

ため池の安全性向上へ向けた 取り組み紹介

キーワード：ため池、改修、ベントナイト

島根大学 学術研究院
環境システム科学系
助教 上野和広

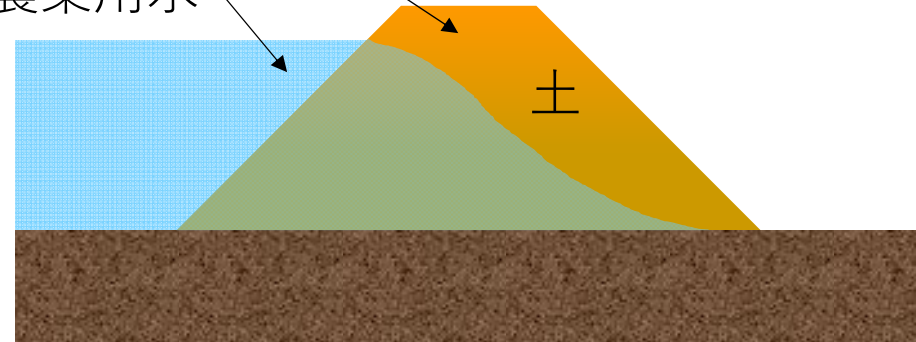
ため池

■ため池：土を盛って築造した貯水施設



ため池堤体

農業用水



<http://www.city.sukagawa.fukushima.jp/7392.htm>

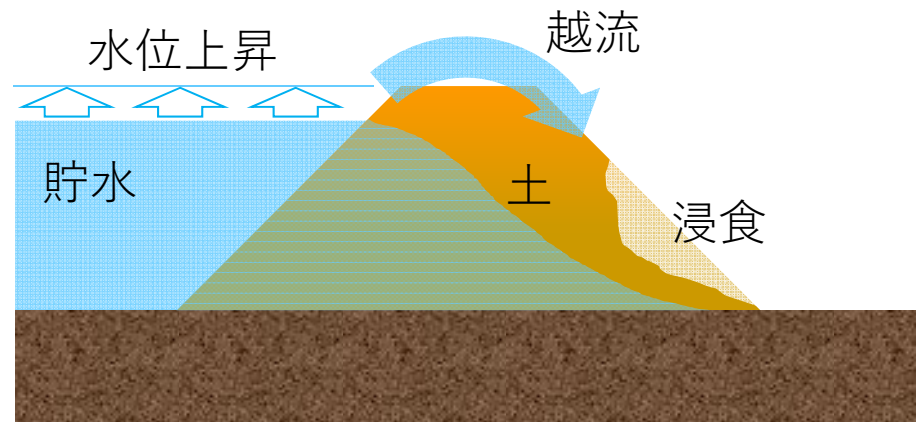


- ・農業用水の貯留
- ・水辺環境の形成
- ・近隣住民の憩いの場

<http://www.geocities.jp/akutamako/8-reinforce2/8-reinforce2.html>

自然災害によるため池の被害

➤ 豪雨によるため池の被害（越流による浸食）



➤ 地震によるため池の被害



自然災害に対するため池の安全性

■ ため池一斉点検を踏まえた詳細調査等の実施状況（平成29年公表）

防災重点ため池				
	廃止	地震に対する詳細調査を実施		
		耐震不足を確認		
		対策が完了		
11,362か所	21か所	4,444か所	2,434か所	295か所

約55%

防災重点ため池				
	廃止	豪雨に対する詳細調査を実施		
		豪雨対策が必要		
		対策が完了		
11,362か所	21か所	3,634か所	1,399か所	653か所

