

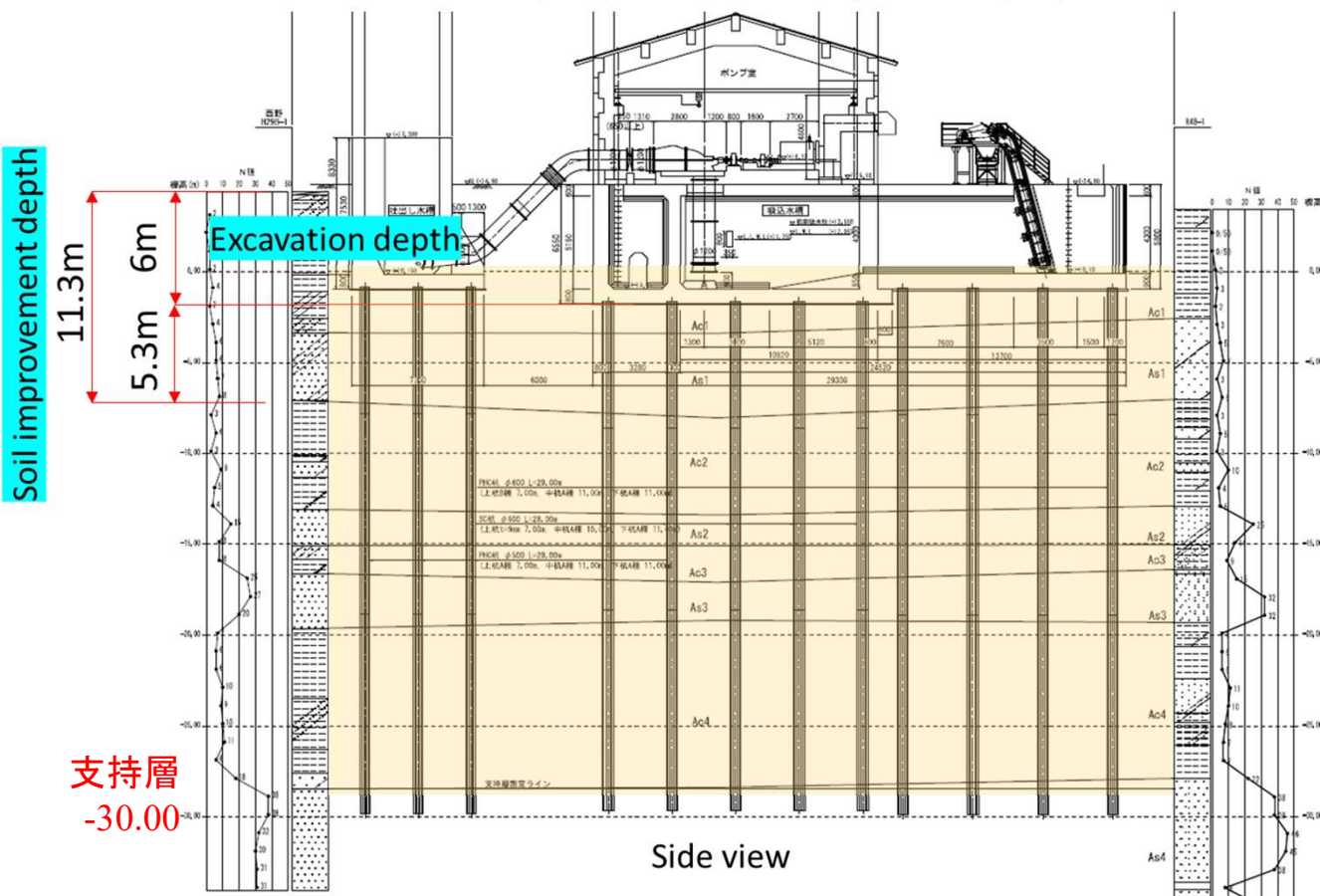
繊維混合による地盤改良時のセメント量削減に関する研究：実験から実用化への展望

(株)奥村組 ○ガニエフ ジャホンギルベク、 外木場 康将、 麻生 真司
名古屋大学 酒井 崇之、 中野 正樹

 **OKUMURA CORPORATION**

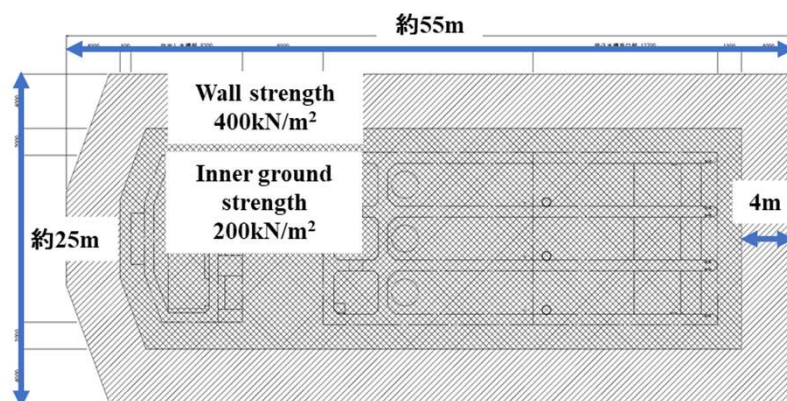
- 背景
- 研究概要
 - 使用材料
 - 実験計画
- 実験結果
- まとめ

農業用ポンプ場の工事 地盤改良による土留め工法で施工実施



