

報告

[1088] セメントを安定材とし関東ロームを助材とする事前混合処理土の水中分離抵抗性

正会員○伊藤亜政（群馬大学大学院）

正会員 富岡良光（三井不動産建設技研）

正会員 辻 幸和（群馬大学建設工学科）

1. まえがき

水中盛土を前提とし、セメントを安定材とする事前混合処理土（以下、処理土という）には、高い水中分離抵抗性と優れた経済性が求められている。近年、水中コンクリートにおいて、優れた効果を示す水中不分離性混和剤が盛んに活用されている。水中不分離性混和剤は、コンクリートに混合されて増粘作用と保水作用を示す。これらの作用により、水中不分離性コンクリートには材料分離抵抗性とセルフレベルリング性の向上およびブリージングの抑制などの効果が付与されている¹⁾。処理土においても水中分離抵抗性を高めるうえで、粘性と保水性を処理土に付与することが有効と考えられる。

筆者らは、処理土に粘性と保水性を付与する方法として、火山灰質粘性土の一種である関東ロームが、助材として用いて処理土の強度と流動性の改善にも効果があり²⁾、経済的であることから、関東ロームを助材として処理土に混合することと、打設における改善方法として、処理土がトレミー管から流出する水域を、分離防止剤としての強アニオン性ポリアクリルアミド高分子の低濃度水溶液に置き換えることを、それぞれ考案した。

本文は、この方法を用いた処理土の水中分離抵抗性に関する今後の実験の基礎資料を得るため、粘性土の種類とその有無・トレミー管の有無・分離防止剤のポリアクリルアミド水溶液の濃度を要因とした室内実験を行い、その結果を水中分離抵抗性の指標である処理土の水中気中強度比・濁度・pH等について検討し、適切な打設方法を提案したものである。

2. 実験方法

実験に用いた材料は、表-1に示すセメント、水、山砂のほか、助材である粘性土としてベントナイト、関東ロームと木節粘土、および分離防止剤である。

処理土の配合を表-2に示す。助材として粘性土を混合する場合は配合名L417を、混合しない場合は、配合名Y329をそれぞれ標準とした。

強度試験の供試体は、その寸法を直径5cm、高さ10cmとし、材料をホバート型ミキサを用いて練り混ぜ、土木学会・水中不分離性コンクリート設計施工指針（案）に準じて作製した。そしてトレミー打設は、あらかじめ1個の供試体作製に必要な量の処理土を詰めた内径18mmの管を、ポリアクリルアミド水溶液中に設置したモールドの底まで静かに降ろした後、処理土を流出さ

表-1 使用材料

| 材料名 | 種類・物理的性質 | | |
|--------|------------------|-----|------|
| セメント | 高炉セメントB種 | 比重 | 3.06 |
| 水 | 人工海水 | | |
| 山砂 | 千葉県富津産 | 粗粒率 | 1.34 |
| | | 比重 | 2.72 |
| ベントナイト | 赤城産 | 比重 | 2.58 |
| 関東ローム | 横浜産 | 比重 | 2.75 |
| 木節粘土 | 岐阜県多治見産 | 比重 | 2.68 |
| 分離防止剤 | 強アニオニン性ポリアクリルアミド | | |

せつつ、管先の高さが処理土の打設表面以上とならないように引き上げる方法とした。強度試験は、土の一軸圧縮試験方法(JIS A 1216)により材令28日の供試体の強度を測定した。

濁度とpHの測定についても、土木学会・水中不分離性コンクリート設計施工指針(案)(1,000ccビーカー法)に準じた。そしてトレミー打設は、内径50mmの管を用い、トレミー打設による供試体作製の手順と同様に容器内に処理土を打設した。ただし、処理土と容器内の水の量を指針(案)の3倍とした。

