

**足利大学 創生工学科
建築・土木分野
西村研究室**



目次

西村研究室を訪問された機関

委託研究・寄付金

博士論文審査

Journal Paper Reviewer

科学研究費・Researchmap

研究テーマ

UNSAT-WASTE 2017 (Shanghai)

Keynote Lecture



西村研究室を訪問された大学

- ・ 東京大学
- ・ 北海道大学
- ・ 東北大学
- ・ 名古屋大学
- ・ 九州大学
- ・ 鹿児島大学
- ・ 埼玉大学
- ・ 群馬大学
- ・ 茨城大学
- ・ 佐賀大学
- ・ 東京理科大学
- ・ 中央大学
- ・ 東京電機大学
- ・ 名城大学
- ・ 日本大学
- 山梨大学



西村研究室を訪問された研究機関

- 鉄道総合技術研究所 防災
- 鉄道総合技術研究所 基礎・土構造
- 日本原子力発電株式会社
- (独)日本原子力研究開発機構
- 株式会社 高速道路総合技術研究所(NEXCO)
- 原子力発電環境整備機構(NUMO)
- 電力中央研究所
- 利根川上流河川事務所
- 株式会社大林組
- 鹿島建設技術研究所
- 清水建設技術研究所
- 大成建設株式会社
- 飛島建設技術研究所
- 複合技術研究所
- 竹中土木
- 西武建設株式会社
- 中央開発 株式会社
- 竹中工務店
- 総合地盤研究所
- 東亜建設工業株式会社
- ハザマ
- 不動建設
- 応用地質株式会社
- 川崎地質
- 中央開発 株式会社
- ダイヤコンサルタント
- オリエンタル白石
- 東洋タイヤ
- 火山灰考古学研究所
- 東電設計株式会社
- JR西日本関係
- 基礎地盤コンサルタンツ株式会社
- 不動テトラ
- 群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 株式会社ホーゲン



講演等を行った大学・公的機関・企業

- ・ 東京大学
- ・ 京都大学
- ・ 北海道大学
- ・ 名古屋大学
- ・ 岡山大学
- ・ Lille University (フランス)
- ・ Ottawa University (カナダ)
- ・ Nagura (スイス)
- ・ UNSAT-WASTE 2017 (Shanghai)
- ・ 応用地質
- ・ 東亜建設工業

利根川上流河川事務所



委託研究契約・寄付金を提携研究機関(含む予定)

- 鉄道総合技術研究所
- (独)日本原子力研究開発機構
- 株式会社 高速道路総合技術研究所(NEXCO)
- 電力中央研究所
- 利根川上流河川事務所
- 株式会社大林組
- 大成建設株式会社
- 飛島建設技術研究所
- 複合技術研究所
- 西武建設株式会社
- 総合地盤研究所
- 東亜建設工業株式会社
- 応用地質株式会社
- ダイヤコンサルタント
- オリエンタル白石
- 火山灰考古学研究所
- JR西日本関係
- 基礎地盤コンサルタンツ株式会社
- 不動テトラ
- 群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 株式会社ホー Junction



博士論文副査

- ・ 東京大学 4編 全て外国人留学生
- ・ 北海道大学 1編 外国人留学生 オブザーバ



Journal paper Reviewer

- ・ 韓国
 - ・ スイス
 - ・ 米国
 - ・ 中国
 - ・ 日本
-
- ・ 全て英文 年に10編程度



科学研究費

- 研究代表者として採択
- 基盤研究C：懸念される人工バリアシステムの不確実性の検証
- 基盤研究C：降雨と地震の複合作用に対する盛土安定性能評価のための基礎的研究

- 科学研究費助成事業データベースで“教員名”を入力くだされば分
担者などの詳細な情報が得られます。

- 科学研究費は文部科学省および日本学術振興会が交付する科学研究
費助成事業です。税金で運営されている事業です。大学教員であれ
ばだれでも申請可能です。最近では全国大学ランキングの重要な項
目として位置づけられています。一部費用が間接費として、大学環
境整備に配分され学生の教育・研究環境整備に貢献します。



researchmap

- 国立研究開発法人科学技術振興機構が運営する日本の研究者総覧です。
- 研究者双方のコミュニケーション充実を目的としています。
- 大学教員のこれまでの研究論文成果・実績（英文・和文問わず）を即座にすることができます。
- <http://researchmap.jp/>
- *西村の研究実績アップデート中です。*



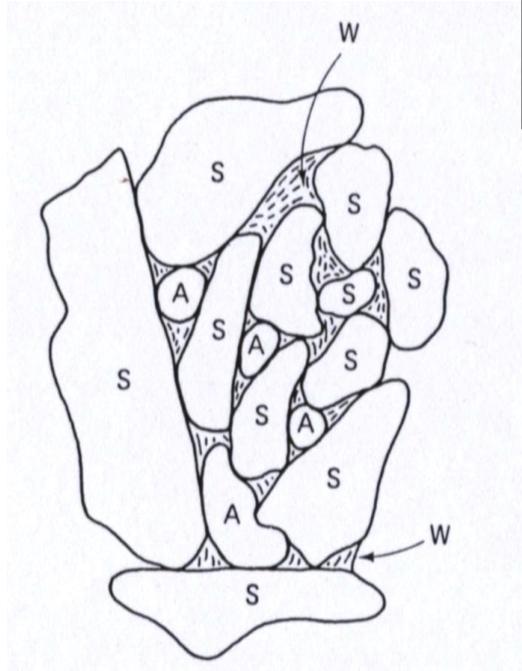
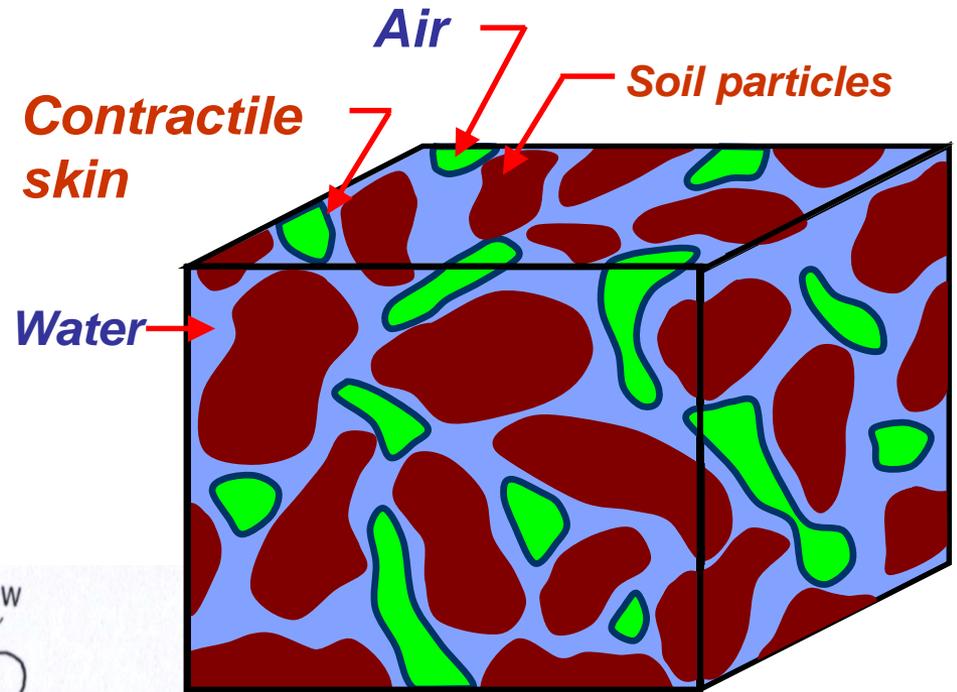
研究テーマ

