

気泡混合処理土に対する針および小型コーンの貫入抵抗と一軸圧縮強さの関係

東亜建設工業(株) 技術開発研究センター 正会員 ○田中洋輔
 東亜建設工業(株) 技術開発研究センター 正会員 岸田隆夫
 東亜建設工業(株) 技術開発研究センター 正会員 御手洗義夫

1. はじめに

気泡混合処理土地盤の長期耐久性を検討するにあたり、Ca 分の溶出や pH 低下などにより処理土地盤の露出面から強度低下が発生し、時間経過に伴い強度低下が進行していくことが想定される。強度低下に関して、針貫入試験を用いて検証している事例があり、針貫入試験結果より一軸圧縮強さに換算して強度低下を評価している^{1), 2)}。また、気泡混合処理土に対して針貫入試験を行った事例もある^{3), 4)}。その際、処理土に内在する気泡が試験結果に影響することが想定され、針径や形状を適切に選択する必要がある。本報告では、気泡混合処理土の一軸圧縮試験用の供試体に対して、針および小型コーンを用いて貫入試験を行い、一軸圧縮強さとの相関性について検討した。今回はその結果について報告する。

2. 試料および実験方法

実験で使用した気泡混合処理土は、海成粘土 A を主原料とし、密度は 1.1g/cm^3 である。使用材料および配合表を表-1、2 に示す。配合では、処理土の強度を変化させるため、固化材量を 3 種類設定した。各配合とも直径 50mm、高さ 100mm の円柱供試体を 3 個作製し、材齢 2 ヶ月経過した供試体に対して、針および小型コーンを貫入させた。一軸圧縮試験装置に針直径 0.7mm、1mm の針および先端角 30° の小型コーン（図-1 参照）を装着し、貫入速度 2mm/sec で、5mm まで貫入させた。各針、小型コーンを供試体の表面に 3 箇所貫入させた（図-2）。貫入試験終了後、貫入面をカットした後、一軸圧縮試験を行った。

3. 貫入挙動の比較

図-3 に、針および小型コーンの貫入挙動を示す。針の場合、貫入の初期段階で貫入抵抗が上昇し、ある地点で折れ曲がり、貫入抵抗が漸増していく傾向が観察された。小型コーンの場合は、貫入抵抗が右肩上がりに増加している挙動となった。貫入挙動のばらつきを比較してみると、針に関して、明確なばらつきが確認できる。気泡混入の影響が要因の 1 つと考えられる。気泡の直径は 0.4mm 程度であり、貫入位置に気泡が存在した場合に、貫入抵抗に大きく影響すると考えられる。小型コーンに関しては、貫入に伴いコーンの接触面積が増加し、貫入抵抗が増加するため、ばらつきが生じにくい結果が得られるものと考えられる。また針の場合、小型コーンに比べ貫入抵抗が小さく、測定精度の影響も包含していると考えられる。

4. 針貫入抵抗と一軸圧縮強さの比較

図-4 は、針および小型コーンの 1mm、3mm、5mm 貫入時の貫入抵抗 P の平均値と一軸圧縮強さ q_u の平均値との関係を示したものである。なお針 1mm の P の平均値は、貫入挙動が著しく異なるデータを除外したものである。また表-3 は、0.5~5mm 貫入時の P と q_u の線形近似した場合の切片 a 、傾き b 、相関係数 R を示す。図より、針や小型コーンの違いによらず、 P と q_u に良好な相関関係が確認できる。また、各貫入量 d における P と q_u の相関に関しては、 d によらず良い相関性があるといえる。今回使用した供試体は、室内で配合・養生したもので有り、供試体のばらつきが比較的少ない供試体であったことも、良好な相関関係が得られた原因と考えられる。

図-5 は、別の海成粘土 B ($\rho_s=2.69\text{g/cm}^3$ 、 $w_L=104\%$) を原料土とした密度 1.1g/cm^3 の室内で配合・養生した気泡混