土留めは、**トレンチャー式深層混合工法**を用いて構築された。セメント改良により、以下の特性を持つ連続改良壁が形成された。

- **擁壁部**の設計強度：**400kPa**
- **底盤部**の設計強度：**200kPa**



平面図

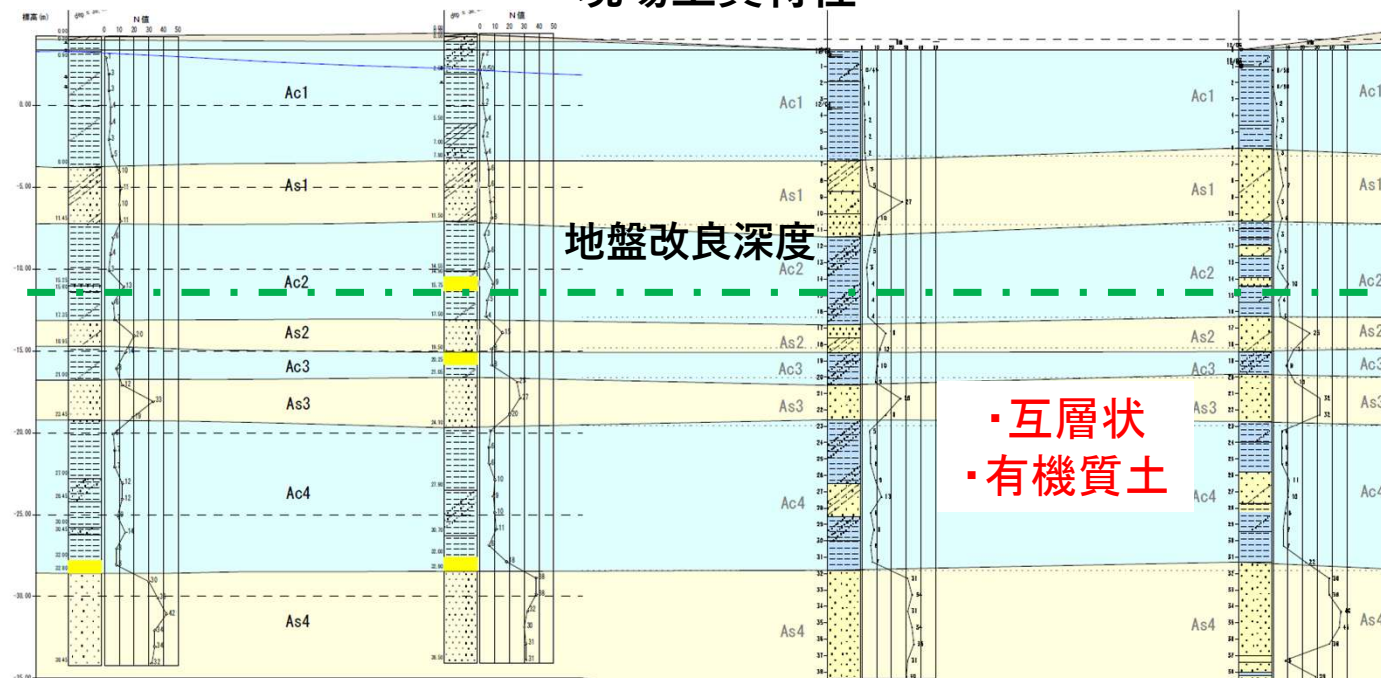
現地盤は有機物を含み強度が低いため、**擁壁部分には200kg/m³、底盤部分には167kg/m³のセメント含有量**が必要であり、また有機物を含む土壤に適した特殊なセメントが使用された。