不飽和土の工学的性質解明

放射性廃棄物処分施設の膨張性材料の工学的性質
の解明



不飽和土とは



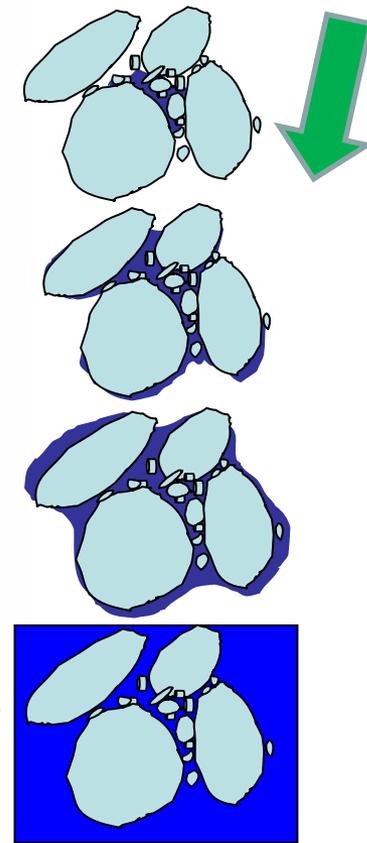
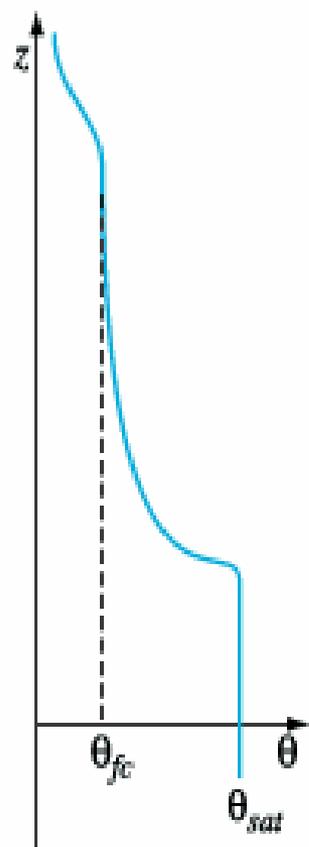
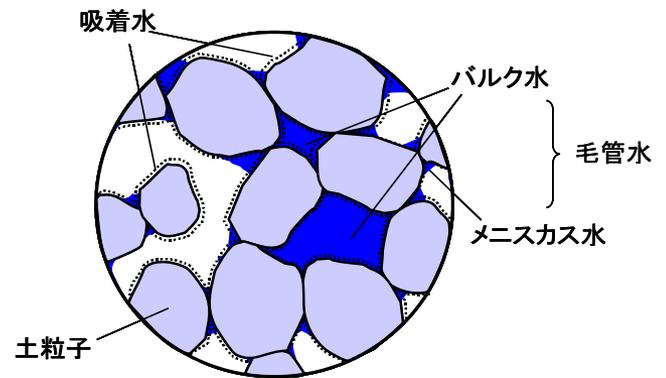
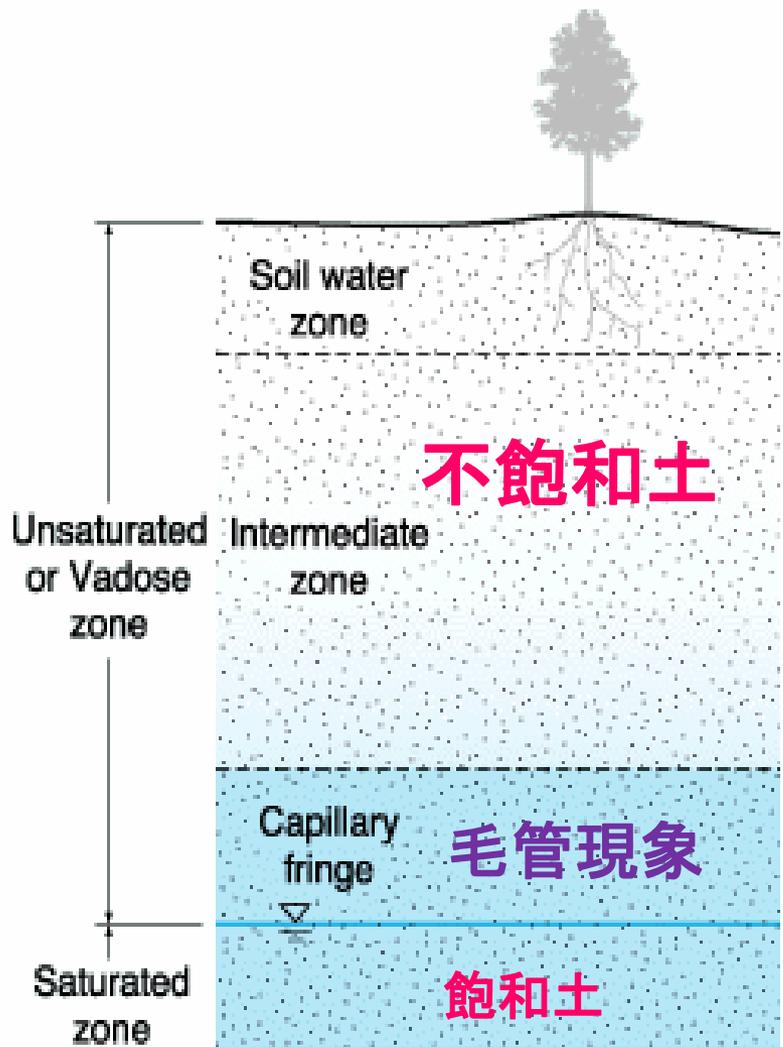
不飽和地盤



不飽和地盤



土壌内の水分量の変化



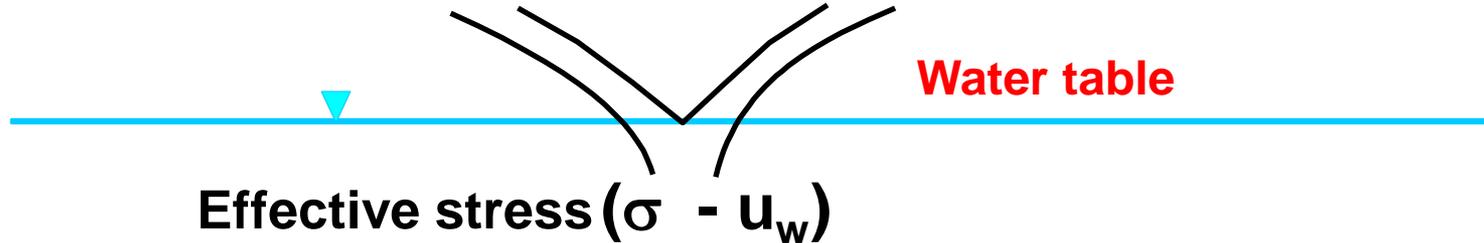
飽和土と不飽和土の境界



UNSATURATED SOIL MECHANICS

Negative pore-water pressure

Net normal stress ($\sigma - u_a$) ($u_a - u_w$) Matric suction



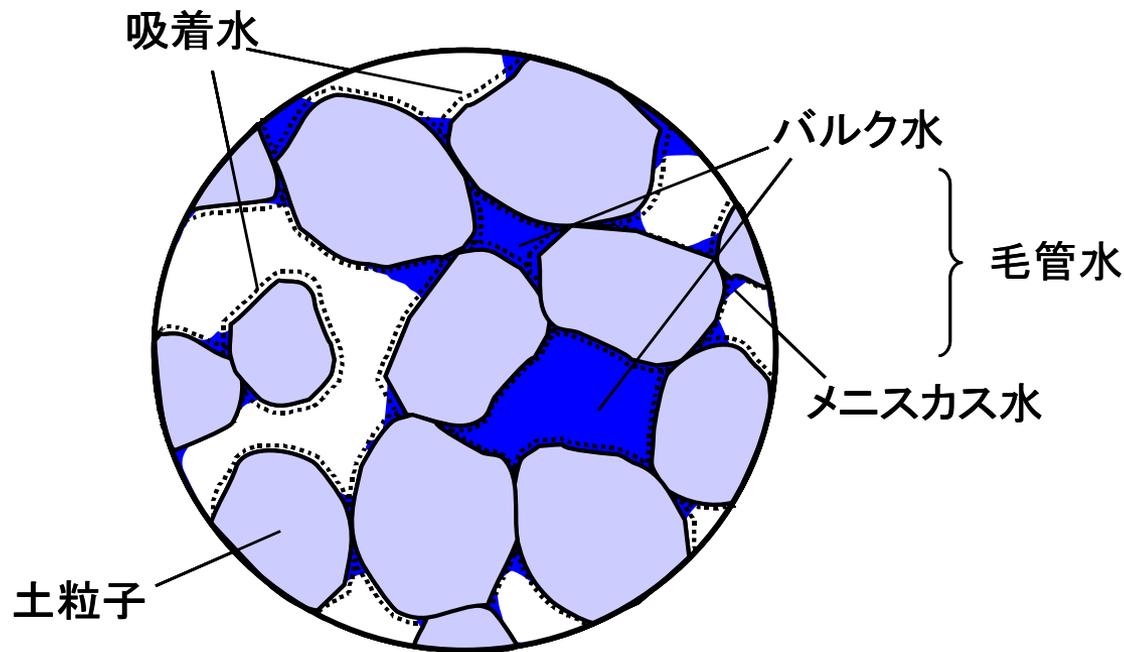
Positive pore-water pressure

SATURATED SOIL MECHANICS



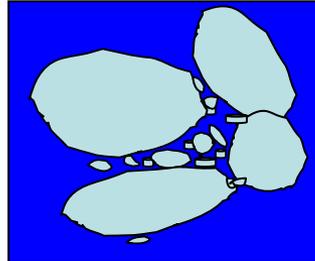
一般的な不飽和土のせん断強度式 拡張モール・クーロン破壊規準

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \phi' + (u_a - u_w) \tan \phi^b$$

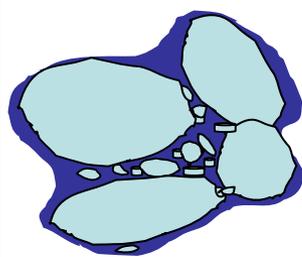


保水性(水分特性曲線)