約38%

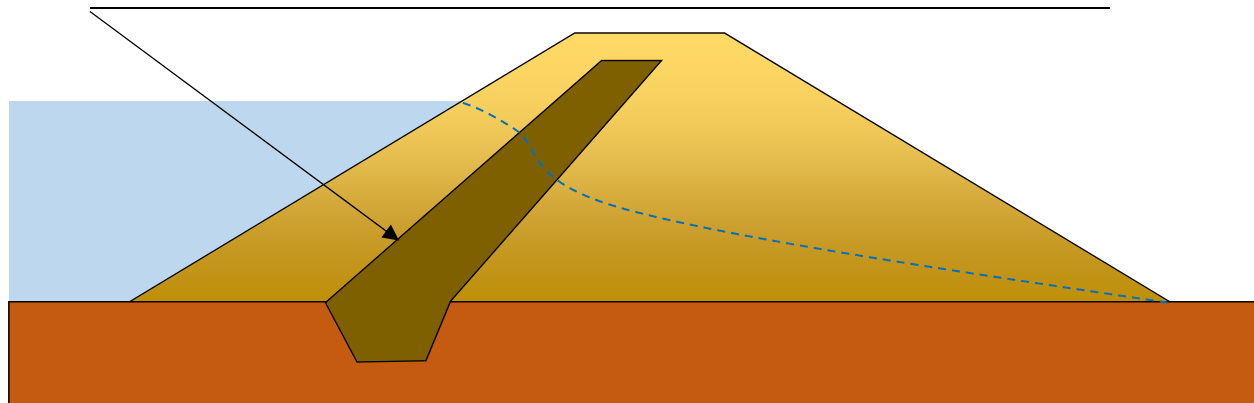
農業用水の安定供給と安全な農村環境の構築

➡ ため池の迅速な改修が喫緊の課題

ため池の改修工法と課題

- ため池の改修 ➡ 前刃金工法が一般的

遮水性を有する**刃金土**を堤体上流部に設置



- 漏水の防止
- 浸潤線の低下による堤体の安定性向上

- 前刃金工法の実施には良質な刃金土が不可欠

➡ 近年ため池付近で刃金土を確保することが困難

ベントナイトを遮水性材料に活用した改修工法の開発

■ ベントナイト

- 天然の粘土鉱物
- 吸水により**膨潤**する性質



高い遮水性や自己修復性を発揮

※自己修復性：

損傷などの理由によって低下した遮水性が
徐々に回復する性質



ベントナイトの膨潤状況

■ ベントナイトをシート状に加工した製品

➡ ため池の遮水材料として施工実績あり

土地改良事業設計指針「ため池整備」

- せん断応力が働く場合の強度が期待できない
- 鉛直荷重のみが作用する場所に使用するなどの配慮が必要

➡ 使用が見送られる事例



ベントナイトシート敷設状況

ベントナイト系土質材料

■ ベントナイト系土質材料

➤ ベントナイト混合土

- 母材となる砂質系土砂にベントナイトを混合して得られる材料
- ベントナイトの膨潤性により母材の遮水性の改善が可能

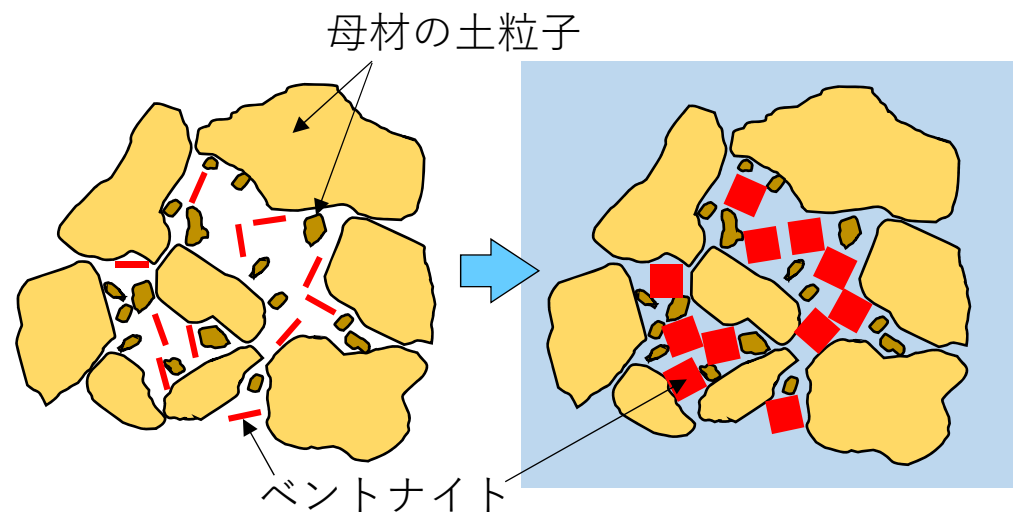
➤ ベントナイト砕石

- ベントナイト原鉱を粒度調整して得られる材料
- 現場での母材との混合作業が不要

過大な膨潤性の懸念

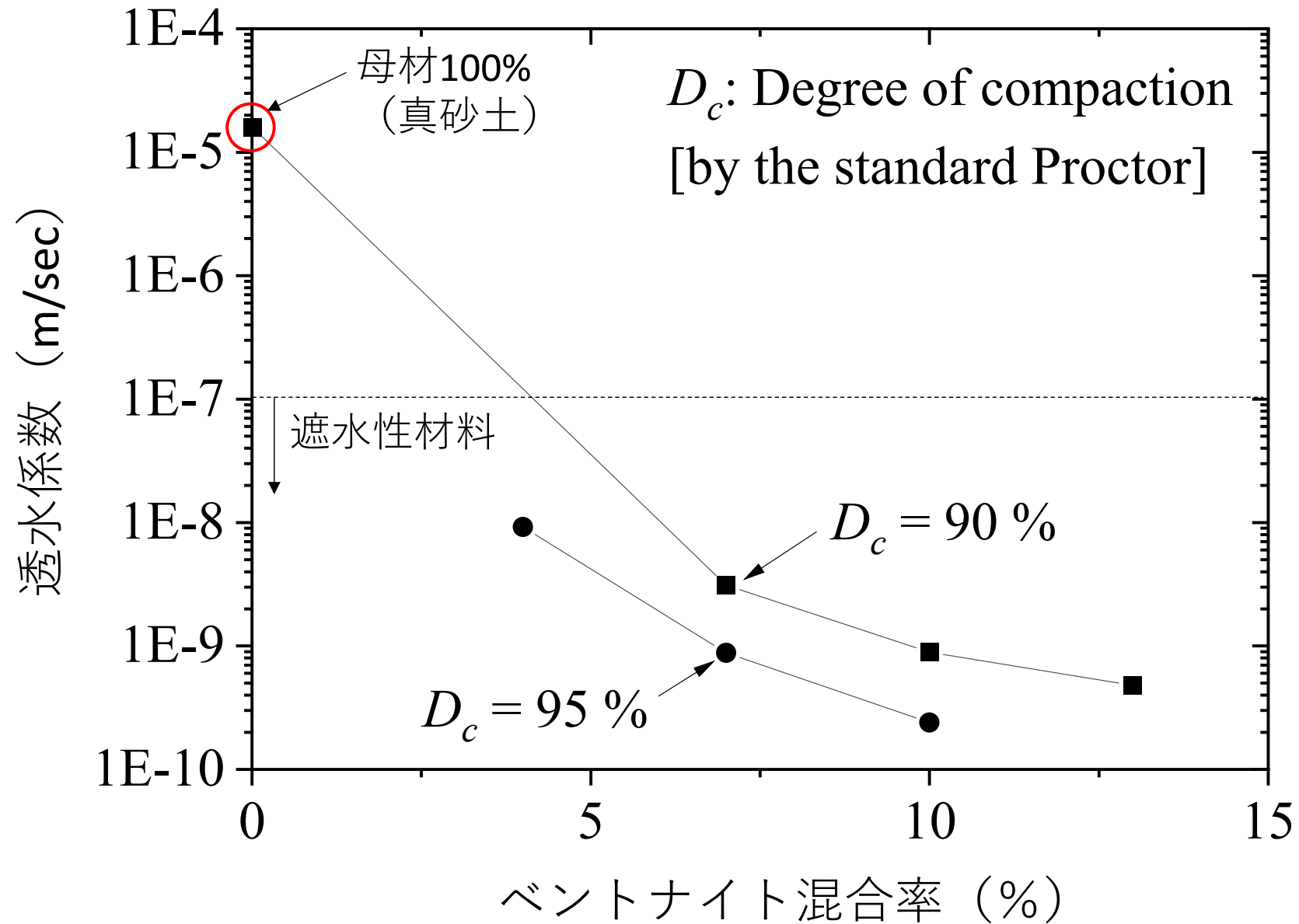


ベントナイト混合土製造状況



ベントナイトの膨潤による遮水性改善

ベントナイト混合率と透水係数の関係



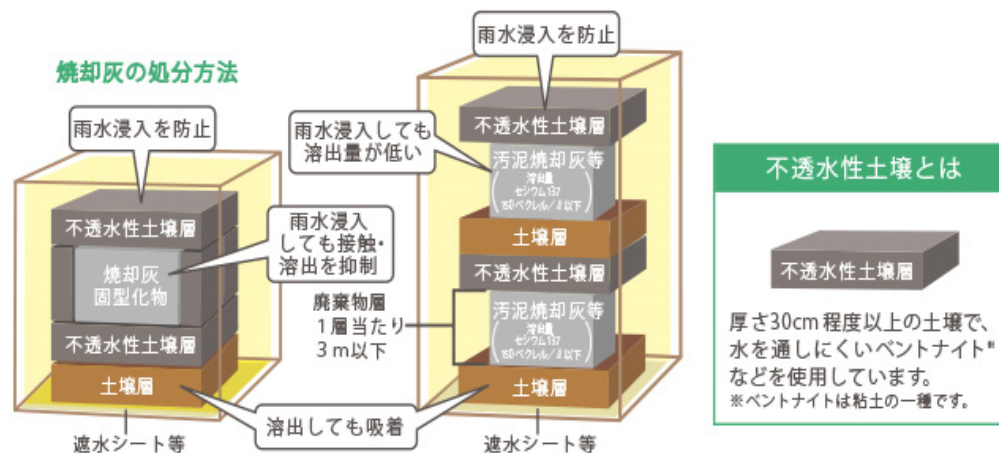
ベントナイト系土質材料の適用事例

■ ベントナイト混合土

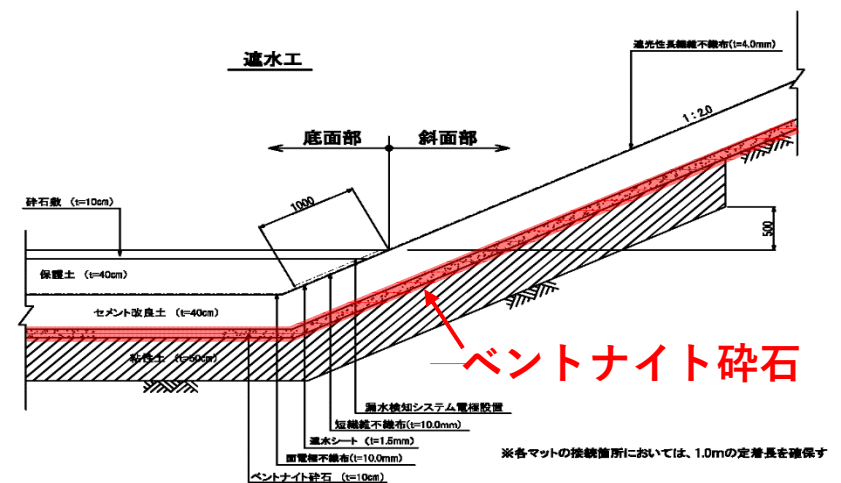
- **廃棄物処分場の底部ライナーや自然由来の重金属汚染土の封じ込め**
などの用途で多数の施工実績あり

■ ベントナイト砕石

- 放射性廃棄物の中間処理場や産業廃棄物処分場の遮水材料として採用



指定廃棄物最終処分断面（環境省）



一重遮水シート+ベントナイト碎石（10cm）
+セメント改良土（40cm）

■ 上記の施設は基本的に地下水以浅へ建設される

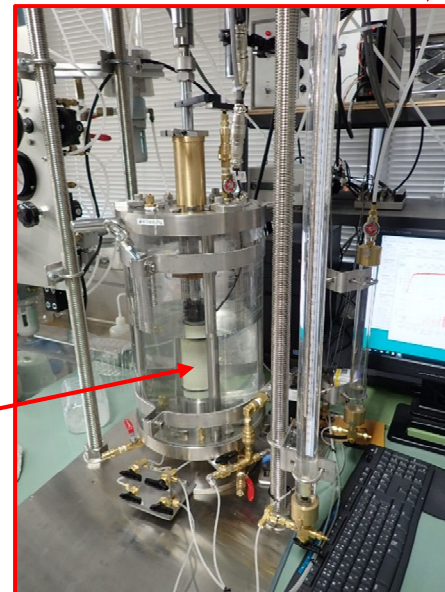
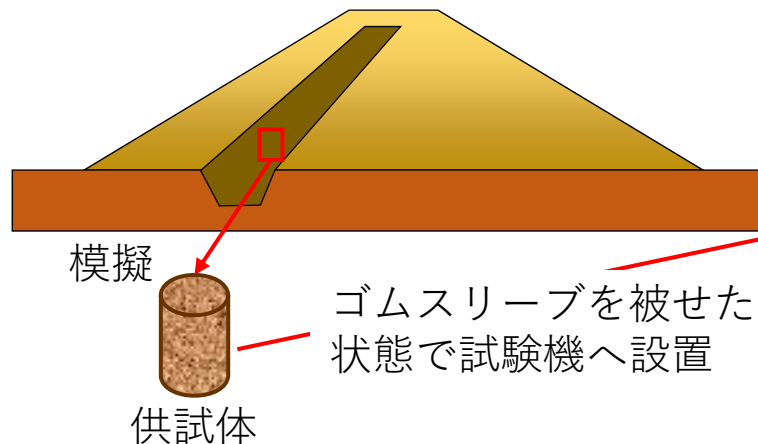
➡ 供用条件がため池と大きく異なる

ベントナイト混合土のせん断強度の評価

➤ 圧密非排水三軸圧縮試験 (JGS 0523)

1. 作製した供試体を三軸試験機に設置
2. 二重負圧法と背圧 200 kN/m^2 の载荷によって供試体を**飽和**
(B値0.96以上)
3. 等方**圧密**
※拘束圧 σ_c : 50, 100, 200 kN/m^2
※圧密の継続時間は180分
4. 非排水条件で圧縮**载荷**
※载荷速度: 0.1 mm/min