各工法の評価

	切梁式鋼矢板山留案 (在来工法)	切梁式鋼矢板山留案 (メガビーム工法)	地盤改良による 山留案
経済性	○	△	○
施工性	×	△	○
構造耐久性	×	△	○

セメントによる地盤改良は、改良材の六価クロムやアルカリ成分の溶出対策に加え、**改良時の盛上り土に含有するセメントの流出対策も必要**

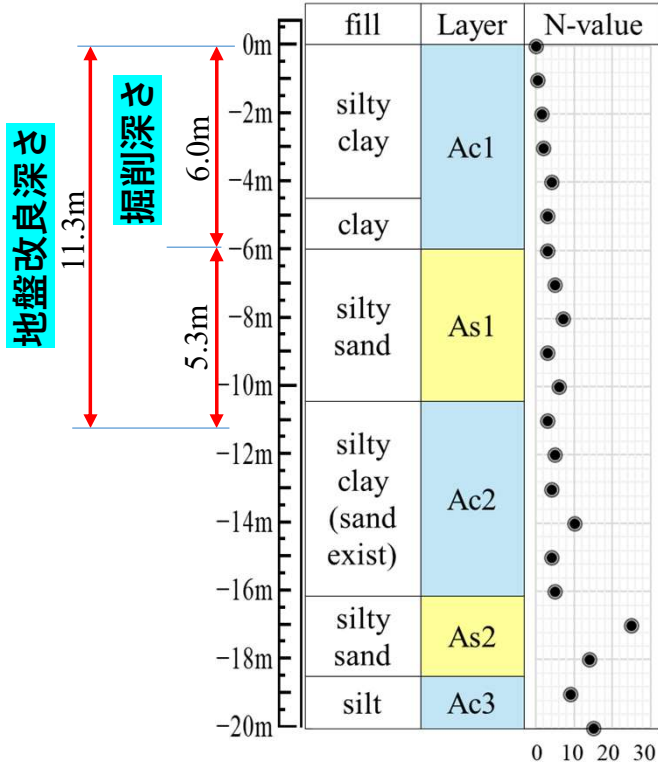
現場土質特性



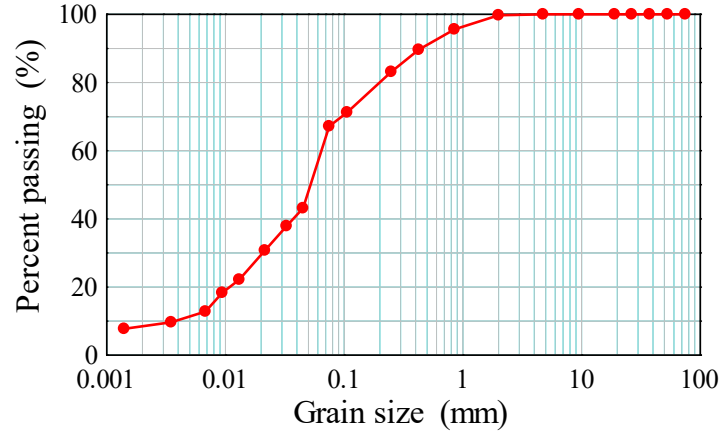
盛上り土の余剰分の一時保管

繊維を混合することでセメント量を低減できないか??