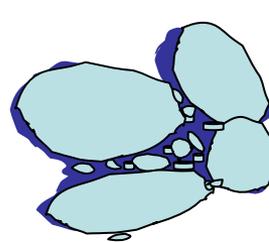




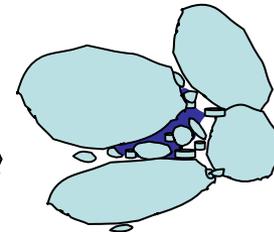
飽和状態



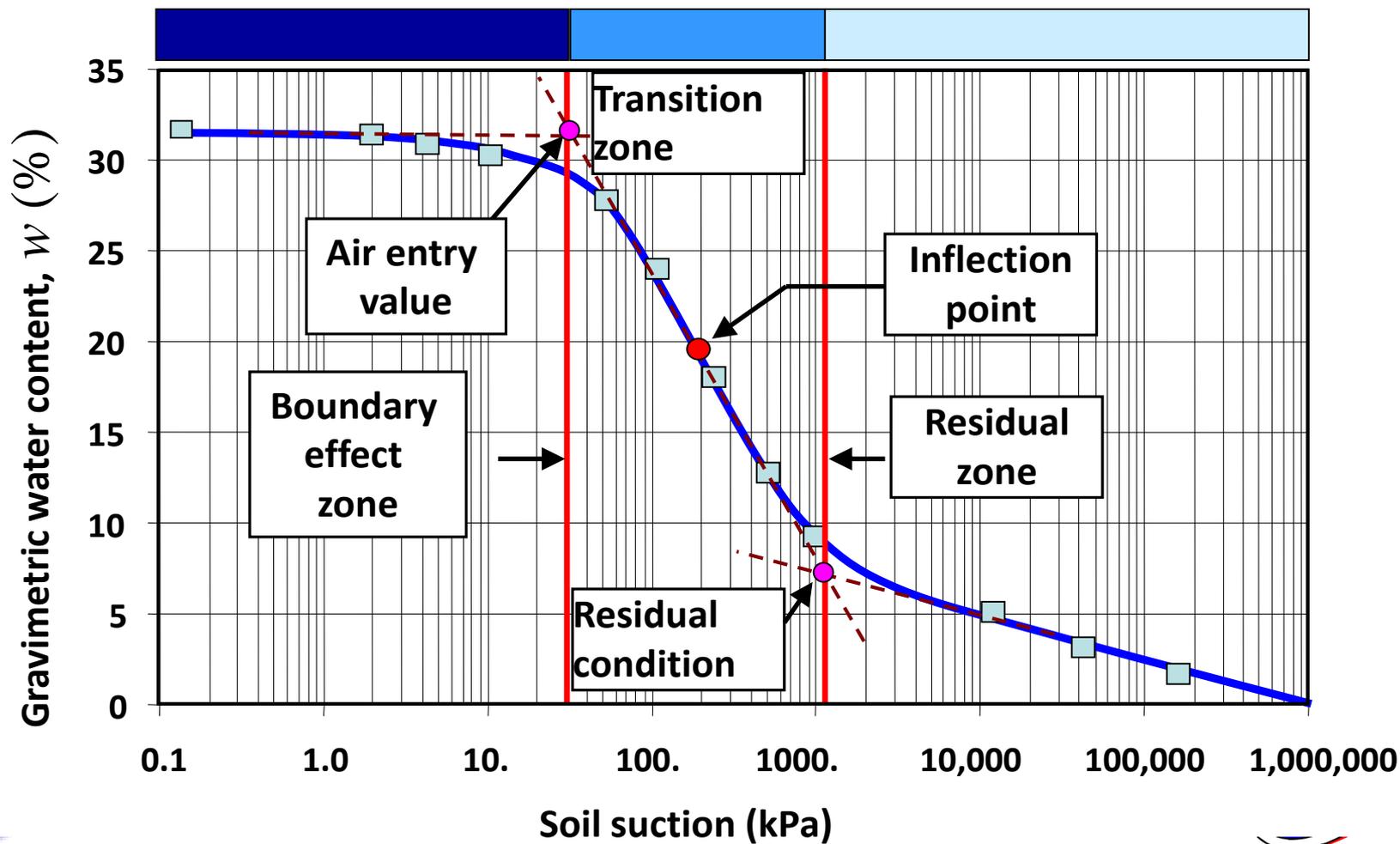
不飽和化の始まり



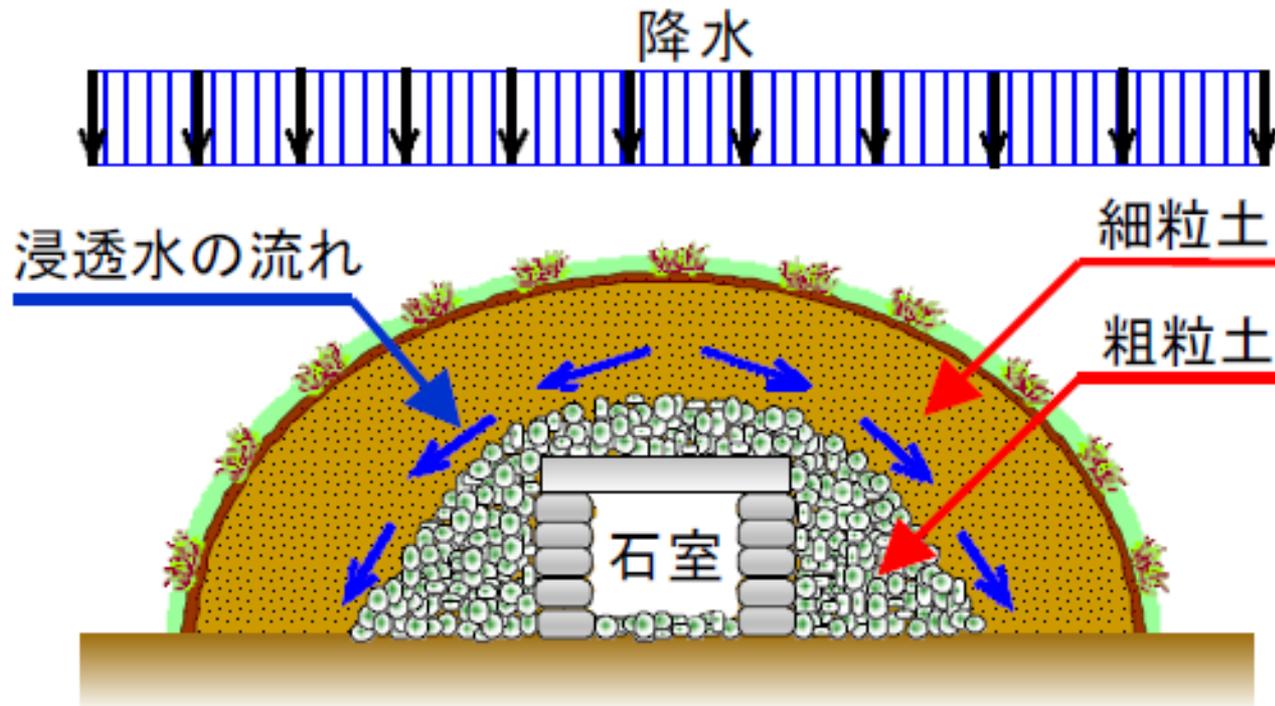
サクションにたいする排水量の減少



サクションにたいする気体としての蒸発



キャピラリーバリアの例

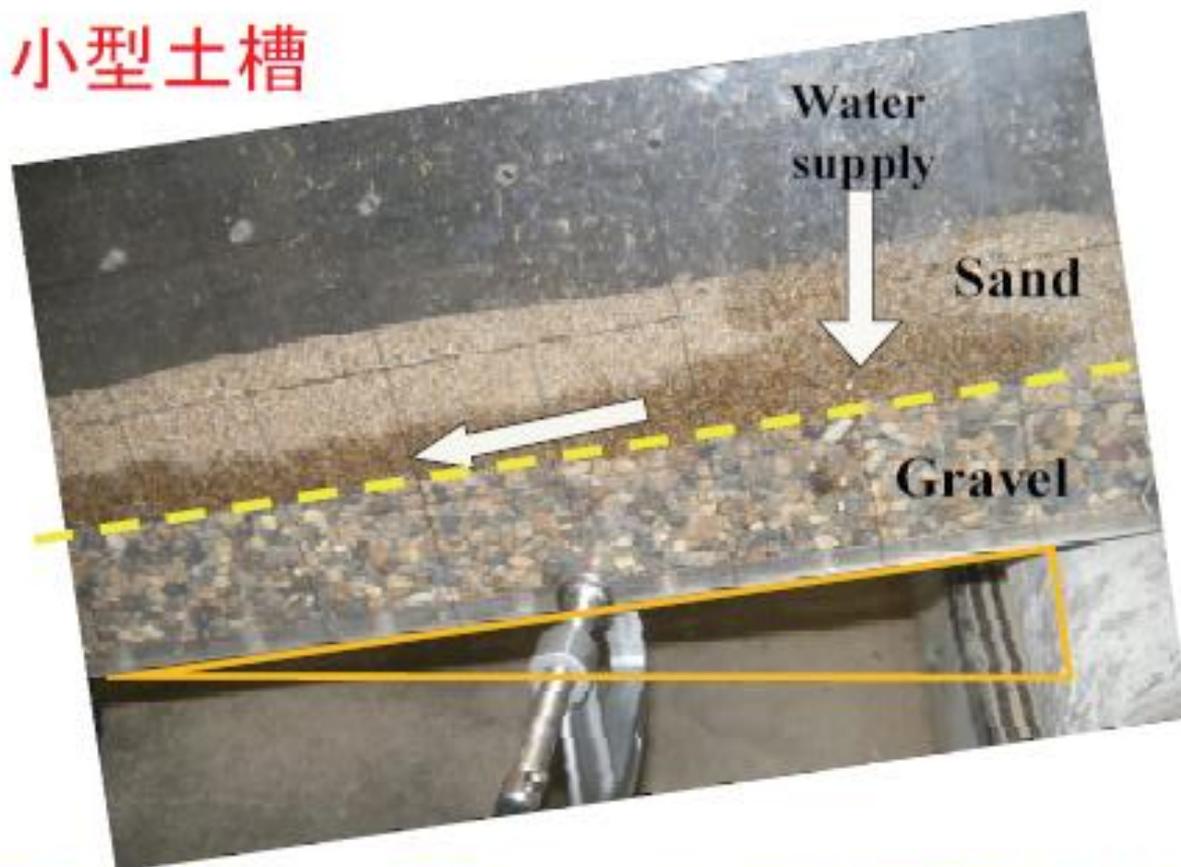


金井東裏(かないひがしうら)遺跡





小型土槽

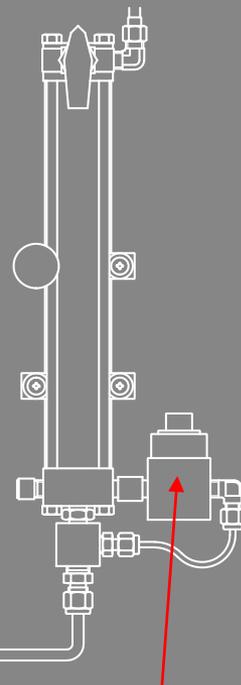
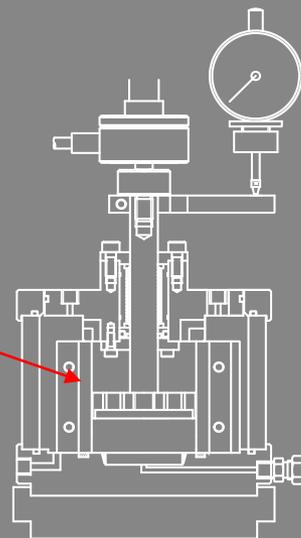
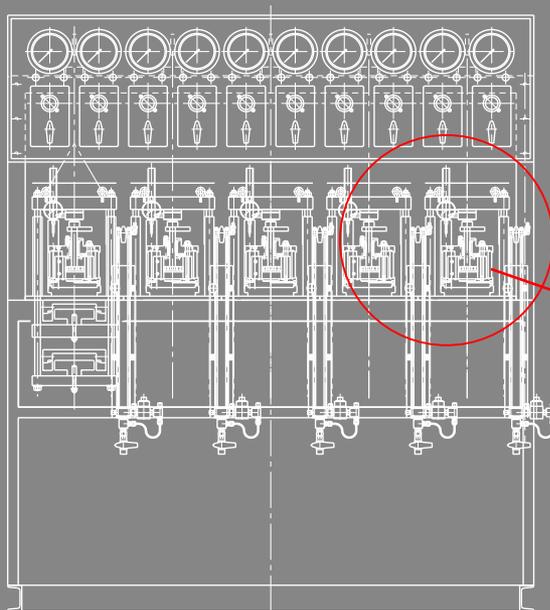
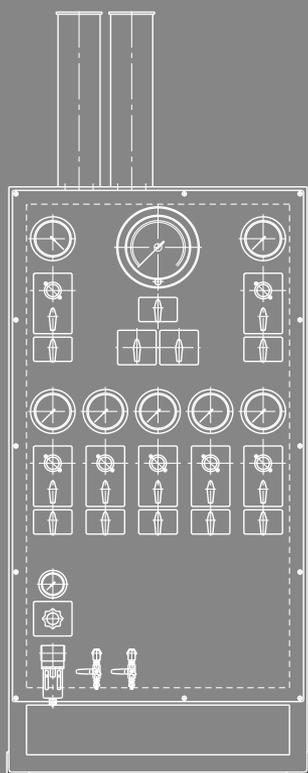


浸透水がキャピラリーバリア境界面上を流下