ベントナイトの混合に伴う
強度の変化を評価

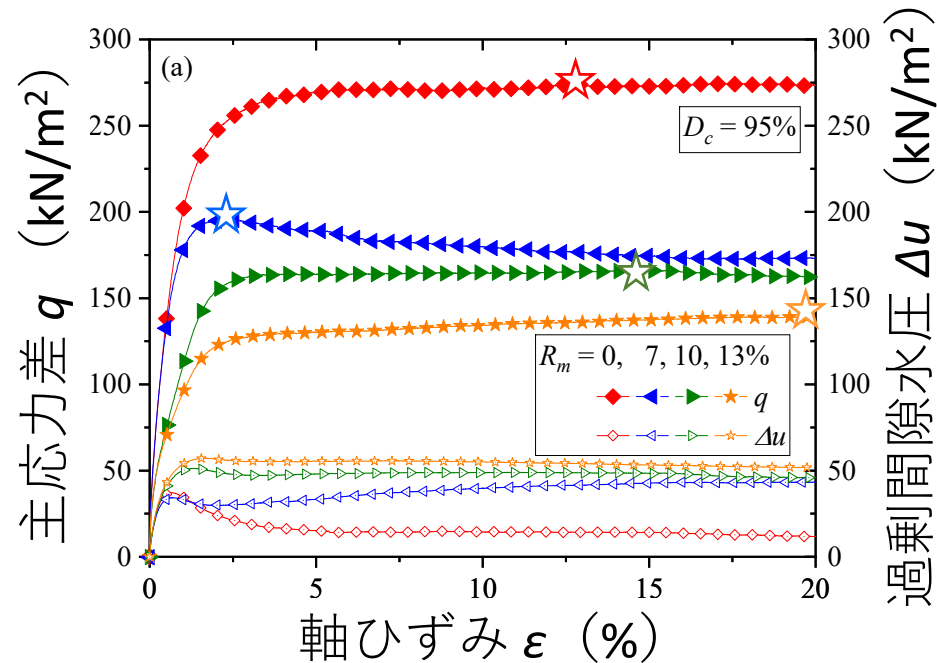


三軸試験機

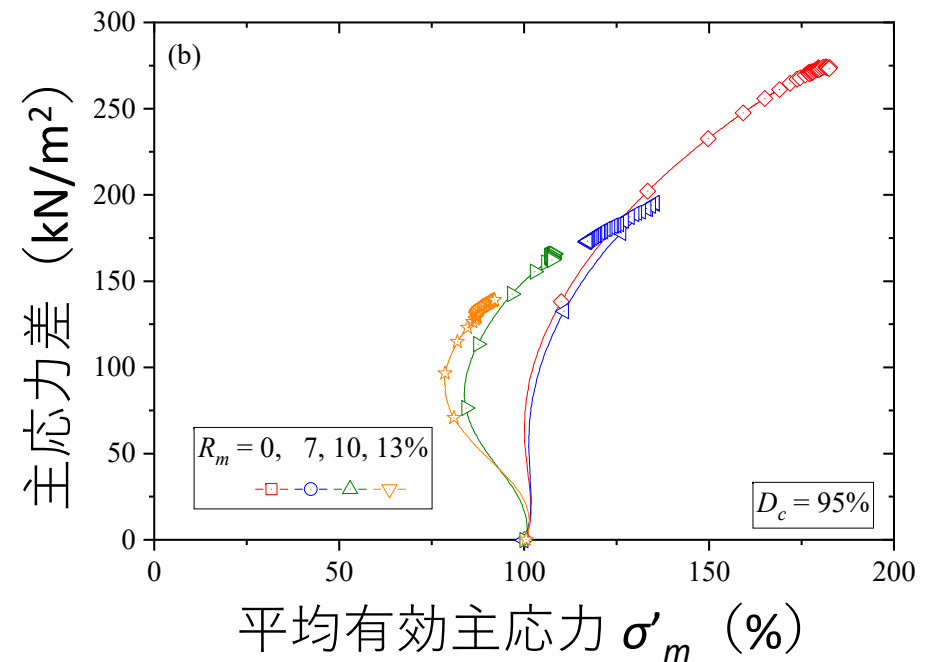
ベントナイト混合土のせん断強度 ($D_c = 95\%$)

※ R_m : ベントナイト混合率

➤ 主応力差－過剰間隙水圧関係



➤ 有効応力経路

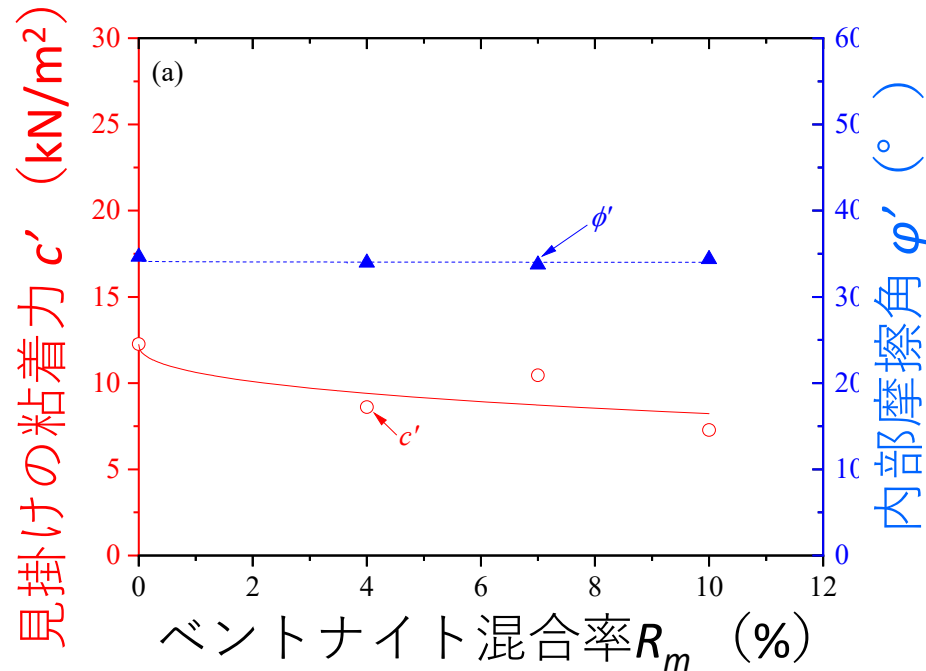


- **ベントナイトの混合**によって体積収縮傾向が強まり、過剰間隙水圧の値が増加
- 過剰間隙水圧の増加に伴う平均有効主応力の低下により、**ピーク強度が低下**

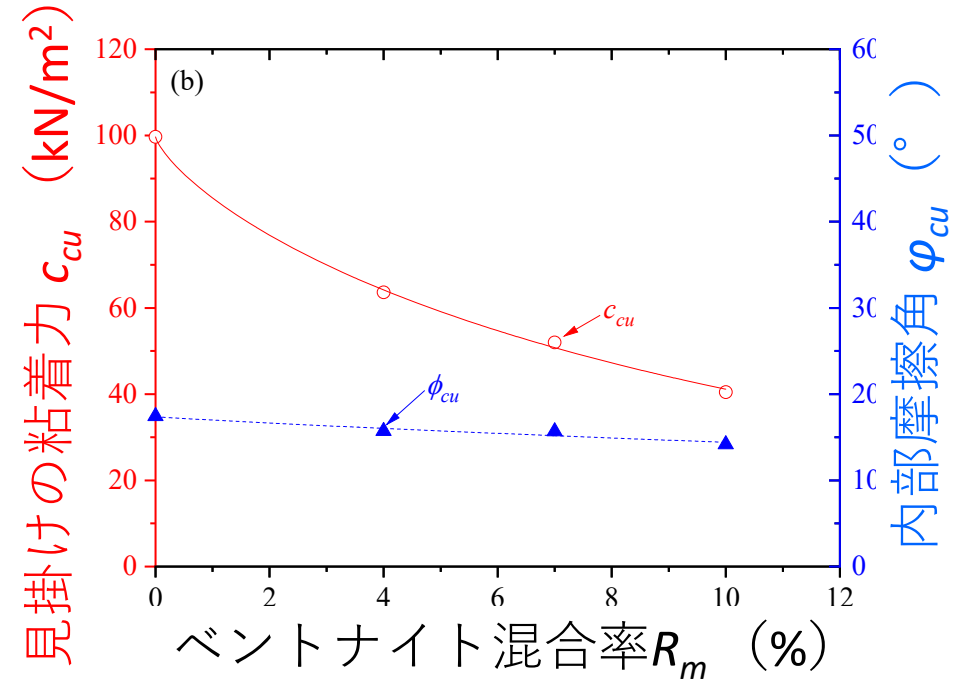
ベントナイト混合土のせん断強度 c, ϕ ($D_c = 95\%$)

