定されている可能性がある。③よってしらすは通常の砂質土と比較すると静的支持力が大きいことが推測される。④N値から推定される支持力については、通常の砂質土よりも大きい支持力係数の導入が可能と判断される。

#### 3. せん断強度特性

しらす地盤中には軽石が多く混入し、仮に乱さない試料の採取ができたとしても供試体作成時にトリミングできない場合がある。よって、しらす地盤の強度パラメータである $C$ 、 $\phi$ を室内土質試験から求めることは通常の砂質土に比べると難しい。そのため飽和した

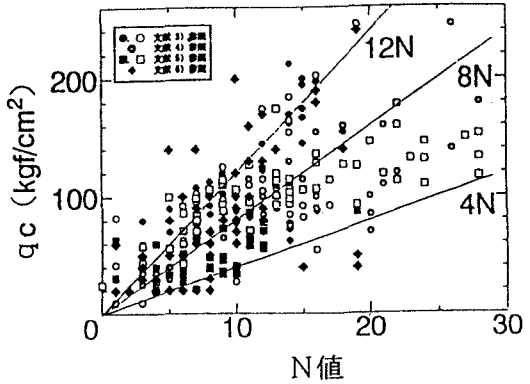


図2-2 N値とコーン貫入値の関係

二次しらすのせん断強度はN値から求めることが多い。本節では先の標準貫入試験によるN値とコーン貫入試験によるqcの関係から、しらす地盤のせん断強度について検討した。通常の砂質土の標準貫入試験によるN値をNsta., 静的コーン貫入値をqc, しらす地盤の標準貫入試験によるN値をNsi, 静的コーン貫入値をqc, siとする。数多くのデータの蓄積からNsta. とqcの関係は $qc=4Nsta.$ と提案されている。一方Nsiとqc, siの関係は図2-2に示したように、平均的には $qc, si=8Nsi$ である。ここで静的な貫入の場合、粒子破碎や局所的な液状化が比較的生じにくいと判断すると $qc=qc, si$ と考えることができる。したがって $4Nsta.=8Nsi$ より $Nsta.=2Nsi$ の関係が得られ、しらす地盤で測定されたN値の2倍が通常の砂質土のN値に相当するものと考えることができる。よってせん断強度をN値から推定する場合、 $\phi=\sqrt{30N+15}$ （但し $N<30$ ）の式が適用できる可能性がある。また道路橋示方書<sup>7)</sup>による通常の砂質土のN値とせん断波速度Vsの関係式 $Vs=80N^{1/3}$ を二次しらす地盤に適用すると $Vs=80(2N)^{1/3}=100N^{1/3}$ となる。これは高田ら<sup>8)</sup>が鹿児島県内の沖積平地で実施されたPS検層結果をまとめて提唱した $Vs=100N^{1/3}$ と符号する。

#### 4. 杭の周面摩擦

静的コーン貫入試験の内、三成分コーン貫入試験は先端支持力・間隙水圧・周面摩擦力が同時に測定できる。図4-1はこの三成分コーン貫入試験結果の内、周面摩擦と先端抵抗の関係から土質分類を行うために立案された図であるが、同図には鹿児島県内の沖積平地で測定された結果<sup>3) 5)</sup>も併せて示した。この図から鹿児島県内の二次しらすは粗～中砂に分類される。しかしながら、二次しらすの粒度組成は細砂～シルト質砂に分類されることを考慮すると、周面摩擦fsを2倍程度に評価すべきと考えられる。また鹿児島県内の沖積平地で実施された原位置深層載荷試験結果<sup>6) 9) 10)</sup>を参照すると、杭の支持機構は周面摩擦力が大半を占めるとされている。表4-1は杭の支持力（周面摩擦成分）を支持力公式より求めたものである。この表に示すように、杭の周面摩擦成分はN値を2倍程度に評価することにより、深層載荷試験結果に近い支持力が得られることが明らかである。

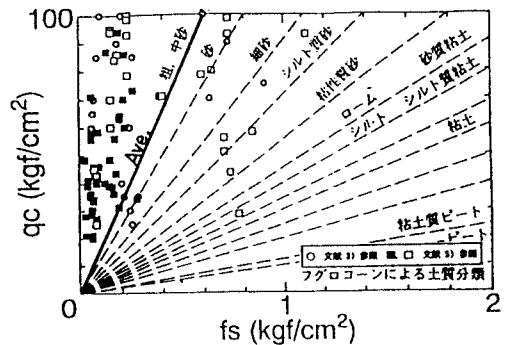


図4-1 周面摩擦と先端抵抗の関係

図4-1 周面摩擦と先端抵抗の関係  
 杭の支持機構は周面摩擦力が大半を占めるとされている。表4-1は杭の支持力（周面摩擦成分）を支持力公式より求めたものである。この表に示すように、杭の周面摩擦成分はN値を2倍程度に評価することにより、深層載荷試験結果に近い支持力が得られることが明らかである。

表4-1 杭の支持力（周面摩擦成分）計算書

計算 case	杭長 (m)	杭径 (mm)	Ns	Nc	Ls (m)	Lc (m)	$\phi$ (m)	(a) $Ls \cdot \phi \cdot 2Ns/3$	(b) $Lc \cdot \phi \cdot 2Nc/2$	(a)+(b) (tf)	杭の深層載荷試験結果(周面摩擦成分) (tf)
① <sup>6)</sup>	62	1,200	11	3	46	16	3.77	1271.7	181.0	1452.7	1460
② <sup>9)</sup>	45	1,000	8	0	45	0	3.14	753.6	0	753.6	720
③ <sup>10)</sup>	28	1,000	12	0	28	0	3.14	703.4	0	703.4	657

Ns, Nc: 杭周地盤中の砂質土・粘性土の平均N値で2倍した。Ls, Lc: 砂質土・粘性土部分の杭の長さ(m)  
 $\phi$ : 杭の周長(m),  $qu$ : 杭周地盤中の粘性土の一軸圧縮強度の平均で $qu=Nc$ とした。

#### 5. おわりに

鹿児島県内に厚く分布する二次しらすは、地盤工学特性が未解明な部分が多々ある。本論文ではこの二次しらす地盤を対象に実施された原位置試験結果をもとに、N値及び杭の周面摩擦について検討した。今後はこれらの妥当性を検証するため、そのメカニズム解明が急務と考える。

#### 【参考文献】

- 1) 鹿児島市地盤図編集委員会：鹿児島市地盤図、1995.3
- 2) 日本住宅公団建築部調査研究課「特殊土壌地（シラス地帯）における高層住機の基礎工法に関する開発研究、昭和49年度技術開発研究
- 3) 鹿児島市建設局「小川町21番街区再開発事業に伴う地盤調査」平成4年12月
- 4) 日本道路公団福岡建設局「天崎川橋基礎工事」平成7年5月
- 5) 運輸省第四港湾建設局「鹿児島港（新港区）橋梁土質調査（第2次）」平成7年3月
- 6) 鹿児島県「グリーンセンター敷地調査詳細調査」平成4年8月
- 7) 日本道路協会「道路橋示方書・同解説」V耐震設計編、平成2年2月、pp34-37
- 8) 高田・北村・北田：しらす地盤における動的変形特性の検討、平成7年度土木学会西部支部研究発表会、pp578-581、1996
- 9) 寺井・山田・林・井手元：シラス地盤における基礎施工例—鹿児島市鶴池市街地住宅新築工事—、基礎工Vol.9, No.12, pp116-128、1981
- 10) 運輸省下関調査設計事務所「鹿児島港（中央港区）橋梁載荷試験工事」平成3年12月