防災のトビシマ TOBISHIMA.com
建ててから始まる真の止



水分特性曲線測定裝置



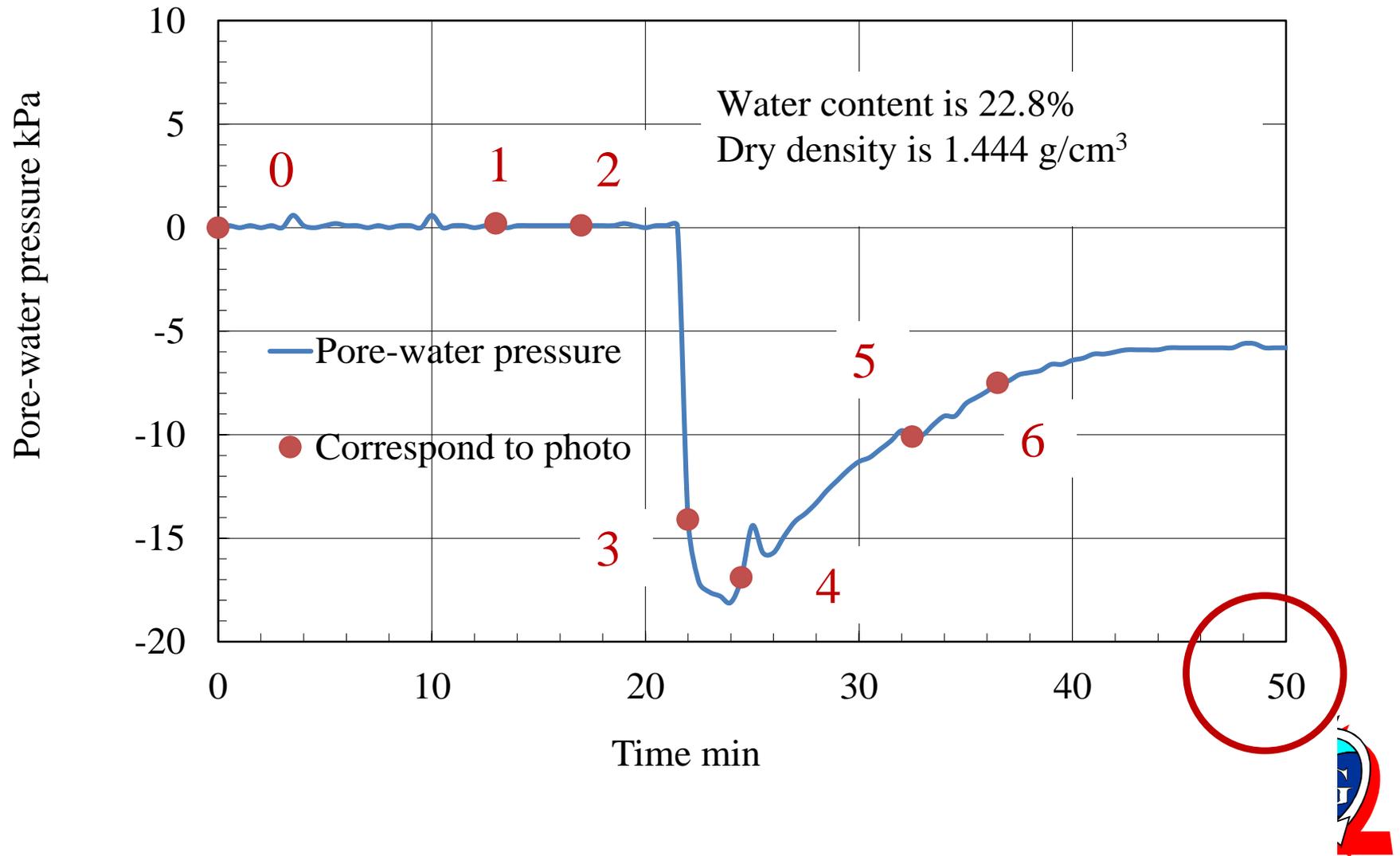
差圧計



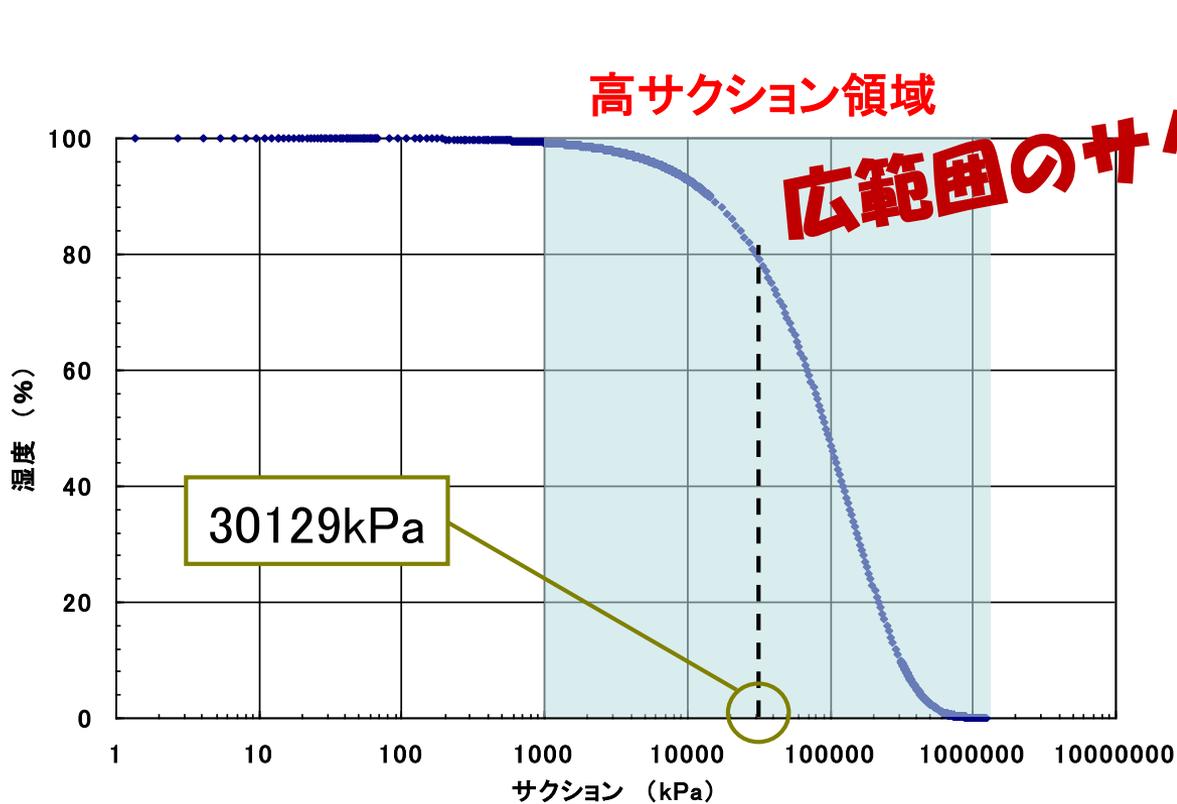
A dry density of 1.45 g/cm^3 with a water content of 22.8 %.



Change of pore-water pressure with time for water content of 22.8 %



相対湿度とサクシヨンの関係



$$\psi = -135022 \ln(RH)$$

ψ : サクシオン (kPa)

RH : 湿度 (%)

参考文献 1) Fredlund, D. G. and Rahardjo, H.: *Soil Mechanics for Unsaturated Soils*,
A Wile-Interscience Publication, JOHN WILEY & SONS, INC, 1993.