※ R_m : ベントナイト混合率

➤ 有効応力表示の強度



➤ 全応力表示の強度

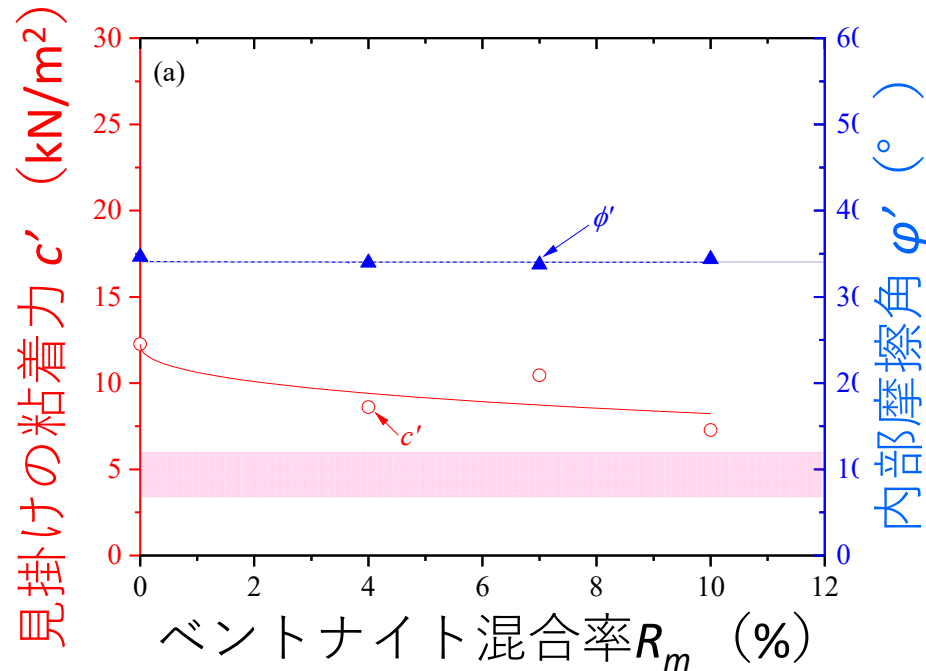


- ベントナイト混合率の増加に伴ってせん断強度は減少傾向

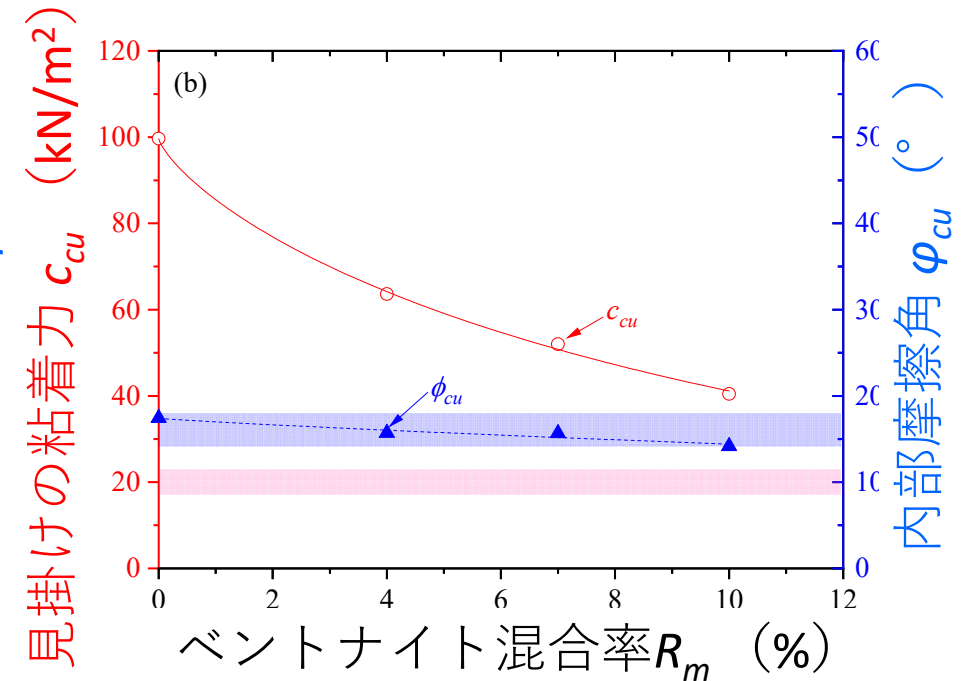
ベントナイト混合土のせん断強度 c, ϕ ($D_c = 95\%$)

※ R_m : ベントナイト混合率

➤ 有効応力表示の強度



➤ 全応力表示の強度



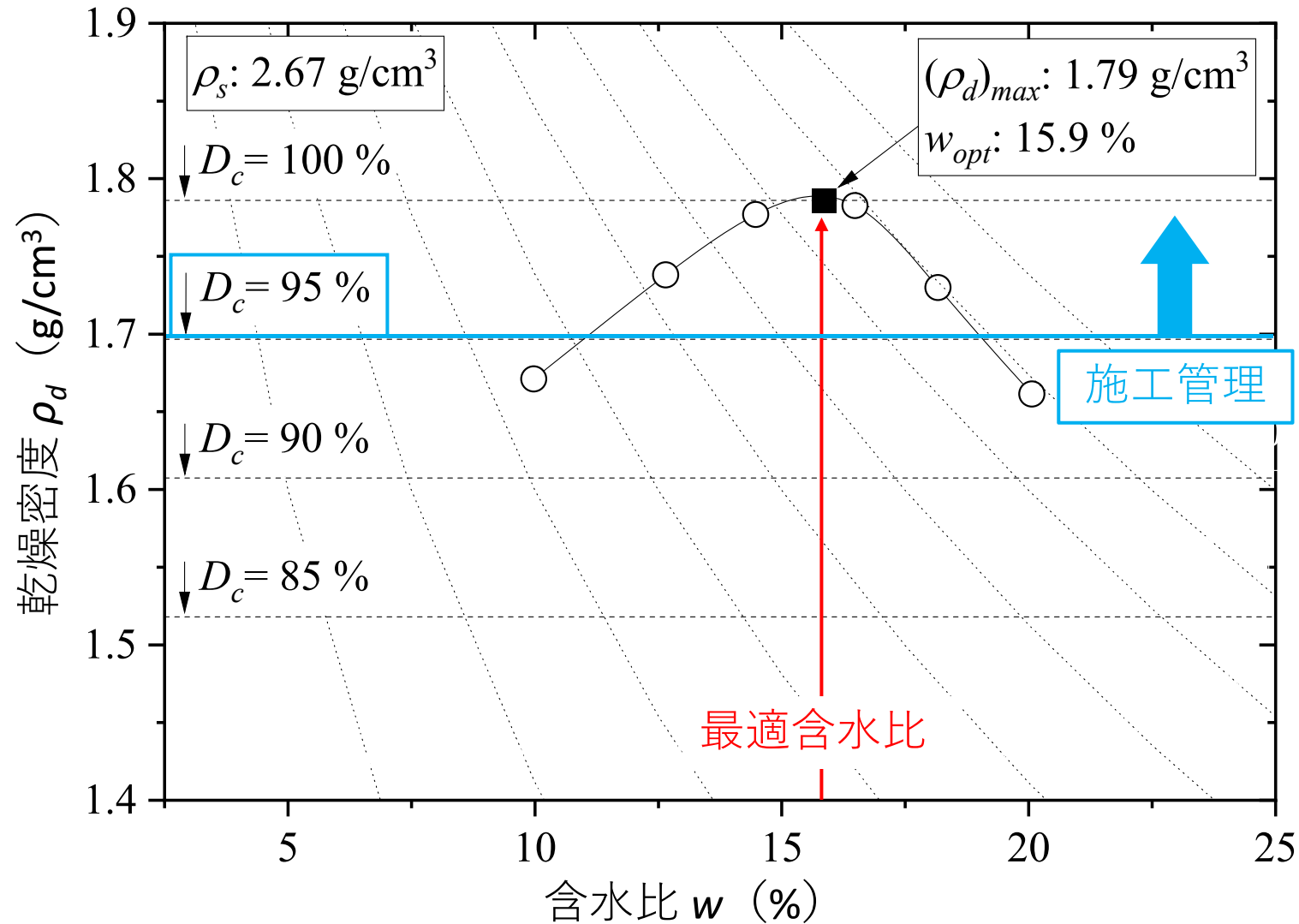
- ベントナイト混合率の増加に伴って**せん断強度は減少傾向**
- 従来の改修工法で使用される土質材料と比較して**同等以上のせん断強度は確保**