3. 粘性土の効果

処理土の水中分離抵抗性を高めるうえで、助材として効果的な粘性土を選択するため、粘性土の種類の違いが処理土の水中分離抵抗性に及ぼす効果を、処理土の水中気中強度比を指標として比較した。比較した粘性土は、モンモリロナイトを主成分とし液性限界の高いベントナイト、アロフェンを主成分とし液性限界が中程度の関東ロームおよびカオリナイトを主成分とし液性限界が低い木節粘土である。結果を表-3に示す。水中気中強度比の高いものからベントナイト、関東ローム、木節粘土をそれぞれ混合した処理土の順で、粘性土の液性限界の高い順と一致した。保水性の高い粘性土を混合した処理土ほど、水中分離抵抗性が高いと考えられる。

ベントナイトは、それを混合した処理土の水中気中強度比が0.73と大きいものの、高価であるため経済性に難点がある。よって、次いで水中気中強度比が高く、入手の容易な関東ロームを用い、その混合量を要因とする水中気中強度比の試験を行った。関東ローム量の増減による配合の補正は、セメント量と水量を一定にし、山砂量で加減した。その結果を図-1に、流動性の指標である1/2コーンによる小型スランプフロー試験の結果と併せて示す。関東ロームの增量に伴い、水中強度は著しく増大し、混合量が120kg/m³において水中気中強度比が0.68となつた。この値はベントナイトの混合量が100kg/m³

表-2 配合

| 配合名 | 水セメント比(%) | 単位量(kg/m ³) | | |
|------|-----------|-------------------------|-----|-------|
| | | W | C | S |
| L417 | 417 | 500 | 120 | 1,155 |
| Y329 | 329 | 395 | 120 | 1,539 |
| | | | | CL |

山砂・粘性土は絶乾状態の質量である。

表-3 粘性土の種類と水中分離抵抗性

| 種類 | 粘性土 | | 水中分離抵抗性 水中気中強度比 水中/気中 |
|--------|-------------|--|-----------------------------|
| | 液性限界 (%) | | |
| ベントナイト | 257 | | 13.6/18.7 = 0.73 |
| 関東ローム | 108 | | 8.3/17.4 = 0.48 |
| 木節粘土 | 38 | | 0.9/13.7 = 0.07 |

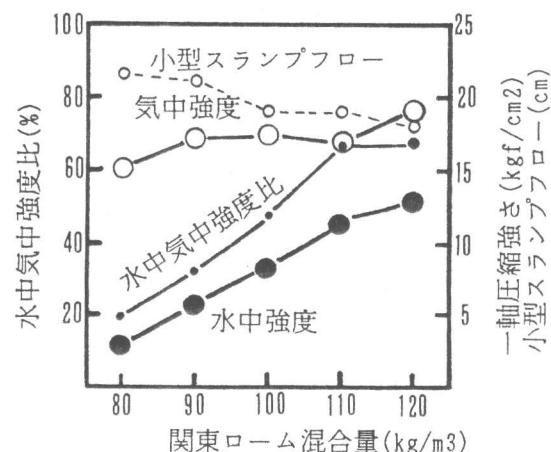


図-1 関東ローム混合量と強度・流動性

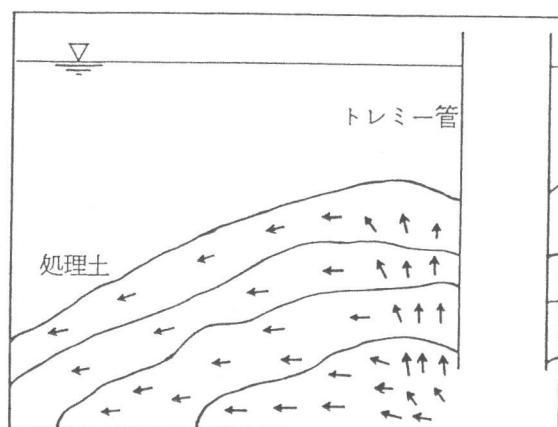


図-2 処理土のトレミー管先周辺の流出状況

場合とほぼ同等であり、関東ロームの増量は水中分離抵抗性を高める効果があることを示している。しかし、水中気中強度比がこの程度の値では十分な水中分離抵抗性があるとは言い難く、粘性土の混合のほか、何らかの補足的な手段が必要である。