過飽和塩・湿度・サクシオン→湿度定点

Salt Solutions	Chemical symbol	RH %	Soil suction kPa
Potassium Sulfate	K_2SO_4	98	2,830
Potassium Nitrate	KNO_3	95	6,940
Ammonium Dihydrogenphosphate	$NH_4H_2PO_4$	93	9,800
Sodium Chloride	$NaCl$	75	39,000
Magnesium Nitrate	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	54	83,400
Magnesium Chloride	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	33	148,000
Lithium Chloride Anhydrous	$LiCl$	11	296,000



水分特性曲線の関数モデル



Equations to Best-Fit SWCC Data

van Genuchten (1980)

Normalized water content

$$\Theta_n = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{\psi}{a_v}\right)^{n_v}\right]^{m_v}}$$

Soil parameter is a function of residual water content

Soil parameter is a function of rate of water extraction

Air entry value



Equations to Best-Fit SWCC Data

Fredlund and Xing (1994)

$$w(\psi) = C(\psi) \times \frac{w_s}{\{ \ln[e + (\psi / a_f)^{n_f}] \}^m}$$

Correction Factor

Asymmetry Variable

Rate of desaturation

Air entry value

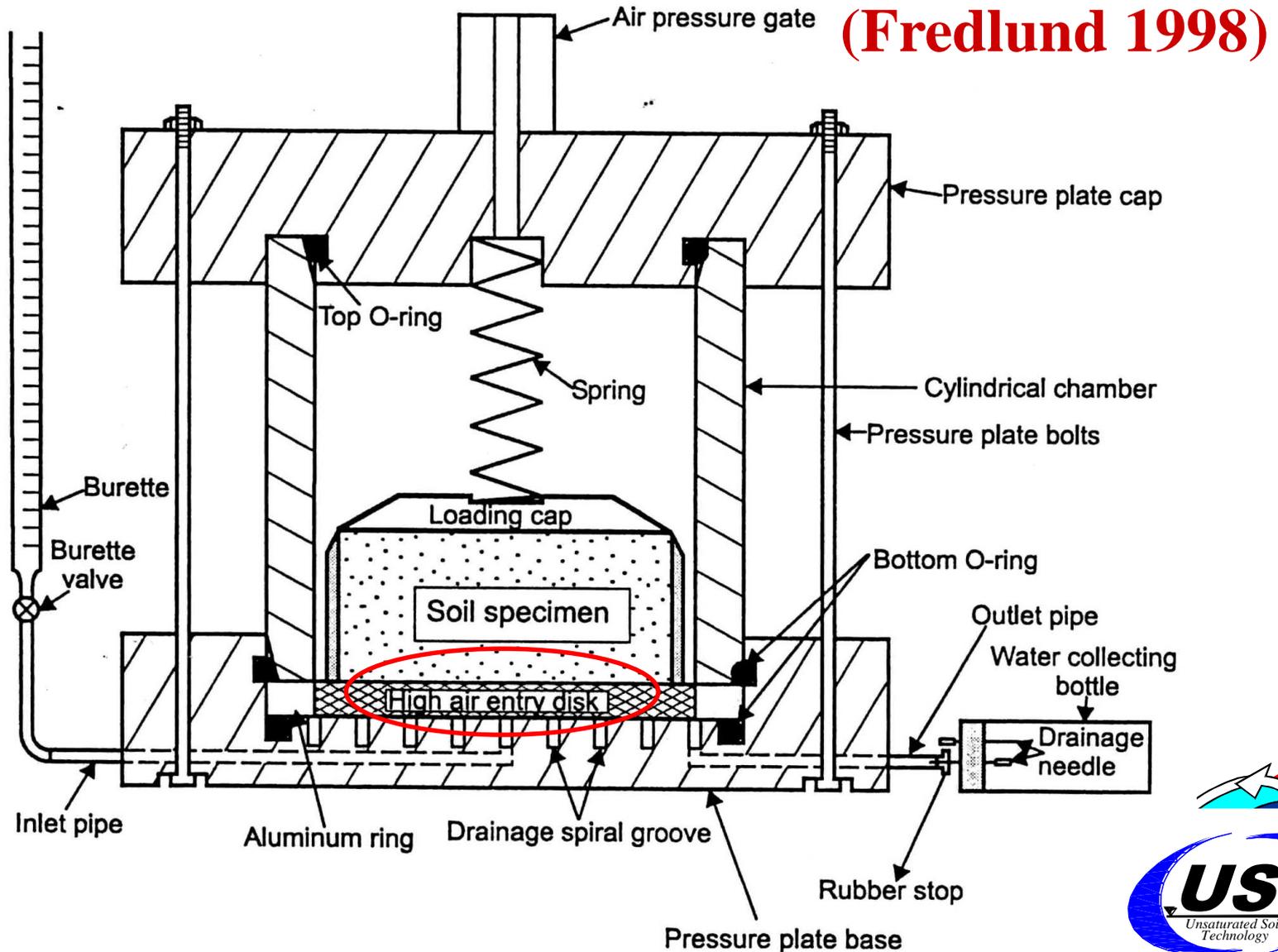
ψ = Soil suction

$$C(\psi) = 1 - \frac{\ln(1 + \psi / \psi_r)}{\ln[1 + (1000000 / \psi_r)]}$$

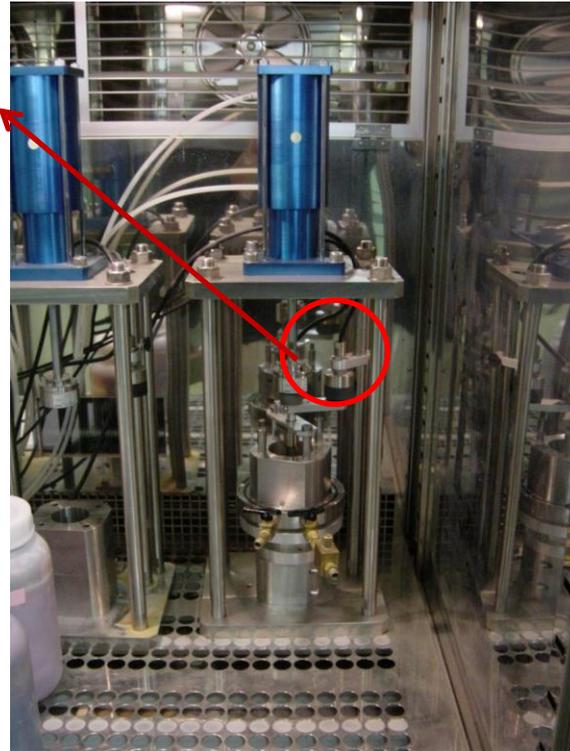
体積変化



Modified U. of S. Pressure Plate Cell



サクシオン制御対応不飽和土の圧縮試験装置



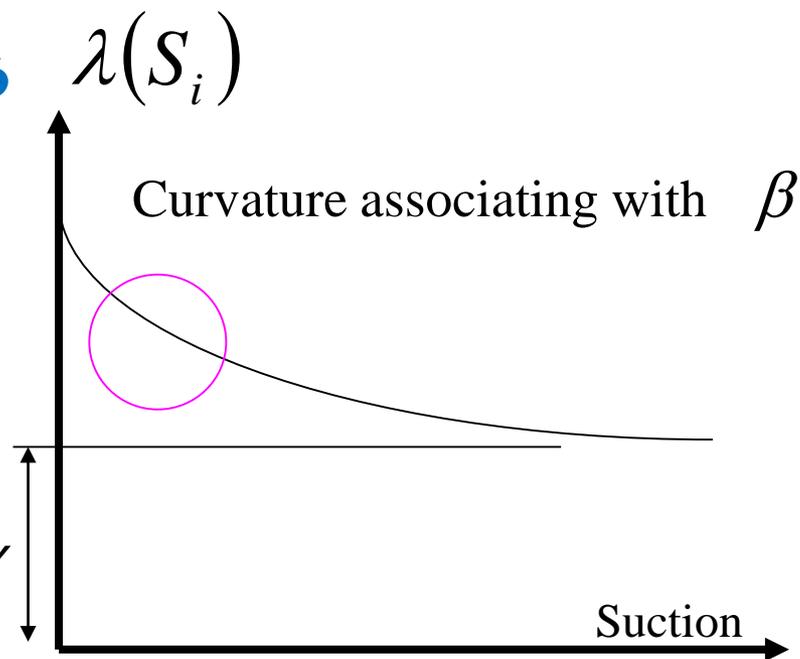
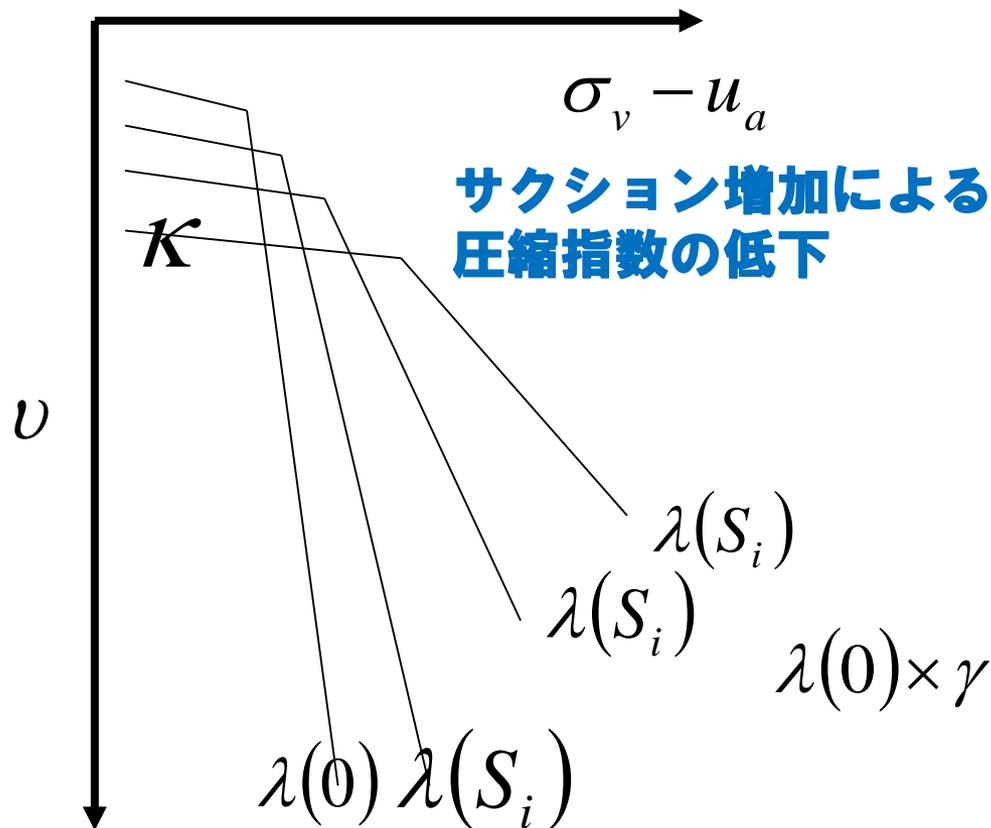
蒸気圧法
サクシオン $> 2.8\text{MPa}$

