流動化処理土による外防水工法の開発
（その５－高分子剤混合処理土の外防水性能）

流動化処理工法研究機構　正　久野悟郎　（社）日建経中技研　正　岩淵常太郎
徳倉建設㈱　正　和泉彰彦　徳倉建設㈱　正　三ツ井達也
勝村建設㈱　正○齊藤英樹　中村建設㈱　平田昌宏

１．はじめに

１３年度より流動化処理土を使い地下ＲＣ構造物の外防水の研究をしている。フェイズⅠの研究ではモルタル防水剤を適用して、その有効性を確認した[1)]。フェイズⅡの研究では、間隙の比較的大きな流動化処理土のような場合、高分子により液体の粘性を高めることが防水工として最も効果があること、またモルタル防水で使われる無機質系の防水剤やベントナイトや石灰のようなフィラーを添加するより、砂を加え処理土の湿潤密度を上げ間隙を減らすほうが遥かに安価で同じ効果が期待されること、高脂肪酸系の防水剤が間隙と撥水作用による相互作用で防水効果を高めること、等が確認された[2)]。

フェイズⅢでは高分子剤を使った外防水用の流動化処理土の配合仕様に関して、ポリビニルアルコールと高吸水性ポリマー（アクリル酸基とアクリル樹脂の混合物）を選び、実験を行った[3)]。この実験は、ポリビニルアルコールの荷姿が粉末状で溶解に労力がかかり過ぎる、高吸水性ポリマーの粘性が配合で調整できない、などの施工上の課題が判明した。また配合試験においてポリビニルアルコール混合処理土を高速で強く攪拌したため、流動化処理土内に微小気泡が発生し処理土のフロー値に影響を与えた。これらの反省を考慮して本実験では、①荷姿が液体のＰＶＡを使用する、②エチレンビニルアルコールとウレタンを使う、③実施工に見合った攪拌仕様を参考に処理土を混練する、ようにした。結果を報告する。

２．混和剤と処理土の配合

混和剤として溶液状のポリビニルアルコール（以下、ＰＶＡという)、エチレンビニルアルコール（以下、ＥＶＡという)、ウレタンを使用した。これら高分子剤を水と混合して高分子水溶液を製造し、処理土を作成する。なお、ＰＶＡは、水溶性ポリマーの一種で、接着剤、繊維、紙用糊剤、溶液の乳化、懸濁、増粘剤等に用いられる。ＥＶＡは、親水性ポリマーであり、優れた接着強度を有する。ウレタンは、主として発泡緩衝材に使用され、塗料原料や接着剤にも使用される。

配合計画を表－１に示す。配合は固化材添加量を一定にし、処理土の湿潤密度、混和剤の添加量を実験パラメーターとした。処理土製造の用いた泥水は、カオリン粘土に水を加え比重１．３に調整した、山砂は愛知県瀬戸産を２．０mm篩で分級した。両者の物理的性質を表－２に示す。

表-1　実験配合計画

Ｎｏ.	処理土密度 (g/cm³)	固化材添加量 (kg/m³)	混和剤 種類	混和剤 状態	混和剤 添加量(1m³当り)	
Ⅳ-1	1.4	140	PVA (PA18Y)	10% 溶液	W×0.0%	0.00kg
Ⅳ-10					W×1.0%	6.36kg
Ⅳ-1-1					W×3.0%	23.17kg
Ⅳ-1-2					W×6.0%	45.66kg
Ⅳ-2	1.6	140	PVA (PA18Y)	10% 溶液	W×0.0%	0.00kg
Ⅳ-5					W×1.0%	6.36kg
Ⅳ-1-3					W×3.0%	19.17kg
Ⅳ-1-4					W×6.0%	38.61kg
Ⅳ-2-1	1.4	140	EVA	原液	W×3.0%	22.51kg
Ⅳ-2-2	1.4				W×6.0%	45.03kg
Ⅳ-18	1.6				W×1.0%	7.50kg
Ⅳ-2-3	1.6				W×3.0%	19.03kg
Ⅴ-1-1	1.6	140	ウレタン	原液	W×0.5%	3.17kg
Ⅴ-1-2					W×1.0%	6.34kg
Ⅴ-1-3					W×3.0%	19.03kg
Ⅴ-1-4					W×5.0%	38.06kg
Ⅴ-1-5					W×8.0%	57.10kg

