

固化材を添加した建設発生土の材料特性と静的締固め砂杭工法への適用性

港湾空港技術研究所	正 山崎 浩之
東洋建設（株）	佐藤 道祐
港湾空港技術研究所（研修生）	正○木村 大介
（国土総合建設（株））	
井森工業（株）	正 鶴岡 龍彦
家島建設（株）	大西 文明

1. はじめに 平成7年度における建設発生土（以下「発生土」と示す）の搬出量は約44,600万 m^3 であり、これは建設工事土砂使用量約20,400万 m^3 の約2倍に相当する。しかし土砂使用量のうち発生土の割合は約32%であり、これは搬出量の約15%に相当する¹⁾。この様に発生土の利用はまだ少なく、その有効利用が望まれている。その有効利用の1つとして静的締固め（以下「SDP」と示す）工法がある。SDP工法は静的なエネルギーで杭を締固め、拡径することにより周辺地盤の密度を増大させる液状化対策工法である。本研究では、発生土のSDPへの適用を目的とし、セメント系固化材（以下「固化材」と示す）添加による砂質土系第2種発生土の物理特性の変化を調べた。本報告ではその結果を示すとともに、発生土のSDP工法への適用性についても考察する。

2. 固化材混合による粒度変化 図-1は発生土の固化材（配合量70 kg/m^3 ）混合前後における粒度分布である。また、この粒度分布にはサンドコンパクションパイル（以下「SCP」と示す）材の実績範囲も併せて示した²⁾。発生土は細粒分が多くSCP材としてそのまま用いるのは難しい。しかし、固化材を混合することで粒径0.075mm以下の細粒分含有率 F_c が約35%から約3%に減少し、SCP材実績範囲内に収まる。これにより材料がケーシング内を抜けやすくなり、施工性の向上が期待できる。

3-1. 細粒分含有率の経時変化 含水比30%の発生土に固化材を混合したときの細粒分含有率の経時変化を図-2に示す。なお配合量は50, 70, 90 kg/m^3 である。全ての配合において24時間後には細粒分含有率 F_c が5%以下の良質な材料となる。つまり、細粒分含有率に着目すると、固化材混合後24時間経過した材料を用いた方が、施工性が向上すると思われる。