加圧膜法 & 加圧板法
サクシオン 1.5MPa



Popular elastoplastic constitutive model suggested by Alonso et al., (1990)

$$\left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma_v^c} \right) = \left(\frac{\sigma_{v0}^*}{\sigma_v^c} \right)^{\frac{[\lambda(0)-\kappa]}{[\lambda(s)-\kappa]}}$$



Determination of stiffness parameter λ versus suction

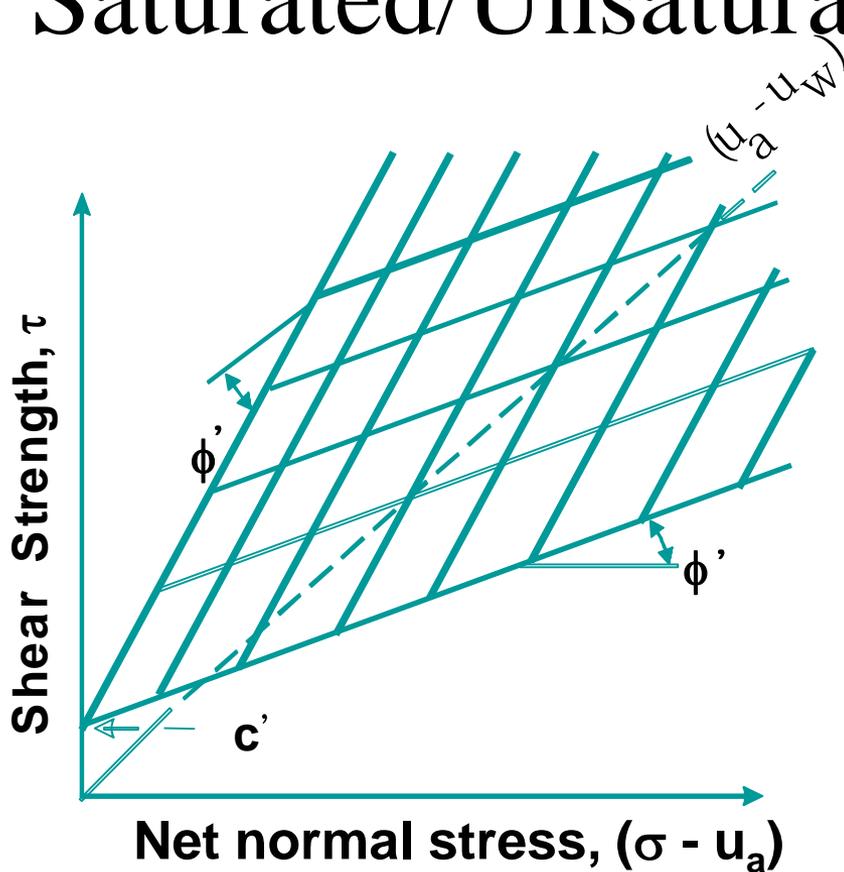
$$\lambda(s) = \lambda(0) \left[(1-r) \times \exp^{-\beta s} + r \right]$$



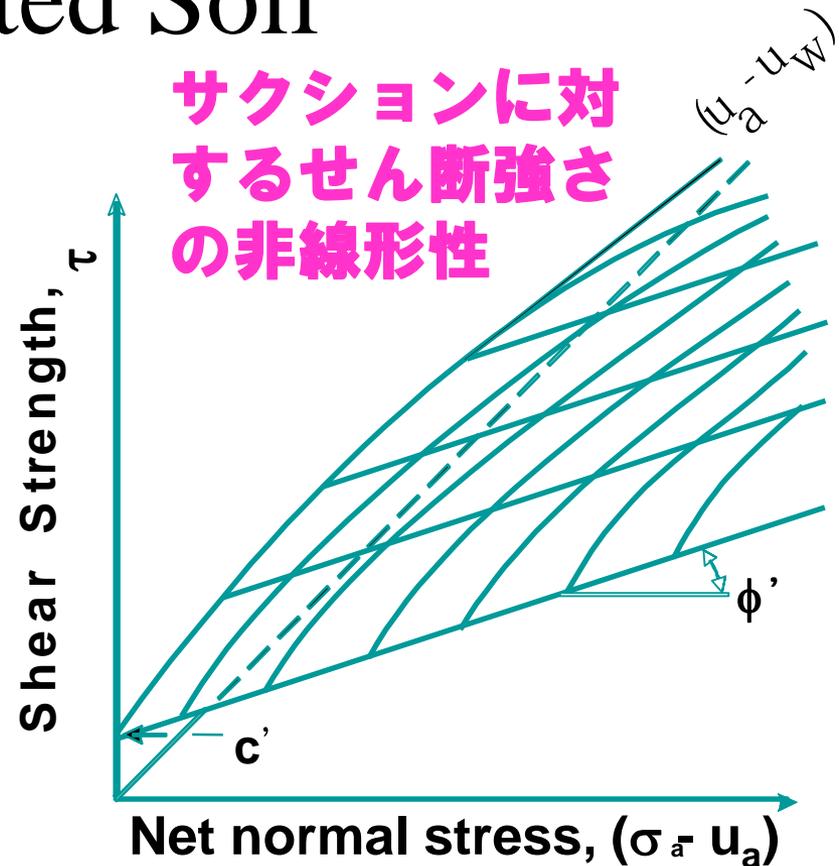
せん断強度 (三軸圧縮試験)



Shear Strength Parameters for a Saturated/Unsaturated Soil

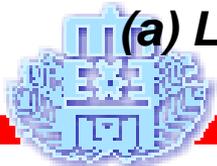


(a) Linear strength envelope



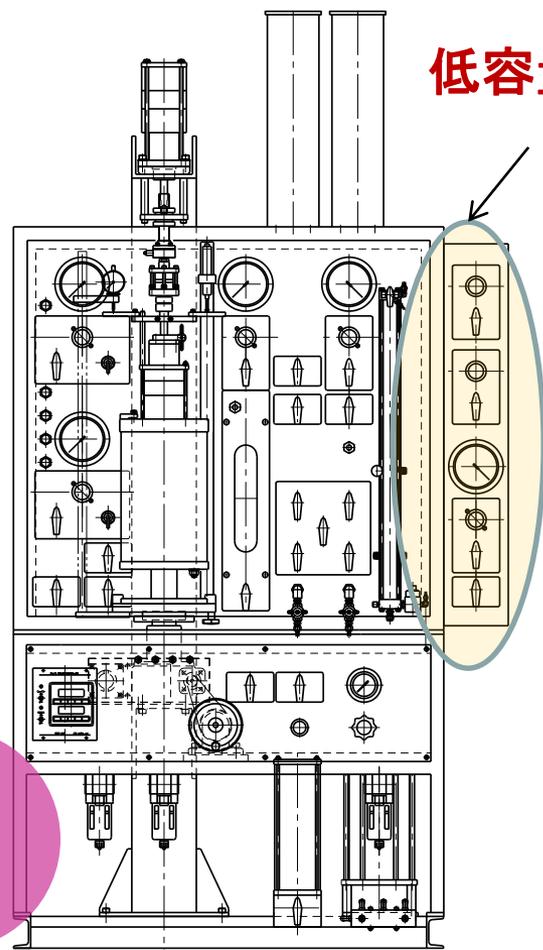
サクシオンに対するせん断強さの非線形性

(b) Non-linear strength envelope



不飽和三軸圧縮試験機(単調載荷試験)

非排気状態は三軸室の外側の弁を閉じているので、そこまでの配管内に残された空気の体積変化に起因する排気は生じている。



低容量調圧弁

微細多孔質膜の拡散スペクトルの検討 (西村・古関, 2008)