ベントナイト混合土の施工上の留意点



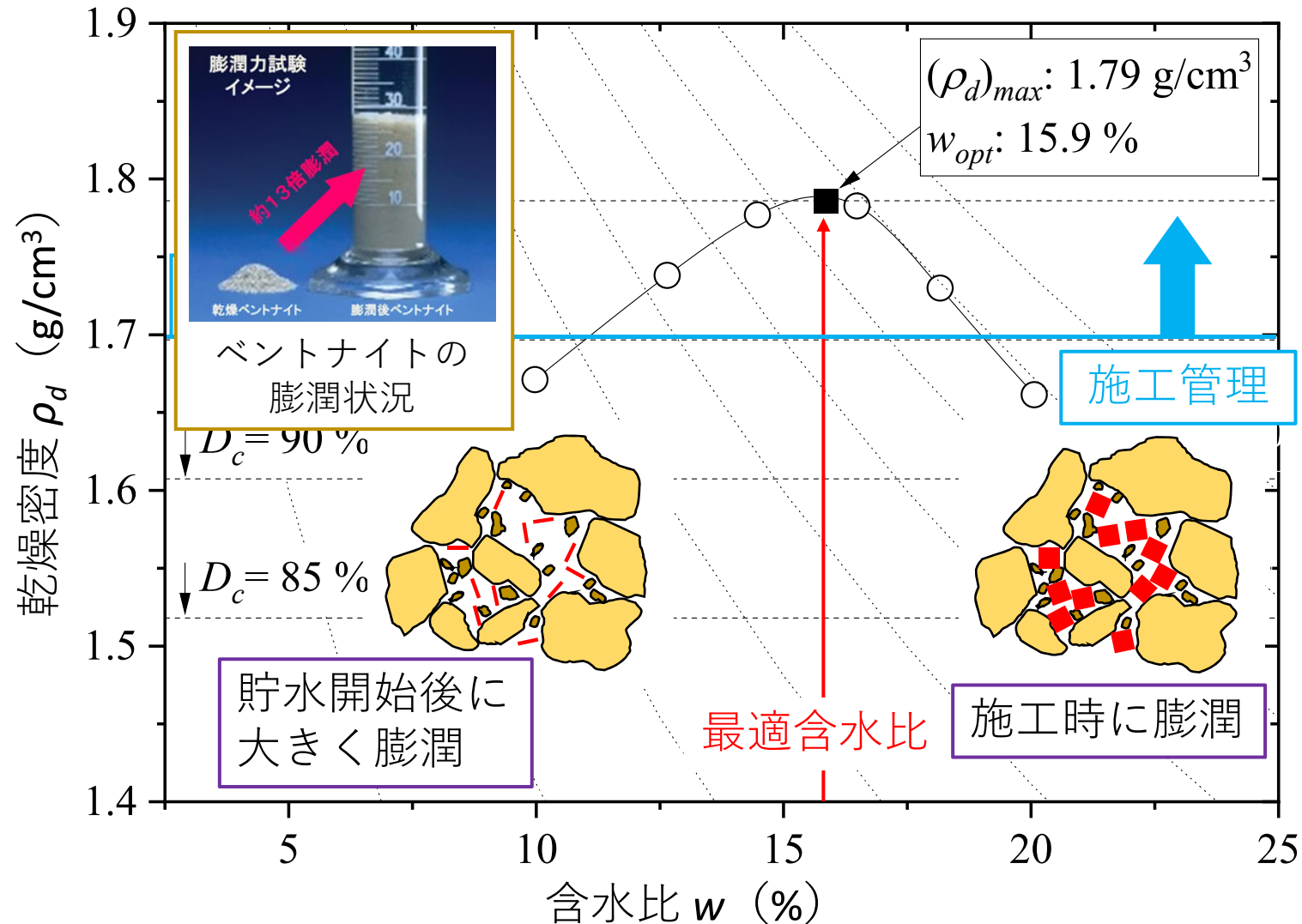
ベントナイト混合土の施工上の留意点

➤ 転圧時の含水比の影響（締固め曲線）



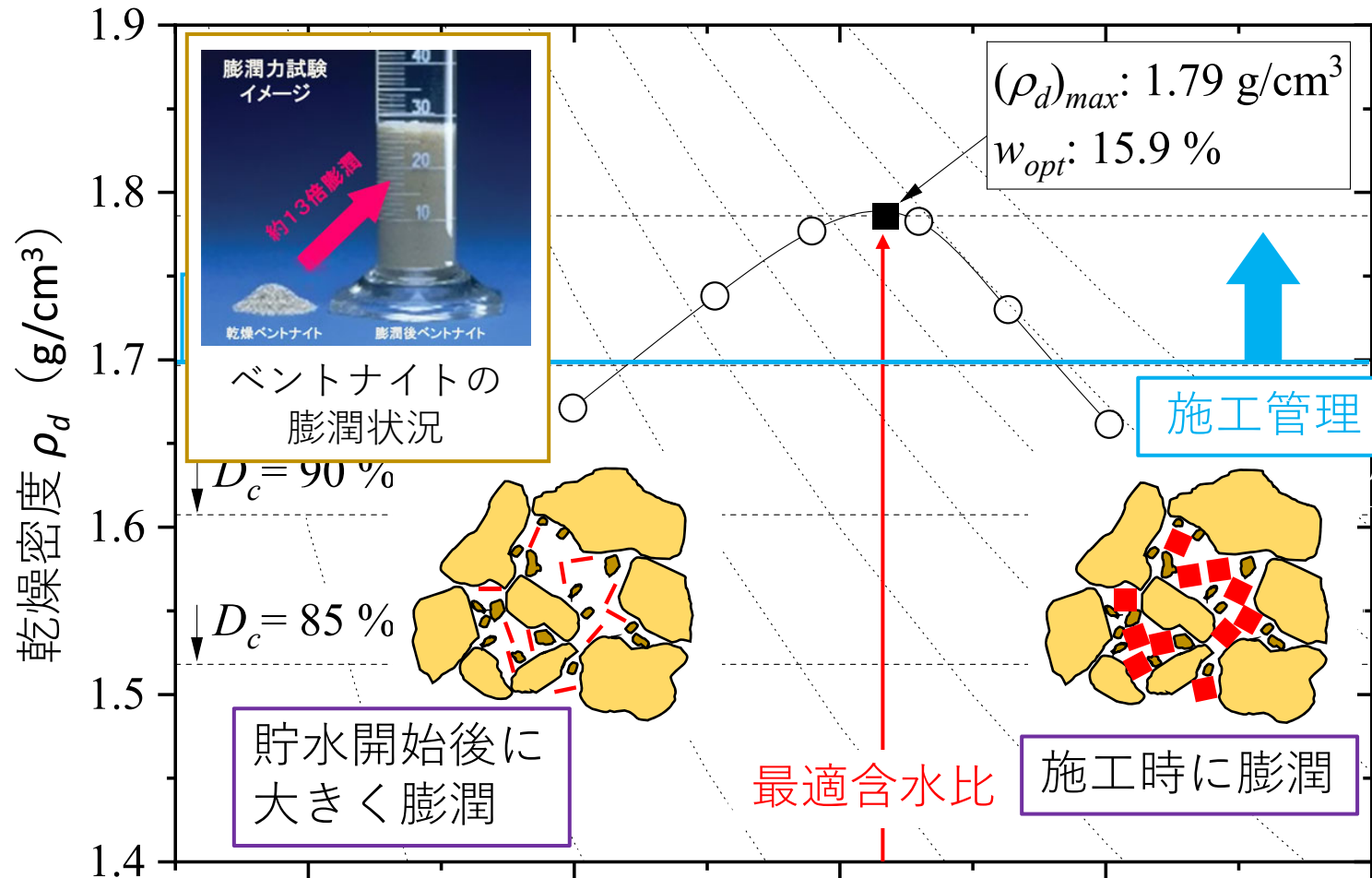
ベントナイト混合土の施工上の留意点

➤ 転圧時の含水比の影響（締固め曲線）



ベントナイト混合土の施工上の留意点

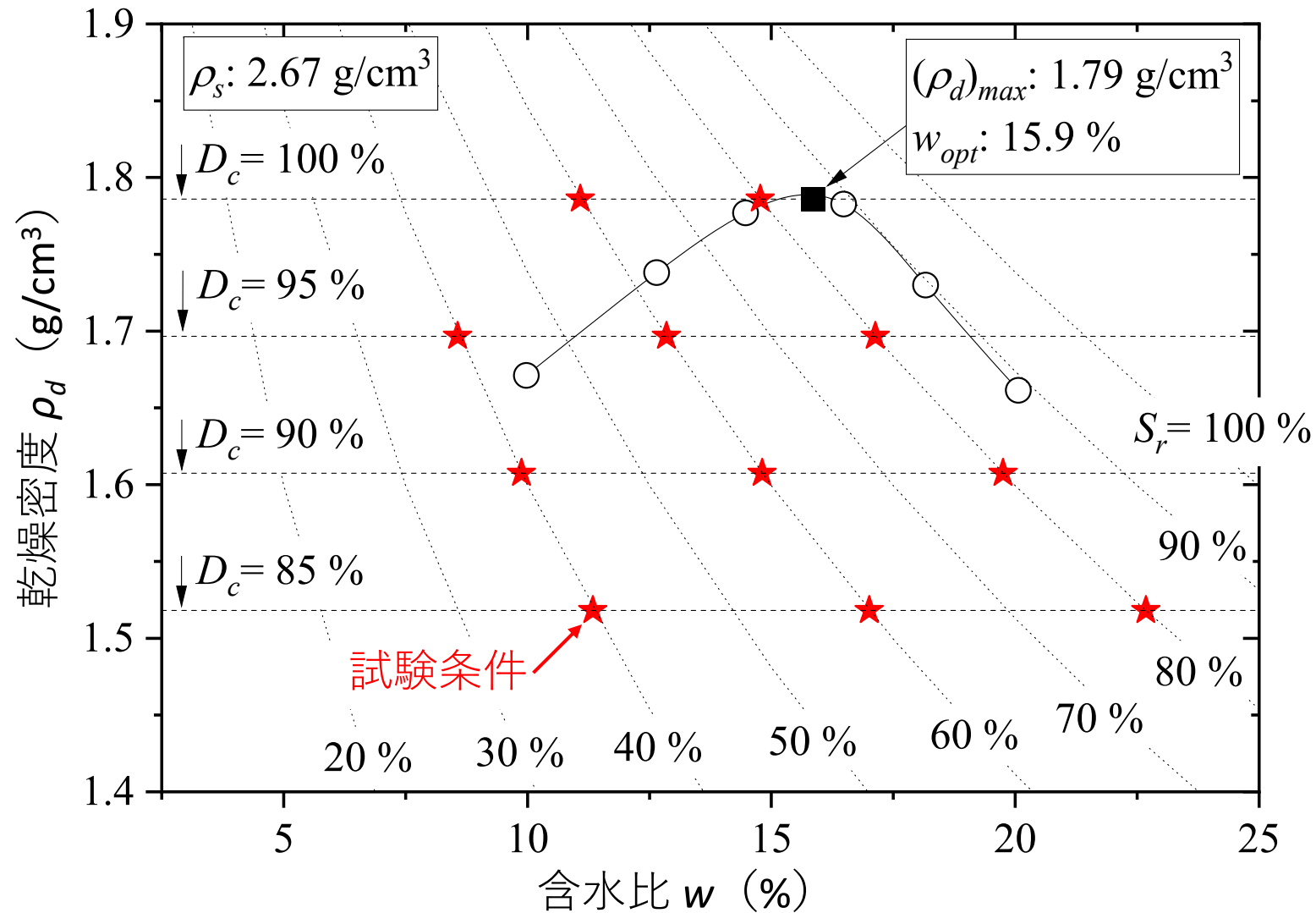
➤ 転圧時の含水比の影響（締固め曲線）



通常の土と比較して、施工後に生じる**土粒子の微視的構造の変化**が大きい可能性