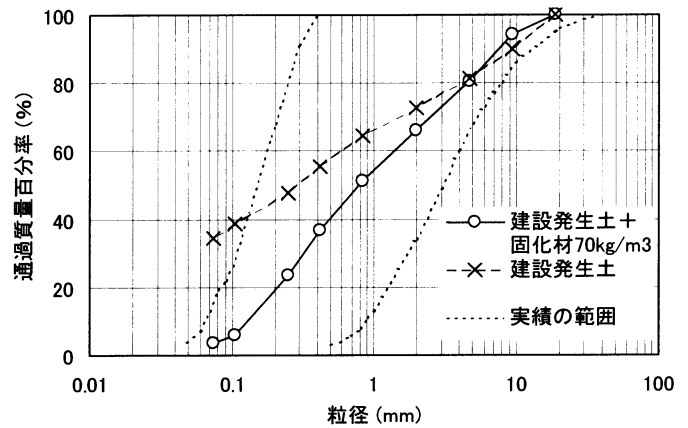


図-1 第2種発生土の粒度分布

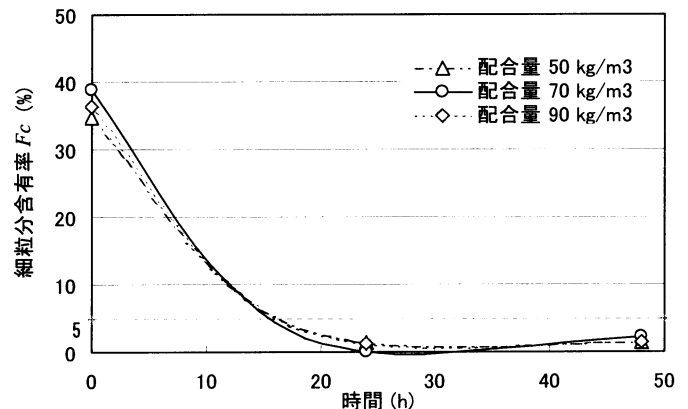


図-2 細粒分含有率の経時変化（気中養生）

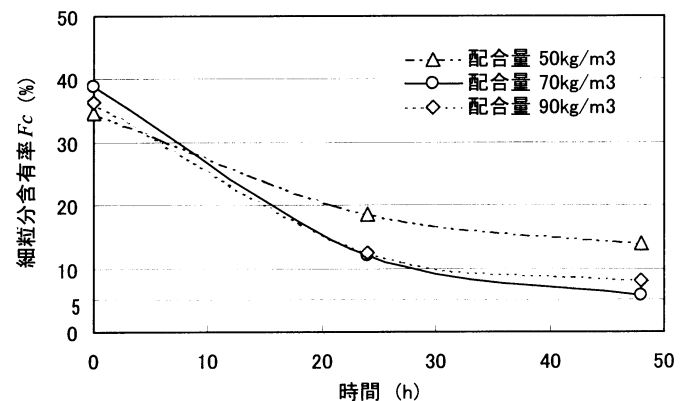


図-3 細粒分含有率の経時変化（水中養生）

keyword：建設発生土，静的締固め，液状化対策，細粒分含有率，透水係数

連絡先：港湾空港技術研究所 住所：神奈川県横須賀市長瀬3丁目1-1 Tel：0468-44-5054 Fax：0468-44-0618

3-2. 水中養生における細粒分含有率経時変化 固

化材混合直後の発生土を杭材として使用した場合、発生土は地下水面下に置かれることになる。そこで固化材混合後水中養生し、細粒分含有率試験を行った。その結果を図-3に示す。固化材混合後24時間では10%～20%、48時間では10%前後となり、図-2と比べると細粒分の減少が小さい。細粒分含有率がSDP杭の透水性に寄与するとすれば、固化材混合後すぐに杭材として使用すると、混合後24時間の発生土に比べ杭の透水性が若干劣ると推測される。

4-1. 緩詰めにおける透水係数 発生土を用いてドレーン杭を造成したときの透水性を調べるために、緩詰め状態で定水位透水試験を行った。なお、使用材料は固化材0, 50, 70, 90kg/m³配合で混合後0, 24時間の計8種類の発生土である。緩詰め状態は自然落下により作成した。図-4(表-1)にその結果を示す。混合後0時間より24時間後の発生土、さらに固化材0kg/m³より50, 70, 90kg/m³混合した発生土の方が、わずかではあるが透水性が良くなる。また、透水係数は全ての材料において10⁻³cm/s以上である。

4-2. 密詰めにおける透水係数 静的に締固められた杭の透水性を調べるために、突固めた発生土について定水位透水試験を行った。突固めは”突固めによる土の締固め試験方法”に示されるA-c法³⁾に従った。なお、使用材料は緩詰め時の透水試験と同じである。しかしながら、配合0kg/m³及び混合後0時間の材料について試験を行おうとしたところ、同試料は透水性が悪く、飽和させることが困難であり試験をとりやめた。よって透水試験を行えたのは固化材50, 70, 90kg/m³配合で混合後24時間の発生土のみである。図-5(表-2)にその結果を示す。○印で示した発生土の透水係数は10⁻³cm/s以上であり、図-4に示した緩詰め時の透水係数とあまり違いがない。また、配合0kg/m³については、前述のように透水係数がかなり低下する。すなわち、固化材を混合し約24時間経過した発生土で造成した杭は、透水性を失うことなく締固められていると考えられ、間隙水圧消散能力の期待もできる。