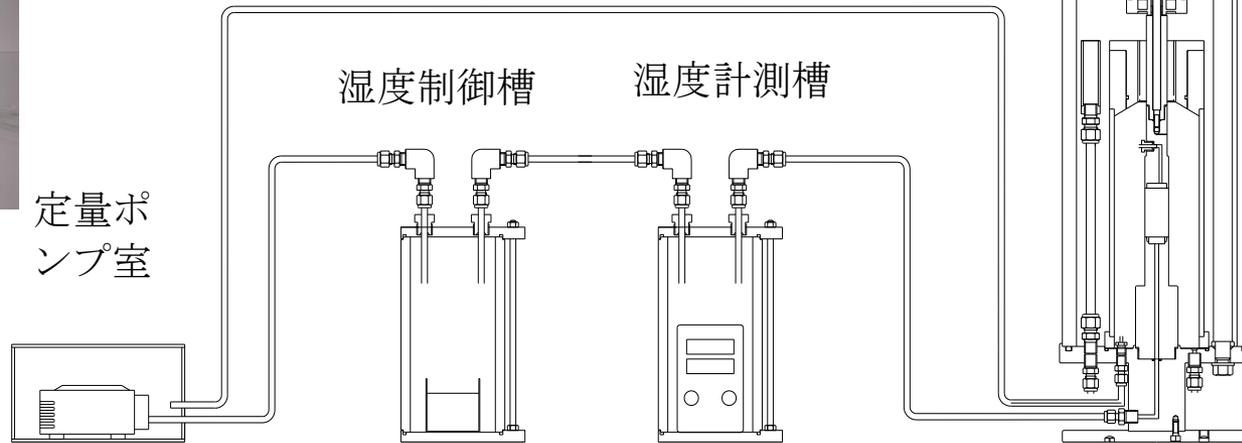
循環型湿度制御三軸圧縮試験機



湿度定点

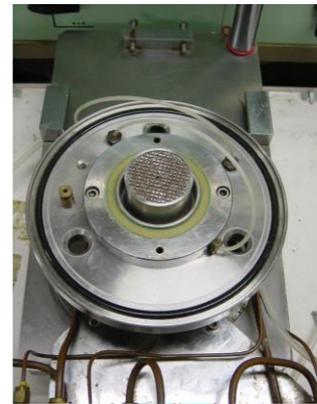


定量ポンプ室



定量ポンプは約25kPa程度の圧力

電子式湿度計



Tomoyoshi Nishimura, Sai K. Vanapalli, 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2005, Osaka Japan.



せん断強度 (一面せん断試験)



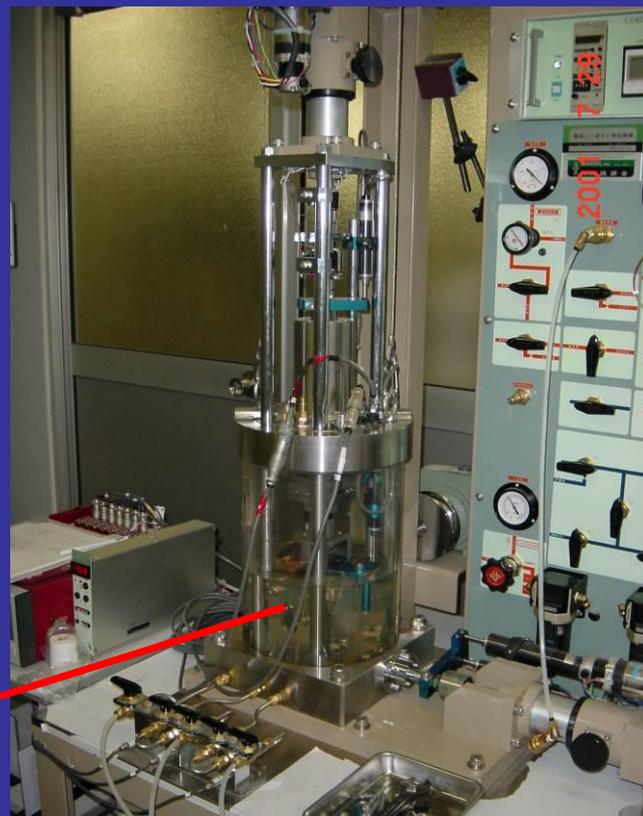
サクション制御可能一面せん断試験機

定圧型

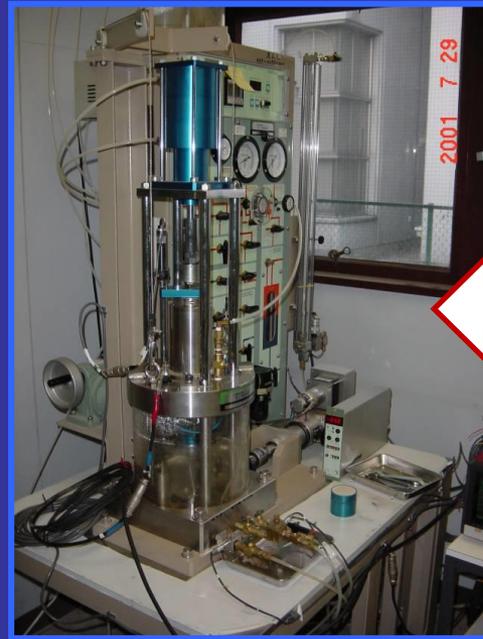
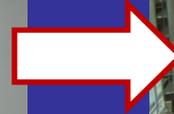
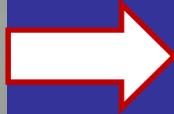
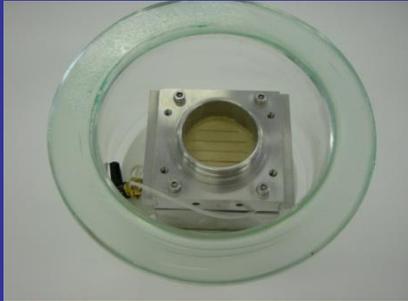


せん断箱

定体積型



Flow of this test program



Mould water content 20%
Void ratio 0.89
Degree of saturation 59.6%
Shear speed 0.25 mm per min
Vertical stress 3.5 kPa



改良した不飽和土用一面せん断箱 (底盤)

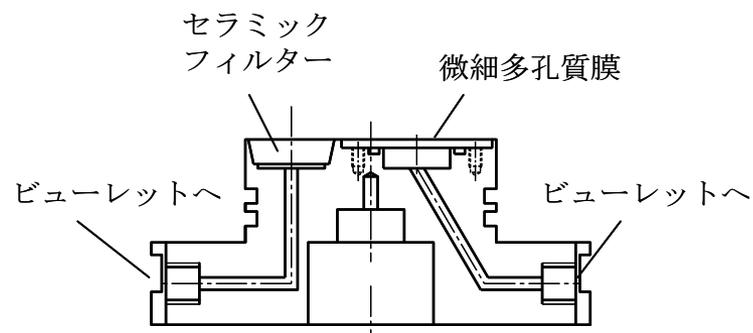
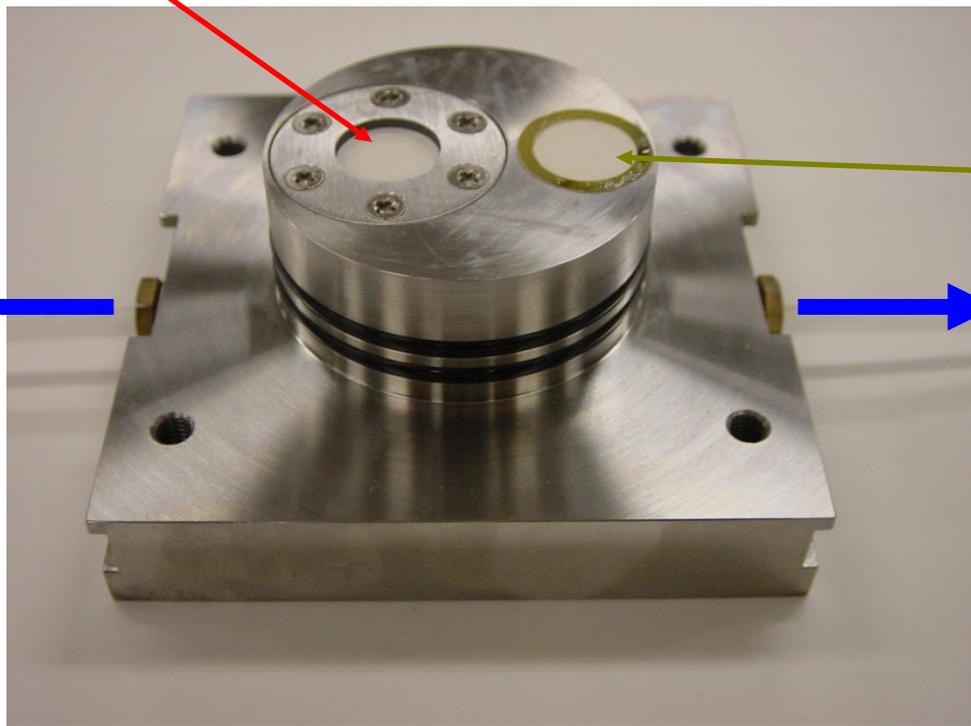


図-1 一面せん断試験用底盤

微細多孔質膜



ビューレットへ

セラミックフィルター

ビューレットへ



せん断強度 (高サクシヨン制御の例)



Background

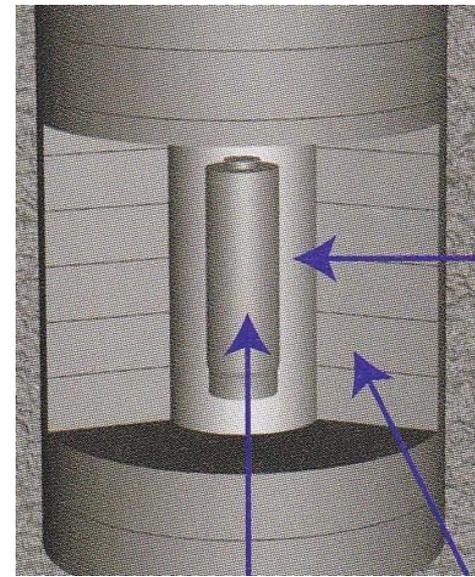
Vitrified high-level radioactive waste



Metal pack



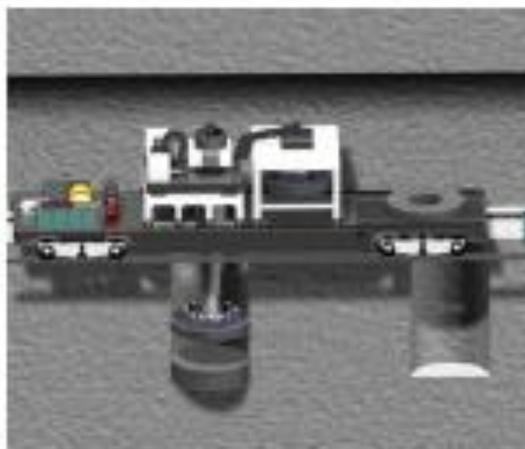
Metal pack surrounded using compacted bentonite and bedrock