研究概要 - 使用材料



- Boring data
- N値は0~4
 - 自然含水比 (約55%)
 - 低~中程度の粘度
 - 有機物を含む



Ac1の粒度分布



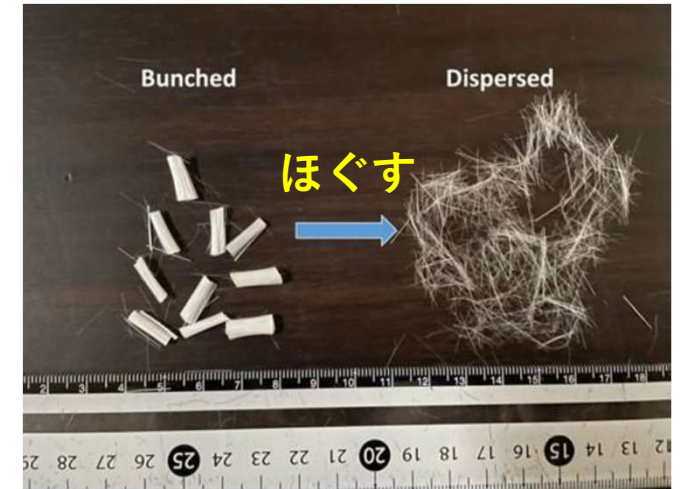
Ac1の写真

土の物性

Particle density	2.64
Liquid limit	72.3
Plastic limit	32
Plasticity index	40.3

補強材

- ポルトランドセメント
- ポリビニルアルコール (PVA) 繊維



PVA繊維の写真

PVA繊維の特性

Length, (mm)	12
Diameter, (mm)	0.04
Specific gravity	1.3
Tensile strength, (MPa)	1560
Young's modulus, (GPa)	41

研究概要 - 実験計画

1. 基本実験

- ・セメント量と一軸圧縮強度との関係を理解する
- ・セメント量は40~200 kg/m³の範囲で設置した
- ・繊維補強試験におけるセメント量の選定基準となる強度値を設定する

サンプル	改良材	セメント量, kg/m ³	繊維量, %	繊維配合方法
C200	セメント	200 ※	-	-
C160		160		
C120		120		
C80		80		
C40		40		
C160-F0.25	繊維/ セメント	160	0.25	ほぐした
C160-F0.5-D			0.50	そのまま
C160-F0.5-B			0.50	そのまま
C120-F0.25		120	0.25	ほぐした
C120-F0.5-D			0.50	そのまま
C120-F0.5-B			0.50	そのまま