注）固化材添加量は外割り重量　Wは処理土中の水分重量　固化材ＧＳ２００

表-2　土の物理的特性

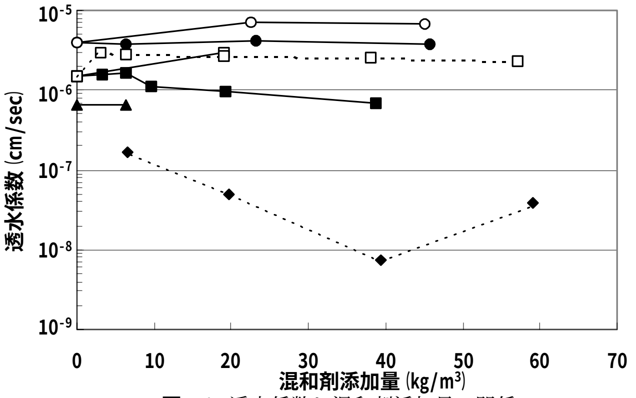
項目 ＼ 試料		細粒土 カオリン粘土 購入土	非処理土 山　砂 愛知県瀬戸産
粒土特性	レキ分（%）	0	0
	砂分　（%）	0	81
	シルト（%）	100	19
	粘土分（%）		
	最大粒径(mm)	－	2.0
土粒子密度(g/cm³)		2.500	2.68
自然含水比（%）		－	13.4

ＰＶＡは１０％水溶液を用いた。その状態の粘度は２０℃の状態で２５ｍＰａ・ｓである。ＰＶＡの添加量は、溶液濃度から実質量を計算して、処理土の全水分量に対して４種類の混合率とした。ＰＶＡの高分子は水中に綿毛状態で浮遊し水流と供に移動する。実用上は架橋剤を添加しポリマーをネットワーク化し水中移動を拘束するが、透水係数が小さく実験が数時間程度であるため、綿毛上の高分子の流出が少ないと判断し実験では架橋剤を添加しなかった。

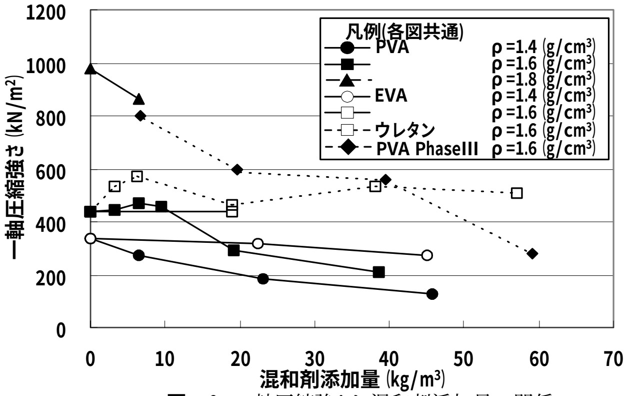
３．配合実験結果

＜透水性＞図－１に透水係数と混和剤添加量の関係を示す。図中の凡例は図－２に代表して示してある。ＰＶＡ,ＥＶＡ、ウレタンの添加量の透水係数への効果は確認できなかった。ただしρ=１．６（ｇ／ｃｍ³）のケースで、幾分、透水係数への効果が見られる。参考のため洪積粘土を使用した配合（フェイズⅢ　ρ=１．６（ｇ／ｃｍ³））

キーワード：透水係数、高分子材料、外防水工
連絡先：〒136-0075 東京都江東区新砂 1-6-35Ｎビル東陽町３階 TEL 03-5634-8681　(社)日建経 中央技術研究所



図－1　透水係数と混和剤添加量の関係



図－2　一軸圧縮強さと混和剤添加量の関係

の透水係数をプロットする[3]。今回の結果と比べると最大で２オーダーの差が出た。

＜**圧縮強度**＞図－２に一軸圧縮強さと混和剤添加量の関係を示す。ＰＶＡ混合処理土は、添加量を増加すると強度が低下する。その他の混合処理土は、添加量の強度への影響は見られなかった。

＜**破壊ひずみ**＞図－３に破壊ひずみと混和剤添加量の関係を示す。ＰＶＡ混合処理土は、混和剤添加量が２０ｋｇ／ｍ^{3}以上になると破壊ひずみが最大２．７％まで大きくなる。またＥＶＡ、ウレタン混合処理土は、無添加処理土より破壊ひずみが０．５～１．０％と小さく、脆性が促進される傾向が確認された。

