

# 礫混じり地盤の力学的性質の調査と評価について

大阪ガス 正会員 川崎 浩司  
大阪ガス 正会員 宮川 公一  
大林組 正会員 鎌田 文男  
大林組 正会員 加藤 英徳

## 1. はじめに

礫混じり地盤は、普通の構造物に対する支持層として十分な耐力を有しているが、近年、構造物の大型化・重量化に伴って地盤の変形性や耐震設計に用いる動的特性の評価が必要とされるようになり、礫混じり地盤に対する調査および評価の技術の発展が求められている。

ここでは、礫混じり地盤に関して実施した貫入量・リバウンド量の自動計測装置を用いた標準貫入試験、孔内載荷試験、弾性波速度検層などの調査結果をもとに、礫混じり土の力学的特性の調査および評価の方法について検討した結果を報告する。

## 2. 礫混じり地盤の力学的特徴<sup>1)</sup>

礫混じり土の挙動は、礫などの粗粒子の相互接触・噛み合せによる力学的特性と、礫の周りを充填している細粒土の力学的特性が組み合わされた形で現われ、そのいずれが支配的となるかは礫の含有率や礫の周りの充填材の締め具合、拘束圧や載荷される応力やひずみの大きさなどによって大きく異なる。更に、礫が軟質のものでは応力が増加する際に礫粒子が破砕されることもあり得る。

室内土質試験による実験的研究から、礫混入率が50%以下の場合の強度・変形特性は礫の周りを充填している細粒土の特性が支配的となり、拘束圧(土被り)が大きい場合には締固め度がかなり高くなると強度定数や変形係数の増加は期待できず、一方、礫の混入率50%を越えると粗粒子の接触が多くなり、噛み合いによる摩擦抵抗が発揮されてせん断強度が増大することが報告されている<sup>2)</sup>。

## 3. 礫混じり地盤の調査結果と考察

### 1) 標準貫入試験

礫混じり地盤で測定されたN値は、礫打ちの影響が大きく現われるために適用性が問題視されているが、貫入量を自動計測する装置を取付けて一打撃毎の貫入量から貫入量30cmに相当する打撃回数を求めたときに、その最小値(補正N値:  $N_c$ )は礫打ちの影響を含まず、礫の周りを充填している細粒土の締め具合を示していると考えられる。図1に兵庫県姫路市の臨海地区における調査事例を示すが、従来のN値が50以上であっても補正N値 $N_c$ の値は20~40程度である。なお、礫混じり地盤は、その堆積時の状況からレンズ状や塊状の粘性土が介在することがあり、そのような箇所での $N_c$ は小さな値を与えるが、礫混じり地盤は本来が不均質であるので測定データを個々に切り離して取扱わず、深度や平面的な広がりに対してマクロ的に捉え、ばらつきの大きな値は除外して評価することが肝要と考える。そのように見ると、例えば $D_{g1}$ 層の $N_c$ 値は30程度で、礫周りを充填している細粒土は中位~密の締め具合であると推測される。

### 2) 孔内載荷試験

ボーリング孔を利用した水平載荷試験による変形係数は、埋立土層 $B_g$ や沖積砂礫層 $A_g$ では深さ方向に増加する傾向が認められ、それ以深の第四紀更新世後期の段丘礫層 $D_g$ において深さ方向の増加が僅かである。

Key Words : gravelly soils , investigation, sounding, standard penetration test, N-value, secondary wave velocity

連絡先 (〒541-0046 大阪市中央区平野町4-1-2, Tel 06-6205-4592, FAX 06-6231-1062, E-mail : koji-kawasaki@osakagas.co.jp)

これらの傾向は、それぞれの地層における礫の含有量、土被りの大きさ、礫周りの充填材の締まり度を考慮すると、2に示した室内土質試験による力学的特性と一致している。この変形係数と補正N値との関係を図2に示す。ばらつきは大きい $E = 700 \cdot N$  (kN/m<sup>2</sup>)を中心に分布しており、補正N値を用いることにより礫混じり地盤の変形係数も比較的精度よく推定できると考えられる。但し、礫の径が載荷面積に対して相対的に大きくなると、変形係数が大きく求まる傾向があることに留意する必要がある。

### 3)弾性波速度検層

測定時の地盤に生じるひずみは微小レベルであるため、得られた弾性波速度は粗粒子が相互に接触した最速の経路の伝播速度と考えられる。この $V_s$ 測定値と、既往の沖積・洪積砂質土層に関するN値 -  $V_s$  関係<sup>3)</sup>を比較すると、図-3のように礫含有率が高い $B_g$ 層では測定値が2倍ないしはそれ以上になっており、礫含有率が50%以下の $D_g$ 層でも $N_c$ 値(=30)からの推定値( $V_s$  300m/s)の1.3~1.5倍程度の値となっている。このギャップが大きい礫混じり地盤ほど、生じるひずみが大きくなって粗粒子の接触・噛み合せから礫周りの充填部の特性が支配的となる挙動に移行する過程において非線形性が大きく現われ、その際にダイレイタンシーに起因した体積収縮も生じると考えられる。