表 1. 使用材料

材料	仕様	備考
原料土	海成粘土 A	土粒子密度： 2.66g/cm^3 液性限界：104%
固化材	高炉セメント B 種	密度： 3.04g/cm^3
気泡材	蛋白系	希釈倍率 20 倍、 発泡倍率 20 倍

表 2. 気泡混合軽量土の配合

配合 ケース	目標 密度 g/cm^3	調整土 含水比 %	1 m^3 あたりの配合		
			調整泥土 kg	固化材 kg	気泡 ℓ
C70	1.1	344	1044	70	113
C100			1013	100	129
C130			982	130	145

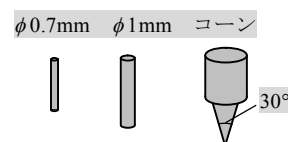


図-1 針およびコーンの種類

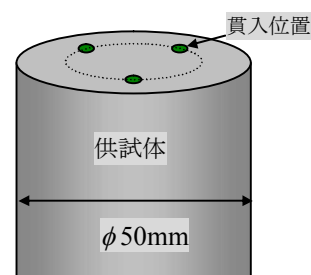


図 2. 針およびコーン貫入位置

キーワード 気泡混合軽量土、貫入試験、貫入抵抗、一軸圧縮強さ

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株)技術開発研究センター TEL 045-503-3741

合処理土の一軸試験用供試体の小型コーンを使用した場合の 5mm 貫入時の P と q_u の関係を、海成粘土 A の小型コーンの結果と重ねて示したものである。海成粘土 B の結果は、ばらつきはあったものの、良い相関性が得られた（表-4 参照）。しかし、海成粘土 A と相関関係は完全には一致しなかった。試料の違いによる影響と考えられる。

5. まとめ

気泡混合軽量土に対して針および小型コーン貫入試験を実施し、貫入抵抗と一軸圧縮強さの相関関係について検討した。その結果、針および小型コーンの種類に関係なく良好な相関関係があることが確認できた。ただし、針の場合は、小型コーンよりも貫入抵抗にばらつきが生じやすいことが確認された。また、試料の違いにより貫入抵抗と一軸圧縮強さの相関関係に違いが生じた。今後も、別の原料土で作製した気泡混合処理土に対しても検討していく予定である。

参考文献

1) 林ら：DJM 改良杭の Ca 溶出とそれに伴う強度低下の可能性、第 39 回地盤工学研究発表会概要集、pp.785-786、2004。2) 池上ら：セメント安定処理土の劣化進行に関する簡便予測手法、土木学会第 59 回年次学術講演会第Ⅲ部門、pp.1073-1074、2004。3) 新田ら：針貫入試験による気泡混合軽量土の一軸圧縮強さ、土木学会第 59 回年次学術講演会第Ⅲ部門、pp.997-998、2004。4) 田中ら：気泡混合軽量土に対する針形状の異なる針貫入試験、第 40 回地盤工学研究発表会論文集、pp.823-824、2005。