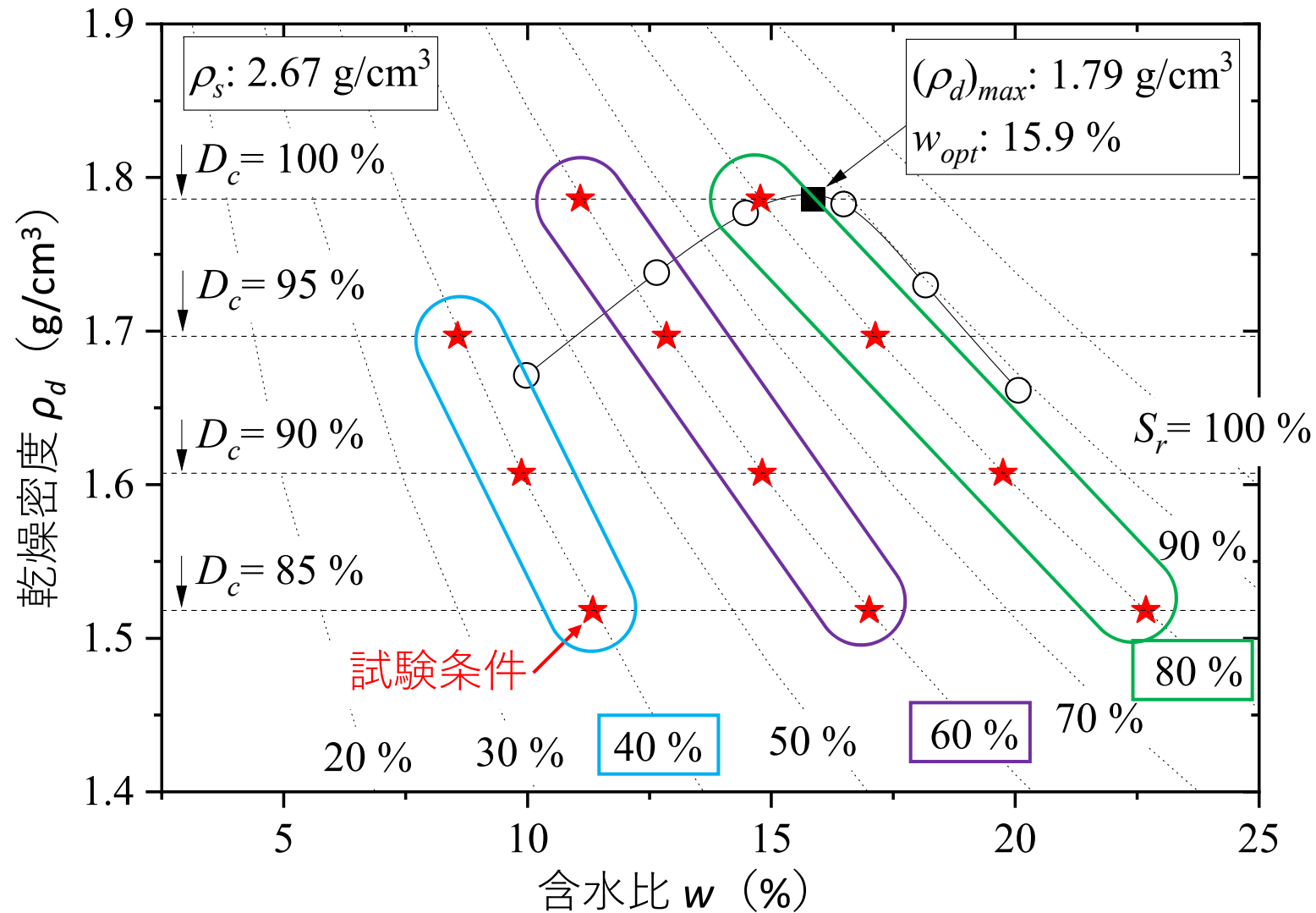
ベントナイト混合土の施工上の留意点

- 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



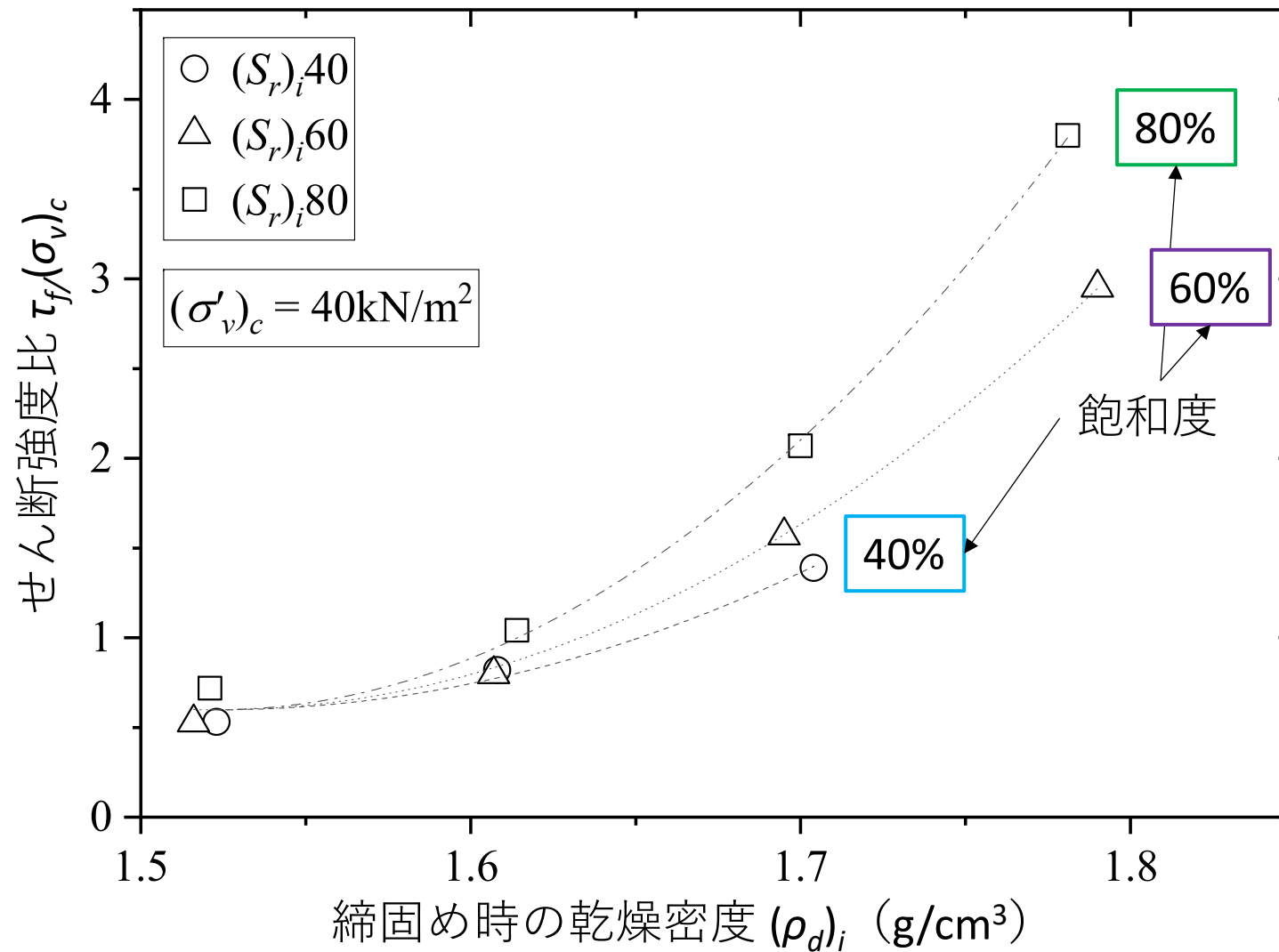
ベントナイト混合土の施工上の留意点

- 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



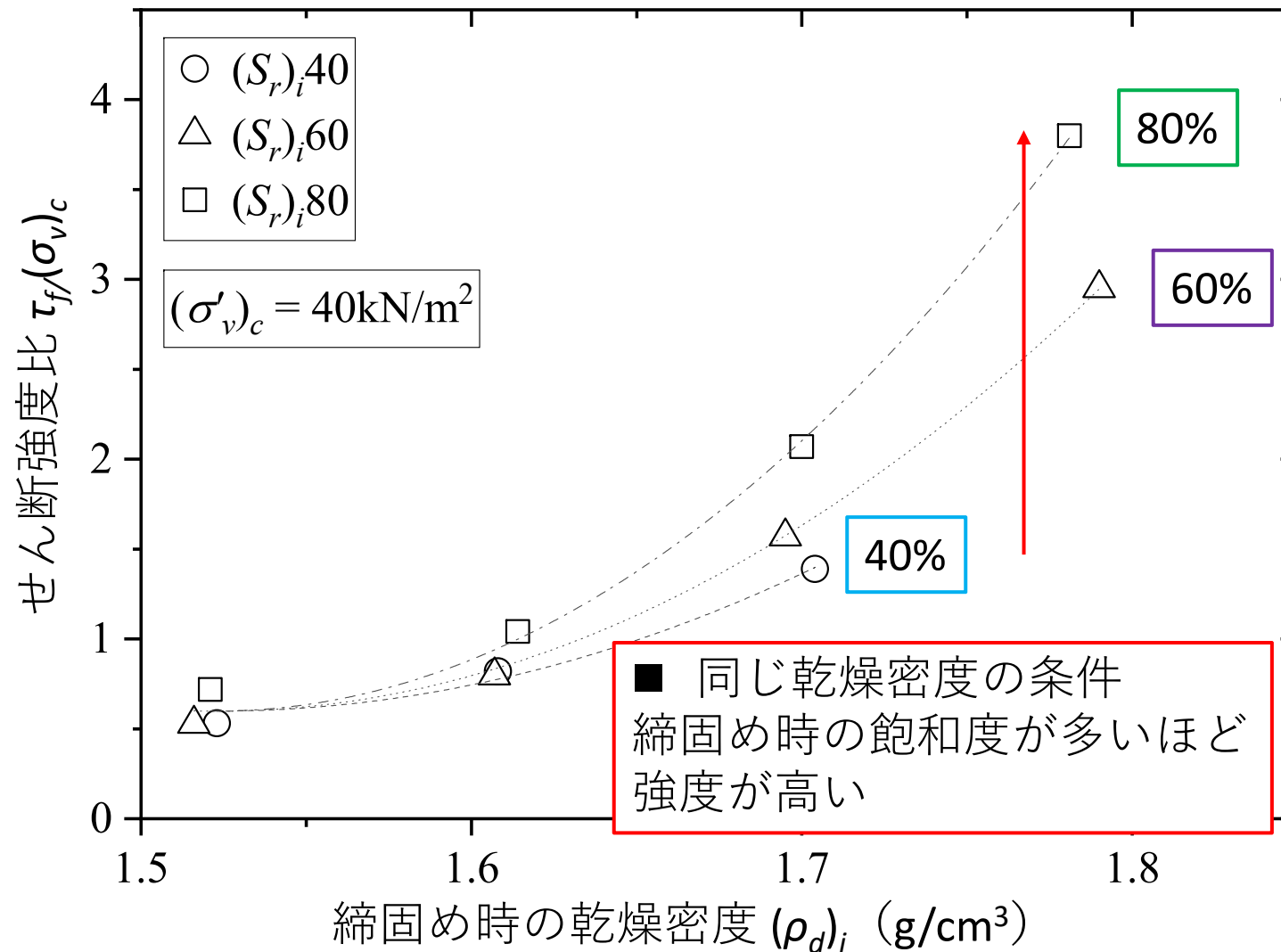
ベントナイト混合土の施工上の留意点