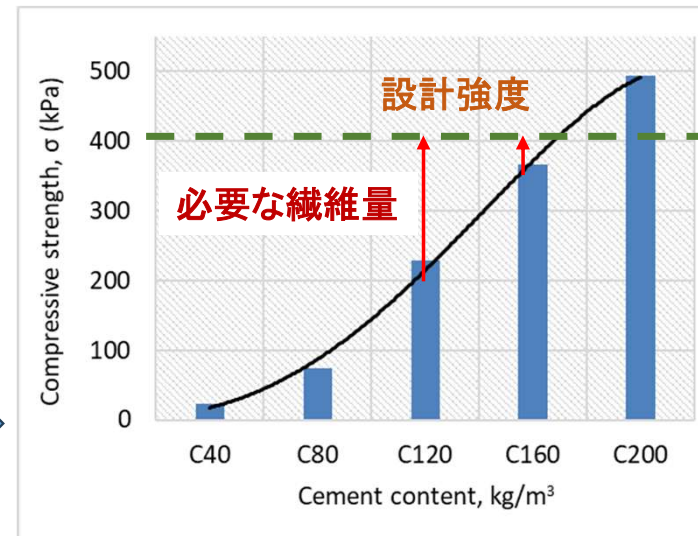
成形プロセス

2. 必要な繊維の追加量に関する実験

- ・必要な強度を得るために最適な繊維/セメント比を見つける。
- ・改良地盤の作成方法（繊維のほぐし方とセメント繊維の添加の順番）の比較も実施

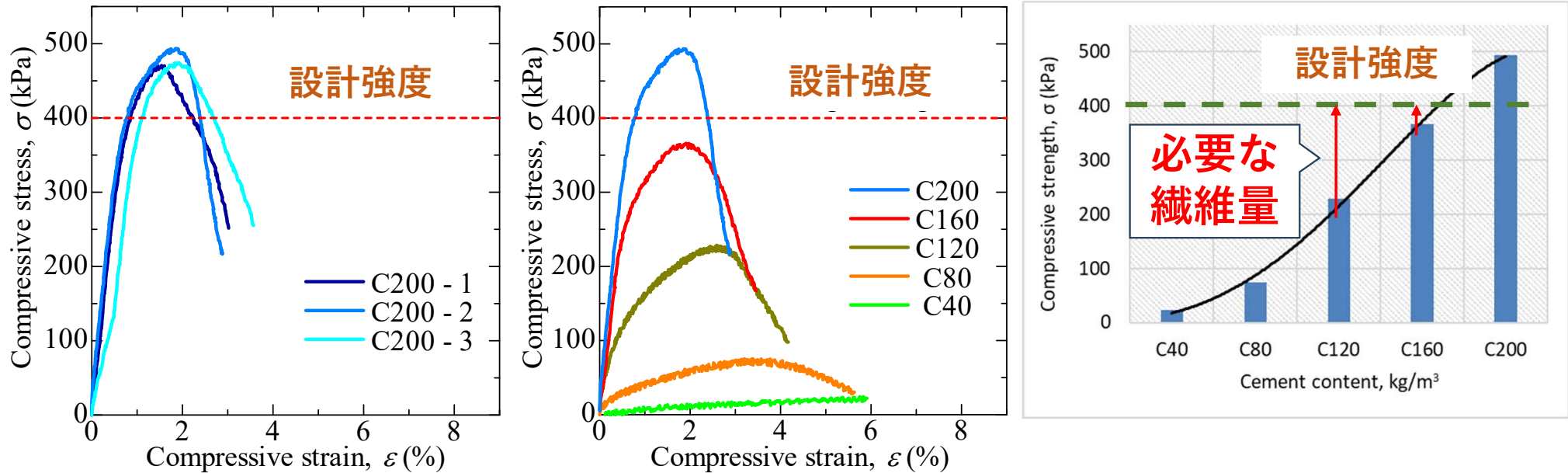
	セメント量, kg/m ³	繊維量, %
現場条件	200	0
検討条件	160	0.25、0.5
	120	0.25、0.5

