

III-537 流動化処理土を用いた埋戻し

東京都土木技術研究所 正会員 ○小林 一雄
 東京都土木技術研究所 正会員 内田喜太郎

1. まえがき

道路陥没は、道路占用工事における埋戻しが原因の一つとも考えられる。一方、掘削残土の捨場確保難、天然砂の資源不足、採取による環境破壊及び交通公害等が社会問題になっており、発生土の再利用が求められている。さらに、都市街路における埋戻しは、夜間施工・即日交通開放の条件下で行われることが多く、2時間程度の短時間施工が余儀なくされている。これらの要請に応えるために、掘削残土を用いた流動化処理土(以後処理土と称する)の道路占用工事への適用性について検討を行った。

著者等が行った火山灰質粘性土を用いた実験では、①処理土の品質管理は、Pロートの流下時間13秒以下、ブリージング率1%以下、2時間以内の一軸圧縮強度0.3kgf/cm²以上が望ましい。②処理土は試作固化材を用いることにより空洞が発生せず、打設後2時間以内で処理土層上での砂層の転圧が行えた。③冬期においては、処理土の添加水温を高めることにより強度増加を図り、上記の転圧が行えたことを報告した¹⁾。

本報告は、処理土に用いる原料土の種類を増すこと、埋戻し時間をさらに短縮すること、処理土の地下水位の高い箇所又は埋戻し部全体への適用性について検討した。

2. 流動化処理土の配合及び性質

実験に用いた処理土の原料土は、表-1に示す土質性状の火山灰質粘性土、粘性土及び礫質土である。

表-1 流動化処理土に用いた原料土の物理試験結果

| 原料土名 | 日本統一土質分類 | 粒度特性 | | | | | コンシステンシー特性 | | | 土粒子の比重 | 自然状態 | | | | PH | | |
|-------|----------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------|------|------------|-----------|-----------|--------|-------|----------|--------------------------|-------|------|----------|-----------|
| | | 礫分 2mm以上 % | 砂分 0.074~2mm % | シルト分 0.005-0.074 mm % | 粘土分 0.005mm以下 % | 均等係数 | 曲率係数 | 液性限界 % | 塑性限界 % | | 塑性指数 | 含水比 % | 湿潤密度 t/m ³ | 間隙比 | | 飽和度 % | 強熱減量 % |
| 火山灰I | 火山灰質粘性土 | 0 | 41 | 39 | 20 | 51.3 | 1.9 | 106.7 | 87.1 | 19.6 | 2.699 | 60.7 | 1.521 | 1.850 | 88.5 | 16.4 | 6.45 |
| 火山灰II | 火山灰質粘性土 | 1 | 8 | 80 | 11 | 19.6 | 1.9 | 197.5 | 110.4 | 87.1 | 2.843 | 112.1 | 1.352 | 3.463 | 92.0 | 12.2 | 6.58 |
| 粘性土 | 粘性土 | 0 | 11 | 46 | 43 | 23.0 | 0.2 | 74.8 | 28.7 | 46.0 | 2.721 | 49.7 | 1.708 | 1.383 | 97.7 | 7.0 | 6.46 |
| 礫質土 | 礫質土 | 47 | 32 | 18 | 3 | 74.4 | 0.0 | N.P | N.P | N.P | 2.715 | 6.7 | 2.037 | 0.422 | 43.2 | 2.6 | 8.13 |

(1) 実験配合と残土利用効果

実験配合は試作固化材を用いて、表-2に示すように上記の目標を満足したものをを用いた。残土利用効果は、原料土使用容積率で35~57%であった。

(2) 単位体積重量及び一軸圧縮強度の深度分布

処理土の単位体積重量及び一軸圧縮強度の深度分布は、直径15cm長さ230cmの塩ビ管を立てて、処理土を流し込み約30cmごとに切り取り求めた。結果は、図-1に示すように深度による差は少なかった。

(3) 添加水温と流動性

処理土の添加水温を高めることは、冬期における処理土の強度増加に有効な方法であるが、流動性を確保することも必要である。処理土の添加水温と流動性の関係は、図-2に示すように添加水温を高めるとPロートの流下時間が大きくなり流動性が低下