4.まとめ 標準貫入試験の一打撃による最大貫入量から求めた補正N値により、礫混じり地盤の礫周り充填部の締まり度を評価でき、2に示したような実験的研究から得られた粗粒土の力学特性に関する知見をベースに変形係数の推定や、弾性波速度データと組合せて地震時挙動の把握にも有効に利用できることが分った。この方法は簡便かつ低コストであり、礫混じり地盤の調査・評価方法として普及することを期待する。

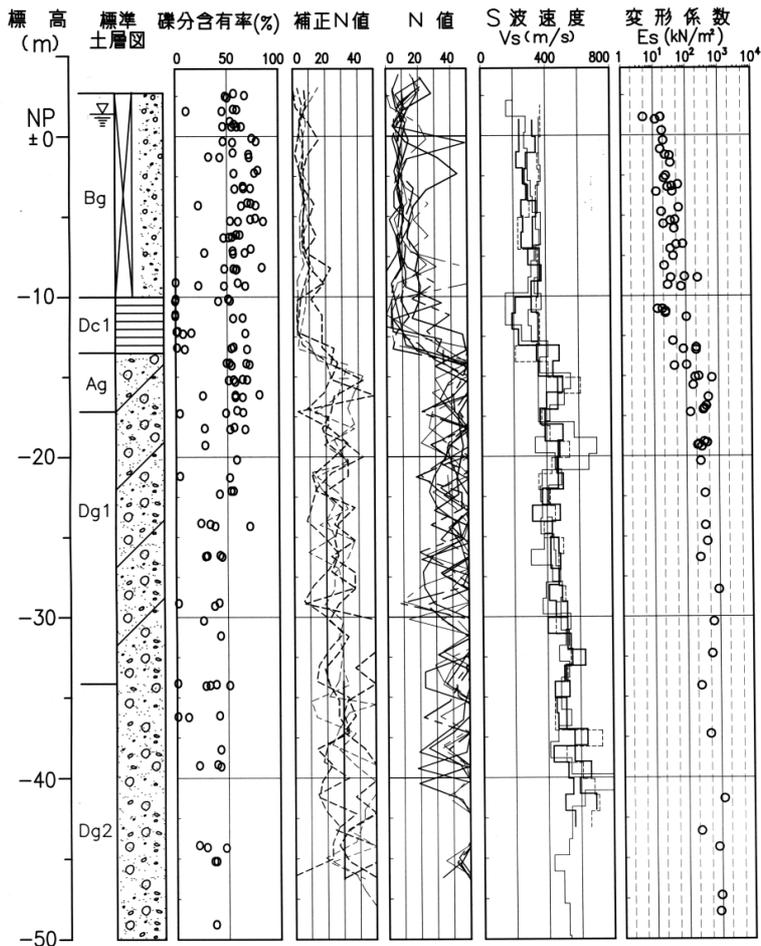


図-1 N値, S波速度, 変形係数の深度分布

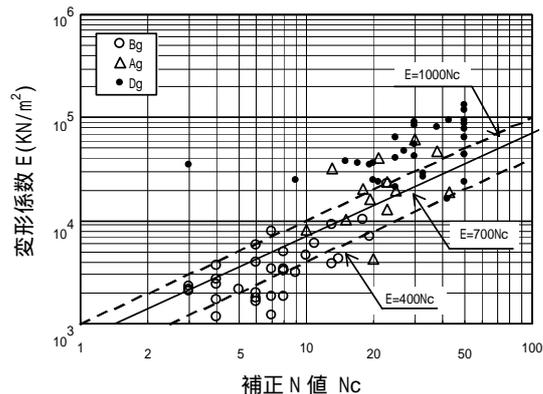


図-2 補正N値と変形係数の関係

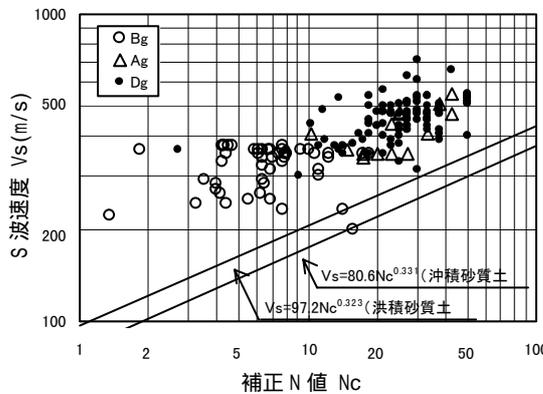


図-3 補正N値とS波速度の関係

《参考文献》 1) 江刺靖行：礫まじり地盤，土と基礎，Vol.31，No.2，pp.3~7 (1983.2)  
 2) 久楽勝行,三木博史,関一雄：締め固めた礫まじり土の工学的性質に関する実験的研究，土と基礎，Vol.31，No.2，pp.39~45 (1983.2)  
 3) 今井常雄,吉村正義：土質試験法 - 地盤探査法，土質工学会，p.106