必要な繊維追加量の把握



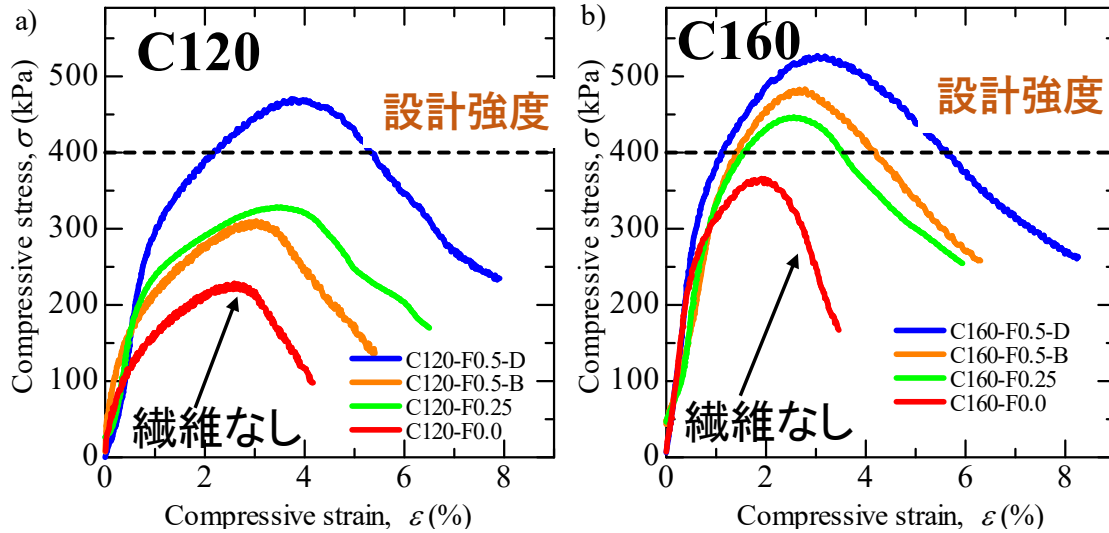
硬化プロセス

セメント改良供試体に実施した一軸圧縮試験UCTの結果



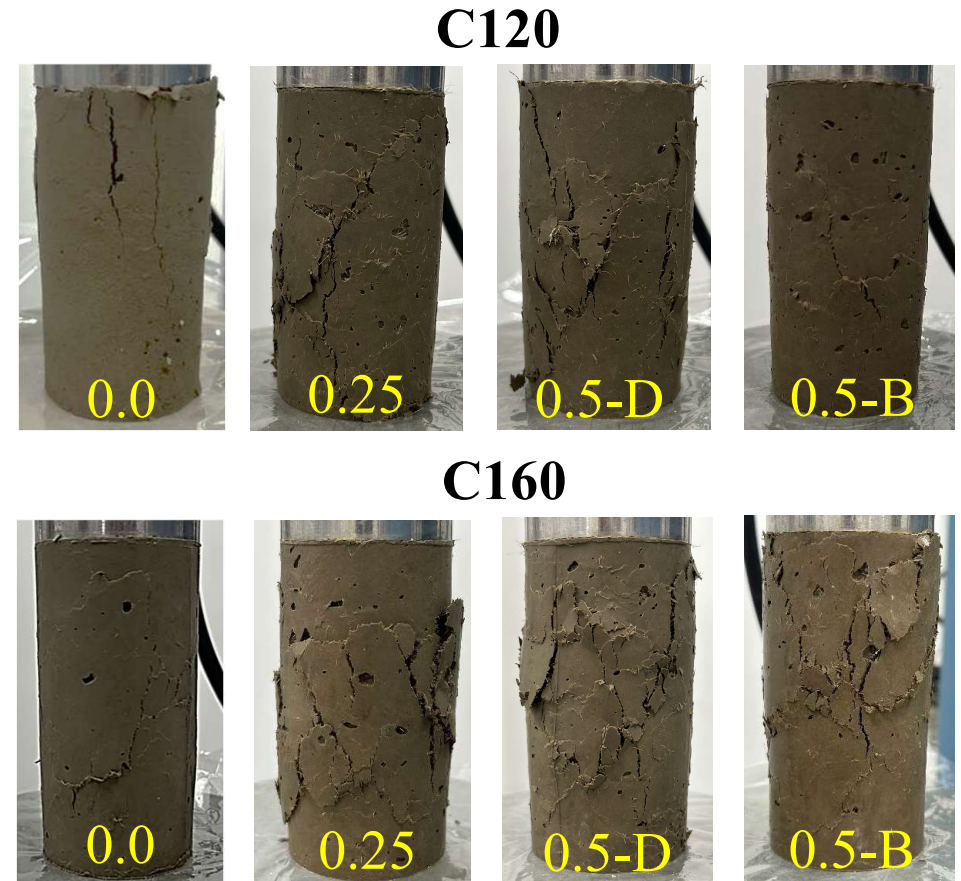
- ・セメント量の減少は、ピーク強度の大幅な低下につながる
- ・設計強度を達成するには200 kg/m^3 のセメントが必要であることが結果から確認された
- ・セメント量80 kg/m^3 の試料は、200 kg/m^3 の試料と比較してピーク強度が1/5に低下した
- ・セメント量40 kg/m^3 の試料では、ピーク強度は観測されず、6%ひずみでわずか20 kPaであった
- ・セメント量40 kg/m^3 および80 kg/m^3 の試料に繊維補強材を適用することは非常に困難であることが明らかであるため、セメント量120 kg/m^3 および160 kg/m^3 の試料を主として検討した

繊維/セメント改良供試体で実施されたUCTの結果



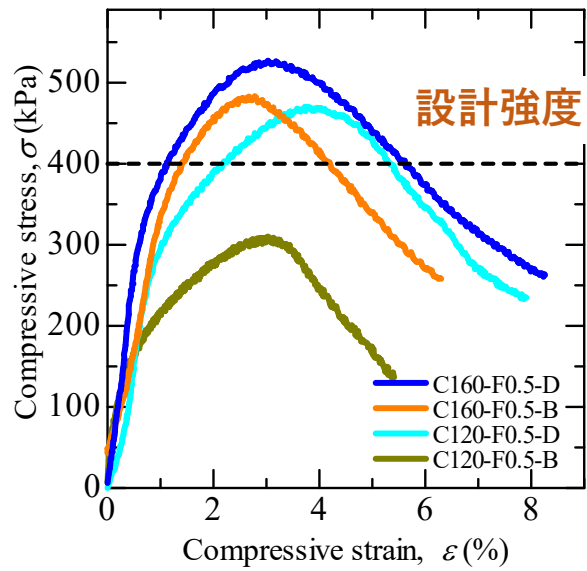
a) C120 and b) C160 (D-dispersed, B-bunched)