表-2 流動化処理土の実験配合等

| 原料土名 | 単位配合 kg/m ³ | | | 調整含水比 % | P流下時間 秒 | ブリージング率 % | 一軸圧縮強度 kgf/cm ² | 原料土使率 % |
|-------|------------------------|-----|-----|---------|---------|-----------|----------------------------|---------|
| | 原料土 | 水 | 固化材 | | | | | |
| 火山灰I | 804 | 447 | 200 | 150 | 12.9 | 0 | 1.12 | 52.9 |
| 火山灰II | 542 | 556 | 200 | 325 | 12.9 | 0 | 0.74 | 40.1 |
| 粘性土 | 590 | 590 | 200 | 200 | 12.4 | 0 | 0.92 | 34.5 |
| 礫質土 | 1165 | 473 | 160 | 50 | 13.3 | 0 | 0.48 | 57.2 |

注) 一軸圧縮強度は20℃室内養生における2時間後の値である。

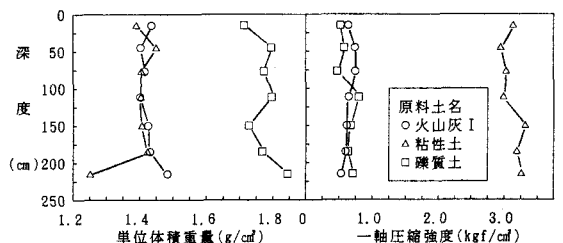


図-1 流動化処理土の単位体積重量及び一軸圧縮強度の深度分布

した。その割合及びPロートの流下時間は、ほぼ火山灰I、粘性土、礫質土の順に大きくなっている。

3. 流動化処理土の短時間施工実験及び結果

実験は型枠(90cm×60cm×90cmが基本)に処理土を30cm流し込み、しゃ断層用砂(以後砂と称する)又はC-40を2層に分けて敷均し、ランマ転圧することにより行った。結果は表-3に示した。

処理土の管回り適用実験はNo.1~4である。処理土は管回りを十分充填でき、打設後30~45分に敷均した砂層の状態が、ランマ転圧時間の短いNo.1を除き、土研式円錐貫入23回/10cm、現場CBR6%、締固め度88%以上の転圧が行えた。

処理土の地下水位の高い箇所への適用実験は、No.5~6がポンプアップ後の残存水位1cm、No.7~8が5cm程度の場合を想定したものである。残存水位5cmの場合は打設後約1cm水が浮き上り、打設後94~114分に吸水後、1cmの場合は30~47分後に敷均した砂層の締固め度が87%以上の転圧が行えた。