- 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



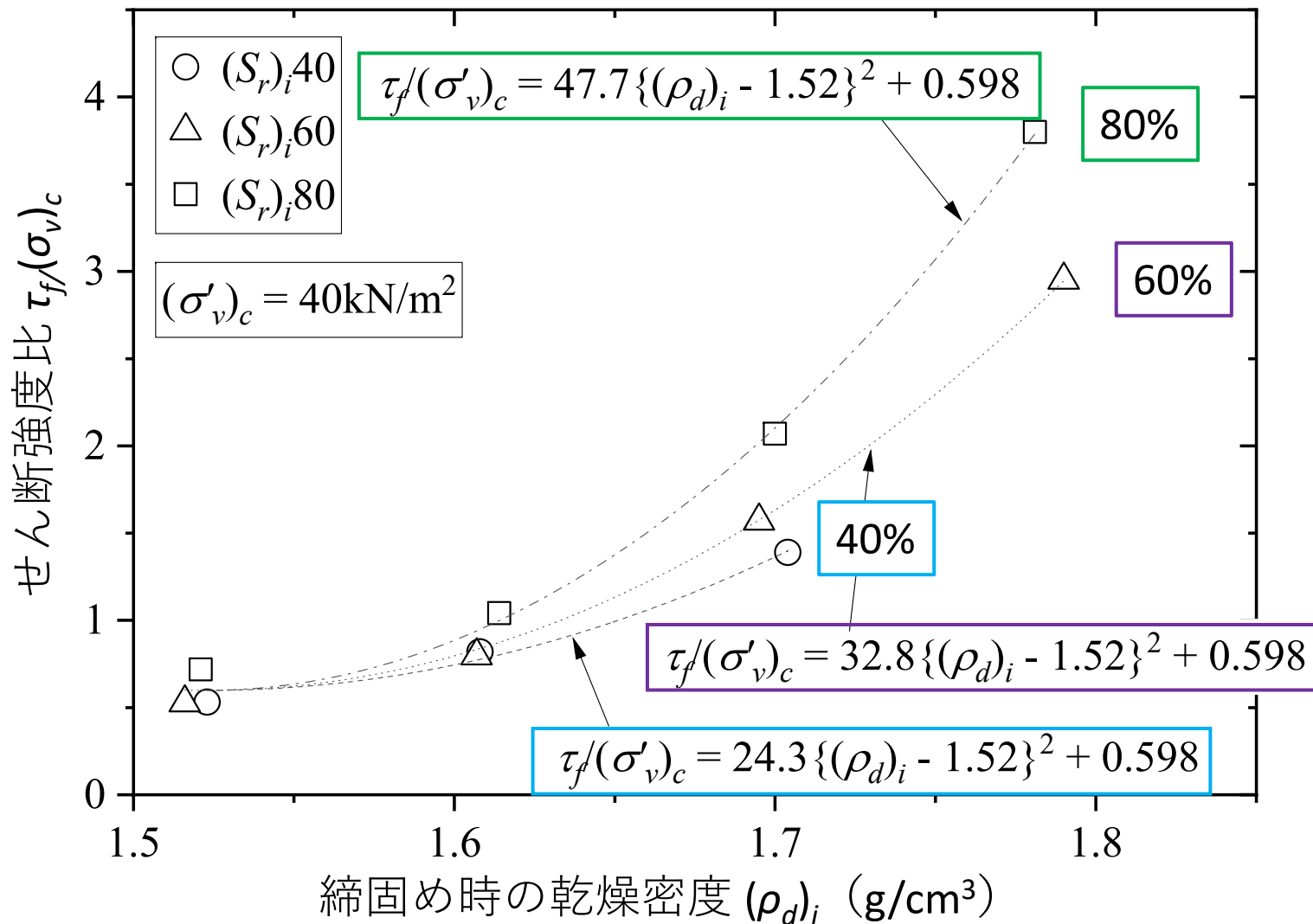
ベントナイト混合土の施工上の留意点

- 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



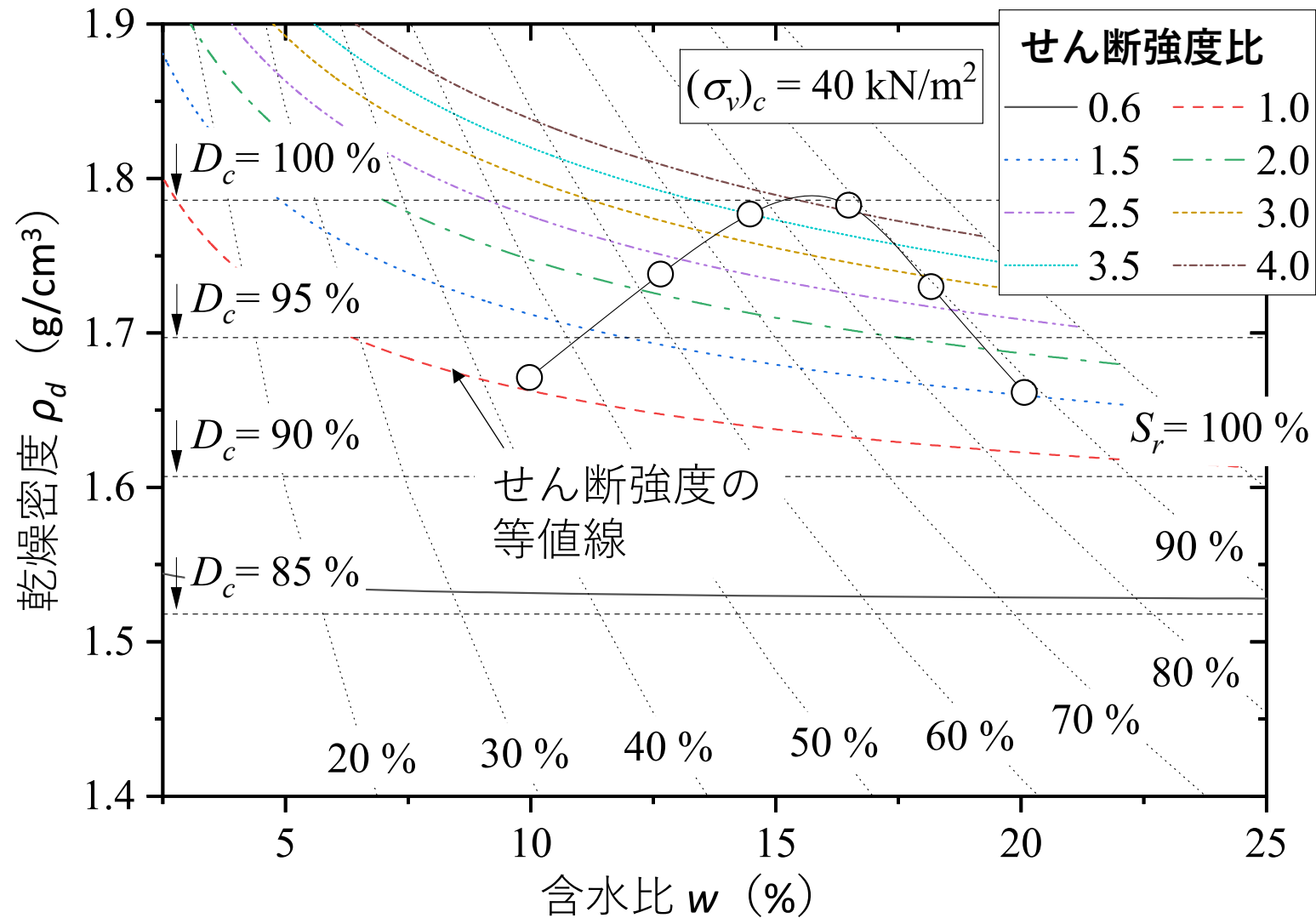
ベントナイト混合土の施工上の留意点

➤ 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