図-4(表-1)にその結果を示す。○印で示した発生土の透水係数は10⁻³cm/s以上であり、図-4に示した緩詰め時の透水係数とあまり違いがない。また、配合0kg/m³については、前述のように透水係数がかなり低下する。すなわち、固化材を混合し約24時間経過した発生土で造成した杭は、透水性を失うことなく締固められていると考えられ、間隙水圧消散能力の期待もできる。

5. おわりに 本研究では、発生土の有効利用としてSDP工法への適用にあたり、第2種発生土に固化材を混合しその物理特性などを調べた。その結果以下のことが得られた。(a) 固化材の混合により発生土は細粒分含有率5%以下の良質な材料となり、それはSCP材実績範囲内に収まる。(b) (a)に示した良質な材料になるには固化材混合後24時間程度必要である。(c) 水中養生を行った場合、気中養生に比べ細粒分含有率の減少が小さい。(d) 緩詰めにおける発生土の透水係数は10⁻³cm/sより高い。(e) 固化材を混合し24時間放置した発生土は、密詰めにおいても10⁻³cm/sより高く透水性が確保される。よって、施工性、杭の透水性の観点から、発生土をSDPへ適用するにあたり固化材混合及び24時間放置は有意なことと言える。

【参考文献】 1) 建設省、平成7年度建設副産物実態調査報告、1995。2) 運輸省港湾局編集、(社)日本港湾協会、港湾工事共通仕様書 港湾関係測量・土質等調査共通仕様書、pp.20-21, 1994。3) 地盤工学会、土質試験の方法と解説、pp.252-255, 2000。

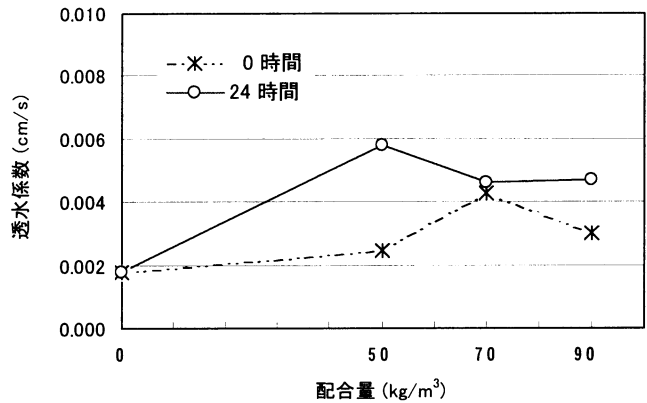


図-4 透水試験結果 (緩詰め)

表-1 透水試験時の乾燥密度 (緩詰め)

配合量(kg/m ³)	0	50	70	90
0時間	1.08	1.07	0.93	1.02
24時間	1.27	0.97	1.01	0.90

(g/cm³)

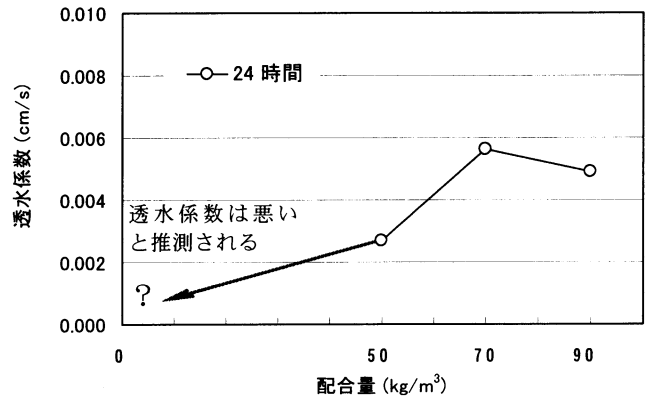


図-5 透水試験結果 (密詰め)

表-2 透水試験時の乾燥密度 (密詰め)

配合量(kg/m ³)	0	50	70	90
0時間	1.43	—	1.20	—
24時間	1.58	1.30	1.27	1.25

(g/cm³)

突固め方法：土の締固め試験A-c法