なお、関東ロームの混合量を増加した処理土の流動性は減少するが、関東ロームの混合量が 120kg/m^3 における小型スランプフロー値は、通常、良好な流動性とされる同フロー値が $18\sim 24\text{cm}$ の範囲にあり、適度な流動性を保持しつつ、水中分離抵抗性が高められることが示された。

4. 処理土のトレミー管からの流出状況

処理土の打設方法としては、水中の材料分離と汚濁拡散を防止するうえで、トレミー管を用いることが有効と考えられる。打設方法の改善策を検討するに当たり、処理土のトレミー管からの流出状況を観察した。観賞魚用水槽に内径 50mm のトレミー管を用いて処理土を打設した場合の2次元的な流れの記録結果を図-2に示す。

トレミー管から流出した処理土は、当初、水平方向に拡がるが、やがてその速度を減じ、管周辺を上昇するようになる。その結果、新たに流出した処理土は管周辺に盛り上がり、その水平圧力により、それをとりまく部分の処理土が外側に静かに押し流される。従って、処理土の水中分離抵抗性を高めるには、トレミー管先周辺の処理土が新たに流出する部分についての水中分離防止対策が有効と考えられる。

その手段としては、処理土に分離防止剤を混合するのではなく、トレミー管先周辺の処理土の表面を、低濃度においても良好な汚濁拡散防止効果を示す水溶性高分子の強アニオン性ポリアクリルアミド水溶液で覆うことにより分離防止を図ることとした。

5. ポリアクリルアミド水溶液の効果

ポリアクリルアミド水溶液の材料分離と汚濁拡散の防止効果を確認するため、6種類の濃度の水溶液中に、粘性土として関東ロームを混合した粘性処理土と粘性土を混合していない普通処理土を打設し、濁度・pH・一軸圧縮強さ・単位体積質量を比較した試験を行った。打設方法として