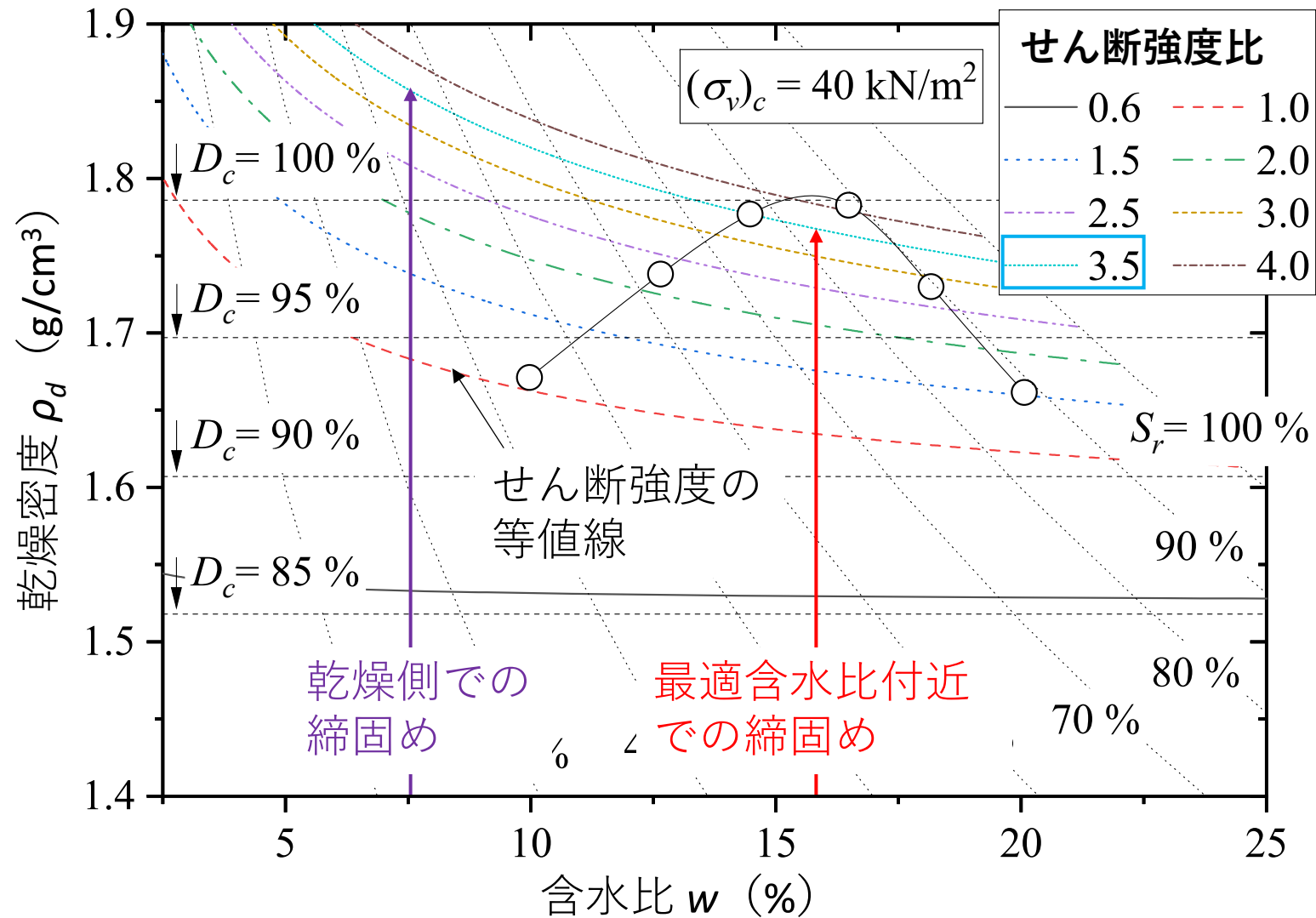
ベントナイト混合土の施工上の留意点

- 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



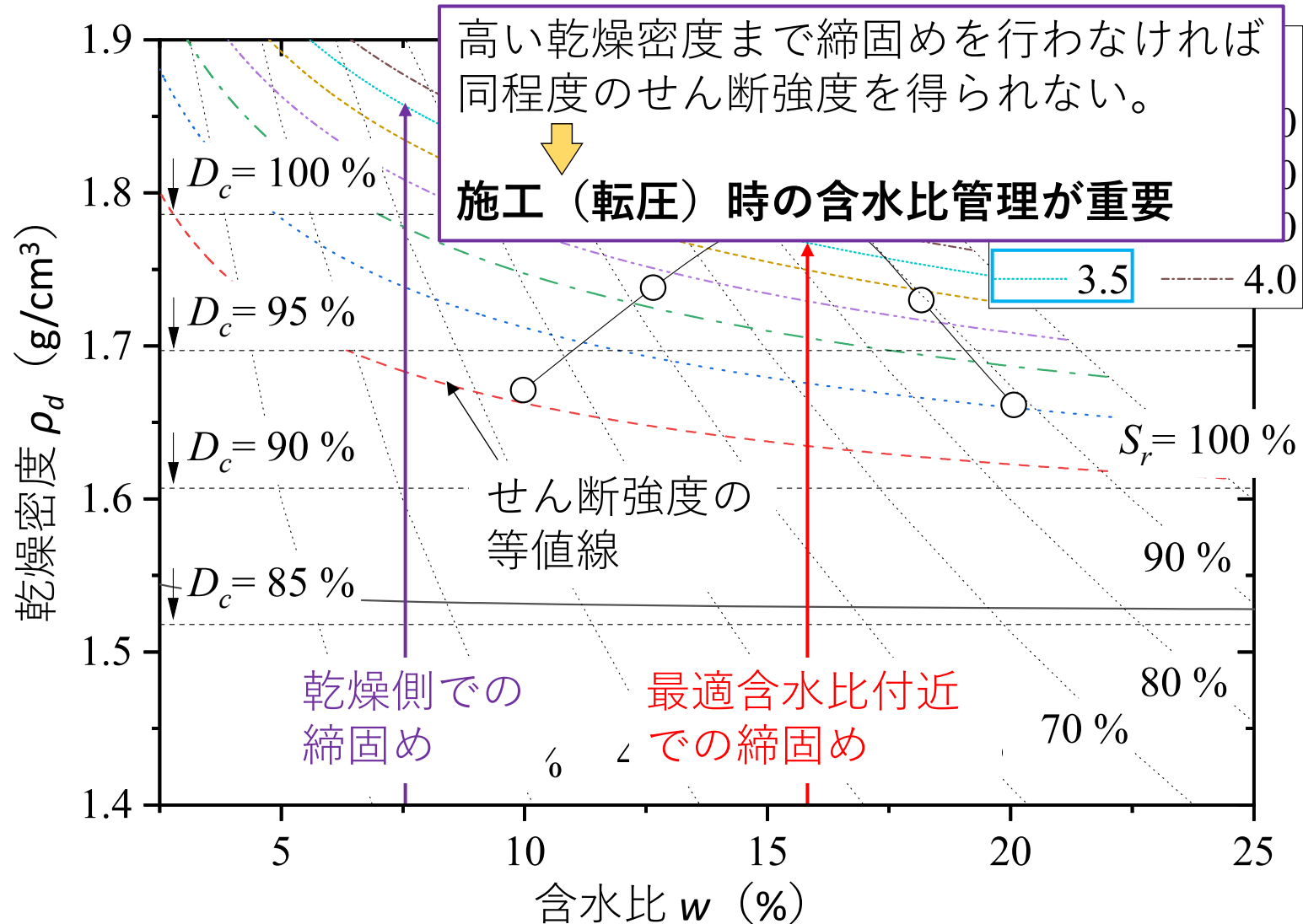
ベントナイト混合土の施工上の留意点

➤ 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



ベントナイト混合土の施工上の留意点

➤ 締固め条件の相違が水浸後のせん断強度へ与える影響



ありがとうございました。