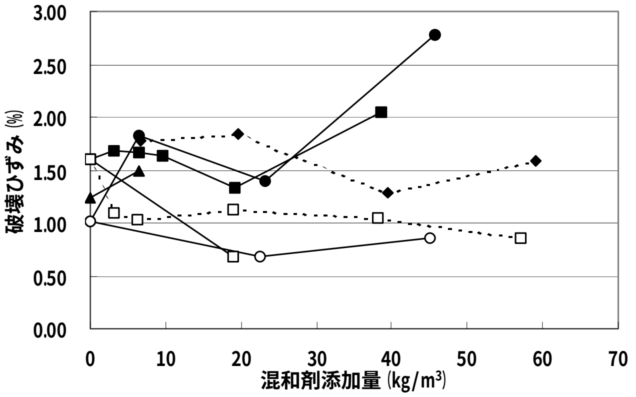
＜**流動性**＞図－４にフロー値と混和剤添加量の関係を示す。ＰＶＡ混合処理土は、添加量を増加するとフロー値も大きくなる。前回の実験では、微小気泡が一因として考えられたが、微小気泡が見られない今回も同様な結果となった。ＰＶＡには流動性を向上させる可能性がある、と考えられる。反対にＥＶＡ混合処理土は添加量を増加すると粘性が増しフロー値が小さくなる傾向を示した。

＜**密度変化**＞図－５に湿潤密度と混和剤添加量の関係を示す。今回の実験では実施工での攪拌を考慮して、低速で大きな攪拌により処理土を混練りした。結果、実測密度が目標密度とほぼ一致した。しかたって処理土製造時での高分子剤の発泡は少ない、と判断される。

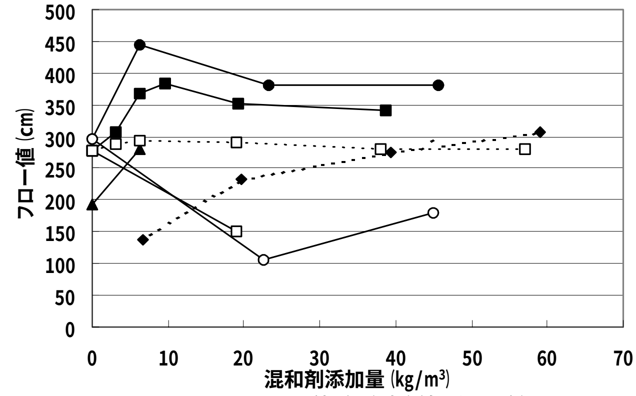
＜**ブリーディング**＞全ての配合においてブリーディング率は０．０％で、目視でも水の浮出しは見られなかった。

４．おわりに

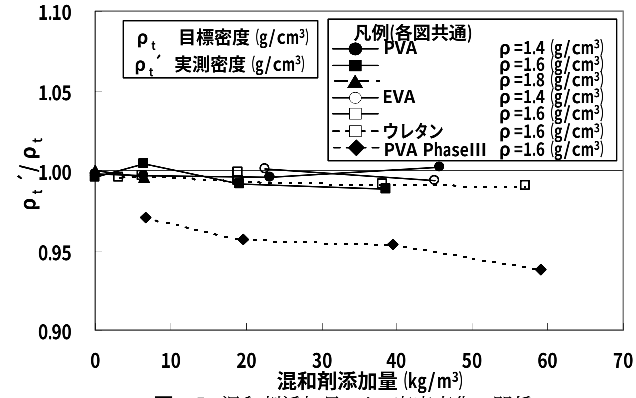
外防水工として流動化処理土に高分子材（ＰＶＡ、ＥＶＡ、ウレタン）混合して、処理土の透水性、変形追従性、ＲＣへの付着力、等の改良を検討してきた。今回の実験から、泥水の原料土の影響があるが、高分子材単体では不透水化が達成できないことが実証された。これにより高分子材には架橋剤を添加し、分子を結合させフィルムを形成させせることが必要である、と判断される。ＰＶＡの破壊強度の低下と破壊ひずみの伸びは、既論文[4]で報告されたように、固化材の水和反応を遅らせる傾向に起因すると考えられる。



図－3　破壊ひずみと混和剤添加量の関係



図－4　フロー値と混和剤添加量の関係



図－5　混和剤添加量による密度変化の関係

【参考文献】
１）久野悟郎ほか、「流動化処理土による外防水工法の開発（その１－モルタル防水剤の適用性）」第３７回地盤工学研究発表会
２）久野悟郎ほか、「流動化処理土による外防水工法の開発（その２－防水混合剤の性能比較実験）」土木学会第５７回年次学術講演会
３）久野悟郎ほか、「流動化処理土による外防水工法の開発（その３－水溶性ポリマー系混合剤の配合実験）」土木学会第５７回年次学術講演会
４）久野悟郎ほか、「流動化処理土による外防水工法の開発（その４－ポリマー水溶液混合処理土の力学的性質）」第３８回地盤工学研究発表会