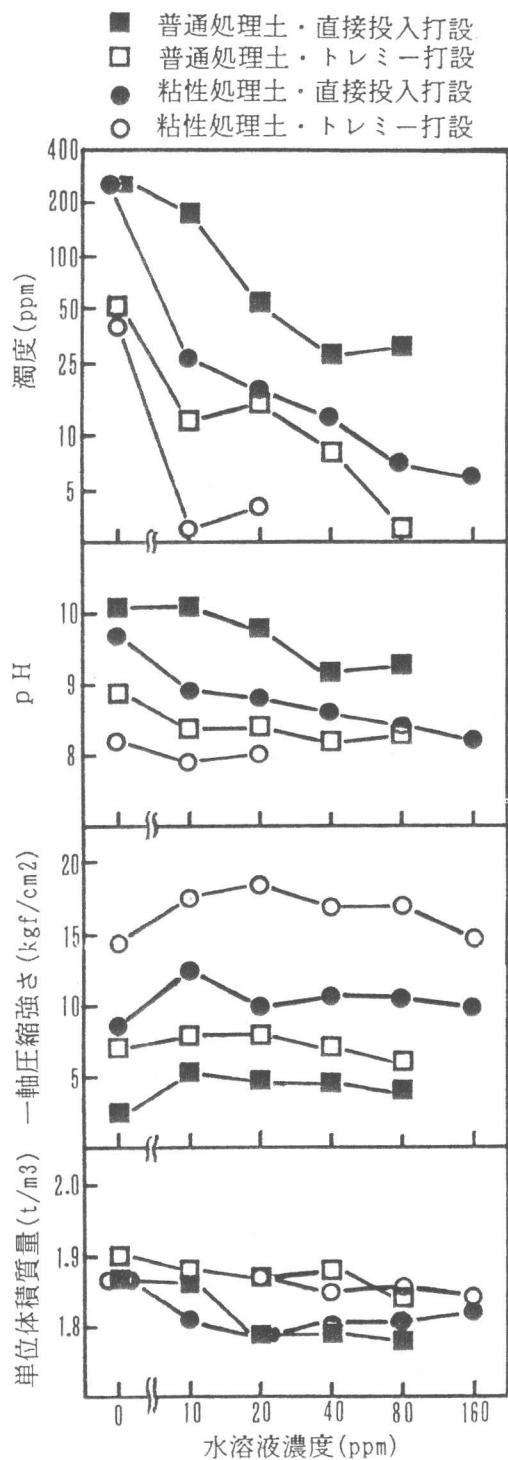


図-3 ポリアクリルアミド水溶液の効果

は、トレミー打設と直接投入打設を用いた。その結果を図-3に示す。

ポリアクリルアミド水溶液の濃度の増加に伴う影響は次のようである。濁度とpHは、減少し、トレミー打設の結果が良好で、なかでも粘性処理土の結果は水溶液濃度が10ppmの低濃度において特に低く、汚濁の拡散が防止されている。強度は、水溶液濃度10~20ppmにおいて最大値を示した後に低下し、そして粘性処理土の結果が良好で、なかでもトレミー打設の結果が特に高い。単位体積質量は、ほぼ緩やかに低下し、その低下量はトレミー打設で小さいが、粘性処理土と普通処理土それぞれの結果の差は小さい。

以上から、ポリアクリルアミド水溶液中への処理土の打設は、材料分離と汚濁拡散の防止に効果があること、および適切な水溶液濃度が存在することが示された。また、普通処理土に比較して粘性処理土が、直接投入打設に比較してトレミー打設が材料分離と汚濁拡散の防止に優れる。

6. 適切な打設方法

3. ~ 5. の結果から、分離防止剤を処理土に混合するのではなく、関東ロームを助材として混合した処理土を、濃度が10~20ppmのポリアクリルアミド水溶液中にトレミー管を用いて打設する方法が適切だと考えられる。この方法を採用することにより、打設時の濁度とpHが著しく抑制できること、および処理土の強度と単位体積質量が高く保持出来ることが期待できる。

7. まとめ

本文は、事前混合処理土の水中分離抵抗性を高めるための経済的な方法を確立することを目的とし、今後の実験の基礎資料を得るため、粘性土を助材として混合しセメントを安定材とする処理土の水中分離抵抗性、処理土のトレミー管からの流出状況およびポリアクリルアミド水溶液の材料分離と汚濁拡散の防止効果を、室内実験により検討したものである。本実験で得られた主な結果は次のようである。

(1) 処理土の水中分離抵抗性を高めるうえで、粘性土を助材として処理土に混合することは有効である。そして、火山灰質粘性土の一種である関東ロームを助材として用いる場合は、添加量を割り増すことにより、適度の流動性を保持しつつ、ベントナイトと同等の効果が得られる。

(2) トレミー打設において、トレミー管先から流出する処理土は管先周辺に盛り上がり、その水平圧力により、それをとりまく部分の処理土が静かに外側へ押し出されることが明らかとなった。従って、トレミー管の管先部分の処理土の分離を防止する対策が重要である。

(3) 処理土の低濃度ポリアクリルアミド水溶液中へのトレミー打設は、特に汚濁の拡散防止に優れ、pHの上昇を抑制し、処理土の水中強度を溶液濃度10~20ppmにおいて最大とし、単位体積質量を水溶液濃度20ppm以下の範囲においてわずかな低下に止めるなどの効果を持つ。

以上から、助材として関東ロームを混合しセメントを安定材とする処理土を、低濃度ポリアクリルアミド水溶液でトレミー管先周辺部を置き換えた水域中へ打設する方法を用いることが、処理土の材料分離および汚濁拡散を防止するうえで有効であることが、室内実験レベルで示された。

参考文献

- 1) 土木学会編：水中不分離性コンクリート設計施工指針（案），pp. 91-92，1991.5
- 2) 伊藤亜政・富岡良光・辻幸和：細粒分として関東ロームを用いセメントを固化材とする事前混合処理盛土の流動性状，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 13 No. 1 pp. 451-456, 1991.6