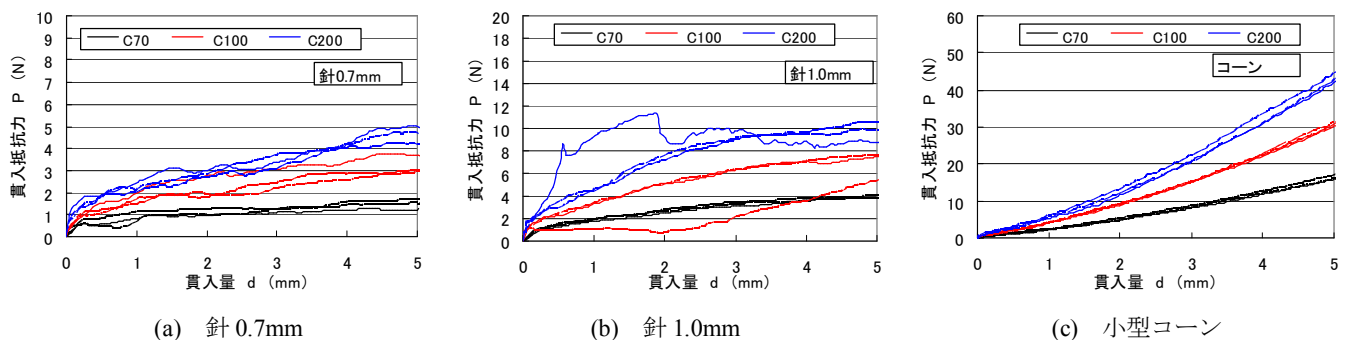


図-3 針および小型コーンの貫入挙動

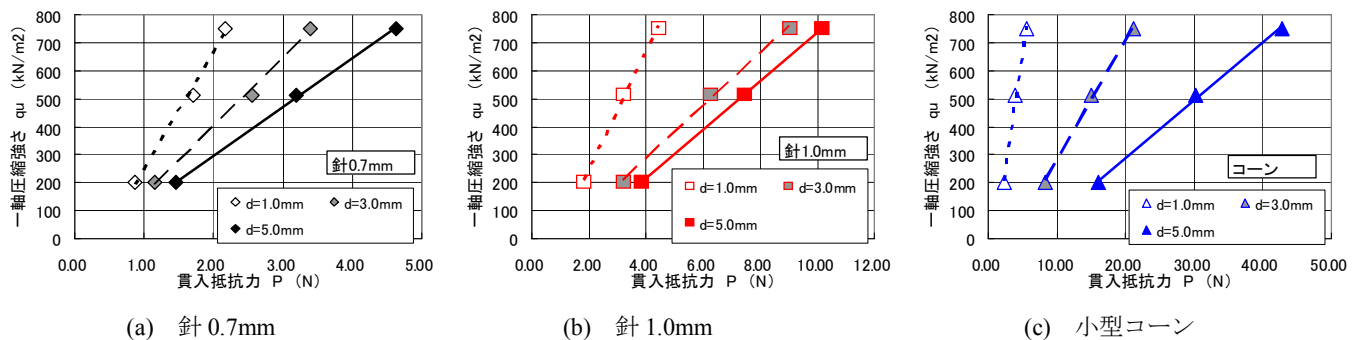


図-4 貫入抵抗 P と一軸圧縮強さ q_u との関係

表-3 各貫入量の貫入抵抗 P と一軸圧縮強さ q_u の相関関係

貫入量		1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
0.7mm	切片 a	-167.9	-129.4	-95.0	-78.7	-49.6
	傾き b	414.7	307.3	246.0	202.5	173.9
	相関係数 R	0.995	0.997	0.996	1.000	0.999
1mm	切片 a	-170.2	-93.9	-100.5	-135.0	-139.2
	傾き b	209.0	115.5	95.4	92.3	87.6
	相関係数 R	0.998	0.998	0.997	1.000	1.000
コーン	切片 a	-160.7	-174.4	-145.3	-125.5	-126.8
	傾き b	168.1	76.2	42.8	27.9	20.7
	相関係数 R	0.999	1.000	0.997	0.997	0.998

近似式 $q_u \text{ (kN/m}^2\text{)} = a + b \times P \text{ (N)}$

表-4 P と q_u の相関関係(海成粘土 B)

貫入量		5mm
コーン	切片 a	19.3
	傾き b	-46.6
	相関係数 R	0.815

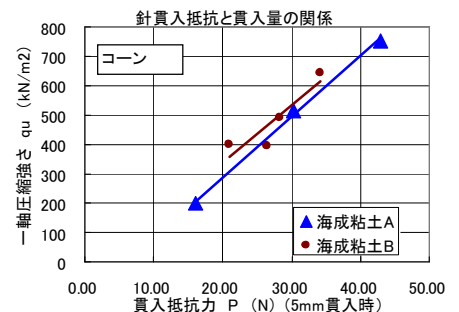


図-5 貫入抵抗 P と一軸圧縮強さ q_u との関係（試料 A、B の違い）