- ・セメント量 120kg/m^3 +0.5%繊維の複合改良試料のピーク強度は 250kPa から 450kPa に増加した
- ・セメント量 160kg/m^3 の試料では、繊維量0.5%の添加による強度は、セメント量 200kg/m^3 よりもさらに効果的で、ピーク強度は 530kPa に達した
- ・全ての繊維添加試料のねばり強さは増加



セメントおよび繊維/セメント改良試料の破壊モード

繊維混合方法の影響



繊維/セメント改良試料の圧縮試験後の写真



繊維が適切にほぐした繊維/セメント改良試料の顕微鏡画像



繊維がほぐしてない繊維/セメント改良試料の顕微鏡画像

他社事例(現場適用)

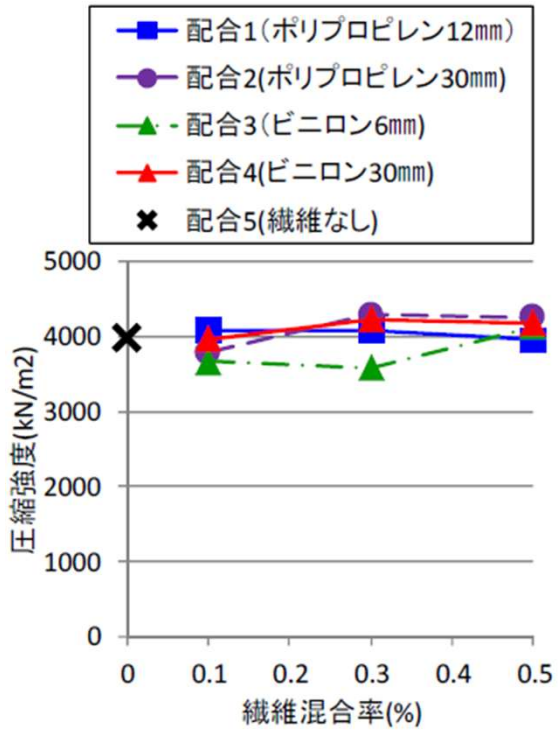


図-1 圧縮強度(28日)

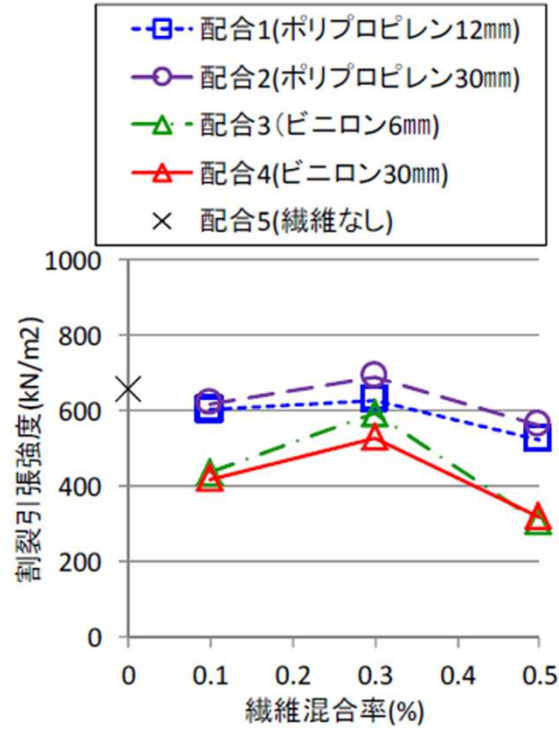


図-2 割裂引張強度(28日)

他社現場適用事例



今回の実験から供試体



ほぐした



ほぐしてない

- ・ 繊維を添加することでセメント改良試料の強度の向上効果が観察された
- ・ 繊維添加量が0.25%および0.5%であっても、セメント量を40%(120kg/m³)削減した場合に生じる強度低下を効果的に確認できた
- ・ 繊維とセメントを混合して改良した土は、セメントのみで改良した土によくある脆性破壊は見られず、ねばり強い挙動を確認できた
- ・ 繊維がほぐしてない状態ではなく、適切にほぐすと効果が確認できた。

以上の結果より、繊維補強によってセメント使用量を削減しながら性能を維持できる可能性を示しており、持続可能な建設と強靱なインフラ構築のための有望な方法となることを示唆している。