処理土の埋戻し部全体への適用実験はNo.9~11である。処理土打設後33~45分で敷均したC-40層の締固め度が89%以上の転圧が行えた。

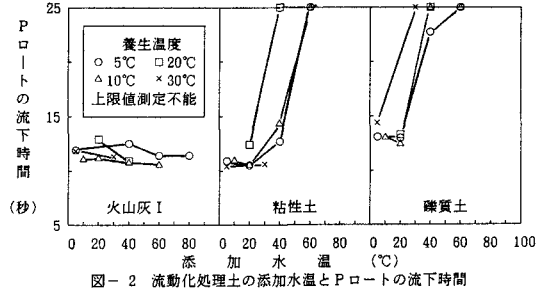


図-2 流動化処理土の添加水温とPロートの流下時間

表-3 流動化処理土の短時間施工実験結果

| 実験 No. | 地下 水 残 存 水 位 cm | 流 動 化 処 理 土 | | | | | | | 流 動 化 処 理 土 層 上 の 砂 等 の 状 態 | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------|--------|--------------------|--------|------------------------------------|----------------------------|-------------|--------|--------|-----------------------|
| | | 原料土名 | 添加 水温 ℃ | 施 工 時 | | | 砂 等 の 打 設 時 | | 使 用 材 料 | 敷均し 厚 cm | | ランマ 転圧時間 秒/㎡ | | 土 研 式 貫 入 /10 cm | 現 場 C B R % | 締固め度 % | | | |
| | | | | 処 理 土 度 ℃ | 気 温 ℃ | P 流 下 時 間 秒 | 経 過 時 間 分 | kgf/cm ² | | 中 間 部 | 上 部 | 中 間 部 | 上 部 | | | 中 間 部 | 上 部 | 置 換 | |
| | | | | | | | | 土 硬 度 計 | | | | | | | | | | | 一 縮 軸 圧 度 |
| 1 | 0 | 火山灰 I | 40.0 | 28.5 | 12.5 | 10.8 | 45 | 3.0 | 0.62 | し | 40 | 40 | 55 | 222 | 14.8 | 4.3 | 82.3 | 91.3 | 89.8 |
| 2 | 0 | 火山灰 I | 30.0 | 20.1 | 10.4 | 10.6 | 40 | 1.4 | 0.37 | し | 30 | 30 | 222 | 333 | 22.8 | 6.4 | 91.0 | 91.6 | 89.7 |
| 3 | 0 | 火山灰 II | 30.0 | 17.9 | 7.6 | 10.7 | 35 | 0.7 | 0.41 | し | 30 | 30 | 333 | 333 | 26.8 | 8.9 | 88.3 | 90.0 | 96.7 |
| 4 | 0 | 礫質土 | 30.0 | 23.7 | 12.0 | × | 35 | 0.8 | 0.44 | 断 層 | 30 | 30 | 333 | 333 | 26.8 | 7.7 | 89.9 | 92.9 | 90.4 |
| 5 | 1 | 火山灰 I | 20.0 | 16.6 | 8.7 | 14.2 | 47 | 0.9 | - | 用 | 30 | 30 | 180 | 300 | - | - | 90.2 | 90.1 | - |
| 6 | 1 | 火山灰 II | 20.0 | 19.8 | 11.2 | 18.6 | 30 | 0.5 | - | 用 | 30 | 30 | 240 | 300 | - | - | 86.6 | 90.0 | - |
| 7 | 5 | 火山灰 I | 20.0 | 17.0 | 8.9 | 13.2 | 114 | 1.1 | - | 砂 | 30 | 30 | 240 | 240 | - | - | 89.0 | 89.6 | - |
| 8 | 5 | 火山灰 II | 20.0 | 23.6 | - | 11.3 | 94 | 0.4 | - | 砂 | 30 | 30 | 300 | 240 | - | - | 91.5 | 91.3 | - |
| 9 | 0 | 火山灰 I | 40.0 | 25.9 | 7.8 | 11.1 | 45 | 1.7 | 0.43 | C | 28 | 10 | 333 | 222 | - | - | 95.0 | 95.0 | 88.9 |
| 10 | 0 | 火山灰 I | 30.0 | 21.0 | 11.5 | 12.6 | 39 | 0.8 | 0.30 | 40 | 20 | 15 | 333 | 333 | - | - | 93.5 | 93.5 | 90.1 |
| 11 | 0 | 火山灰 II | 20.0 | 20.8 | - | 12.6 | 33 | 1.2 | 0.29 | 40 | 20 | 18 | 333 | 333 | - | - | 96.9 | 96.9 | 90.5 |

注) ×; 流動化処理土打設約5分後にPロート試験を行ったが、流動せず試験値が得られなかった。

4. まとめ

- ①火山灰質粘性土、粘性土及び礫質土を用いた処理土は、容積率で3~6割程度の残土利用効果がある。
- ②礫質土を用いた処理土は、他の原料土を用いたものより調整含水比及び流動性が低く、さらに添加水温を高めた時の流動性の低下が大きく、現場での適用に当たっては注意する必要がある。
- ③試作固化材を用いた処理土は管回りを十分充填でき、打設後30分程度でその上に砂層の転圧が行えた。
- ④地下水のポンプアップ後の残存水位が5cm程度の箇所では処理土打設後90分程度で表面水を吸水することにより、また1cm程度の箇所では打設後30分程度で、その上に砂層の転圧が行えた。
- ⑤処理土は230cm程度の厚さまで適用可能であり、打設後30分程度でその上に路盤材の転圧が可能である。

参考文献: 1) 小林一雄、内田喜太郎、金子義明(1990): 流動化処理土を用いた埋設管回りの埋戻し、建設省、第44回建設省技術研究会論文集、自由課題、共通部門、平成2年11月、43-48