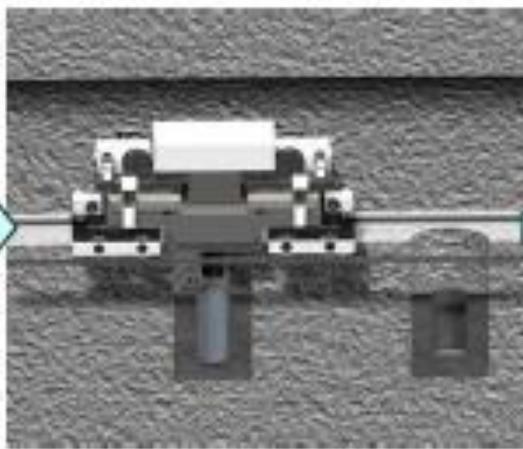
influence of



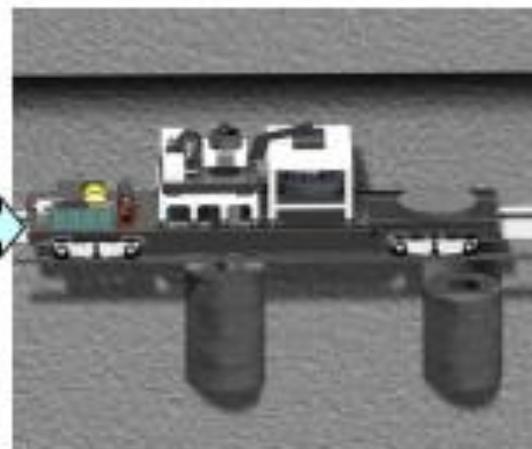
地層処分事業の安全確保 2010



(a) 底部緩衝材設置



(b) 廃棄体定置



(c) 上部緩衝材定置



高レベル放射性廃棄物地層処分

膨潤

力学

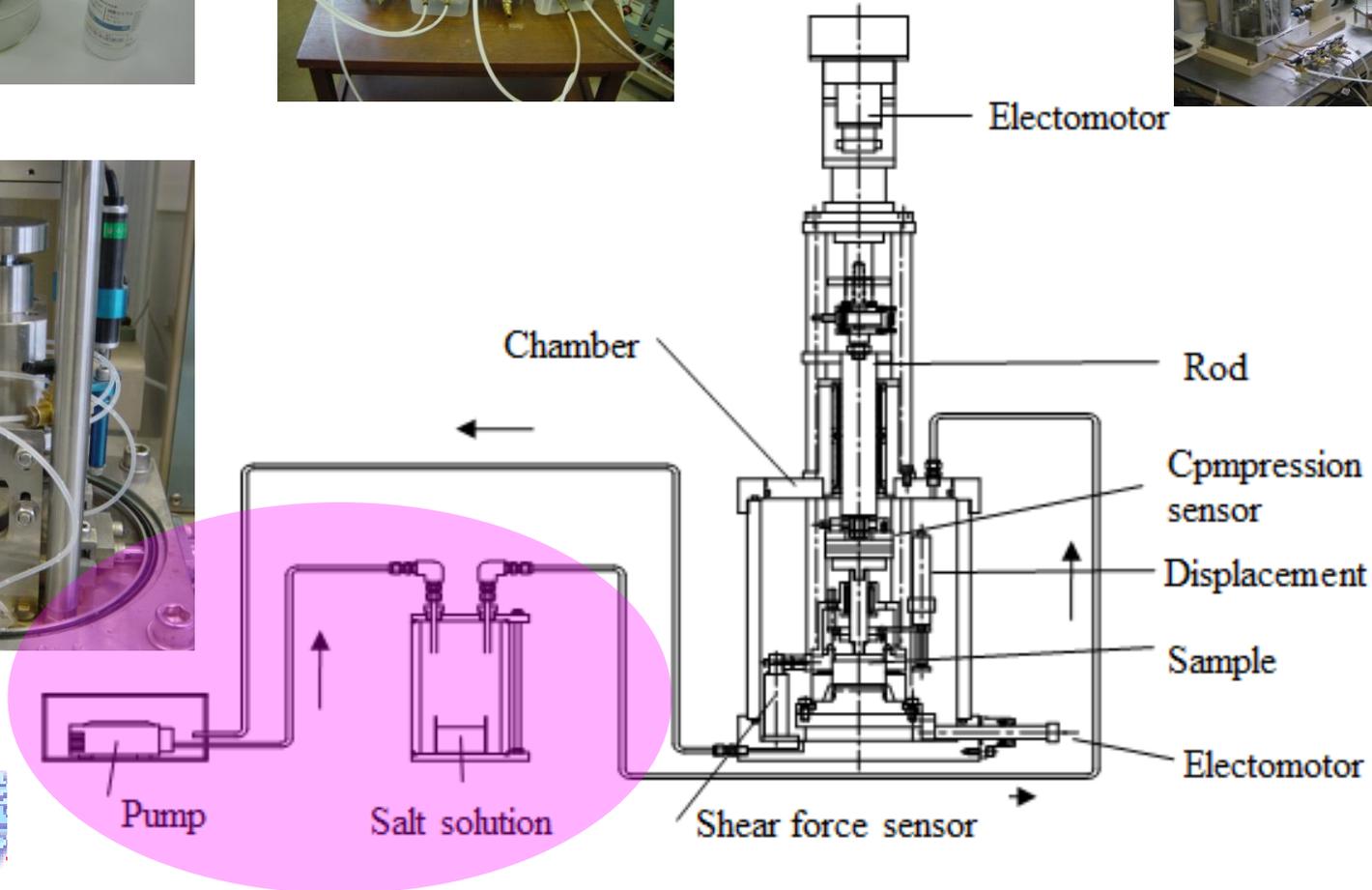
バリア
構造体

熱

化学

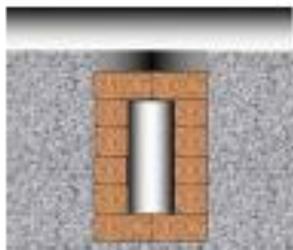
(独)日本原子力研究開発機構 幌延
深地層センター

Modified direct shear apparatus for unsaturated soil

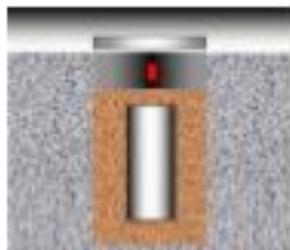




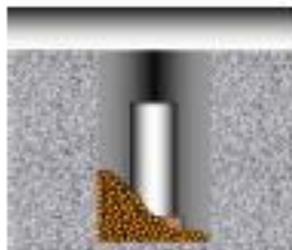
地層処分事業の安全確保 2010



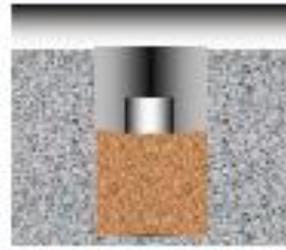
ブロック方式



締固め方式



ペレット充填方式

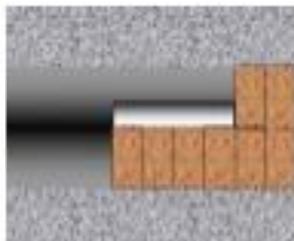


吹付方式

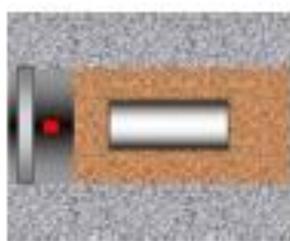


PEM方式

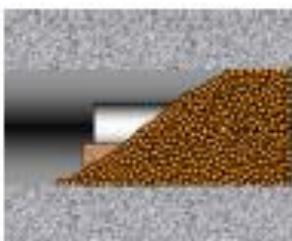
(a) 処分孔縦置き定置方式



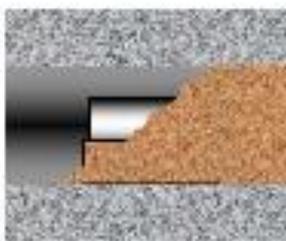
ブロック方式



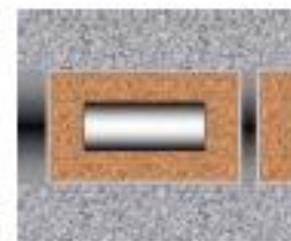
締固め方式



ペレット充填方式



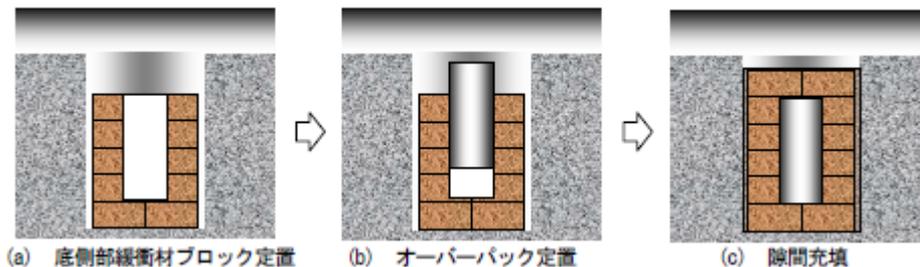
吹付方式



PEM方式

(b) 処分坑道横置き定置方式



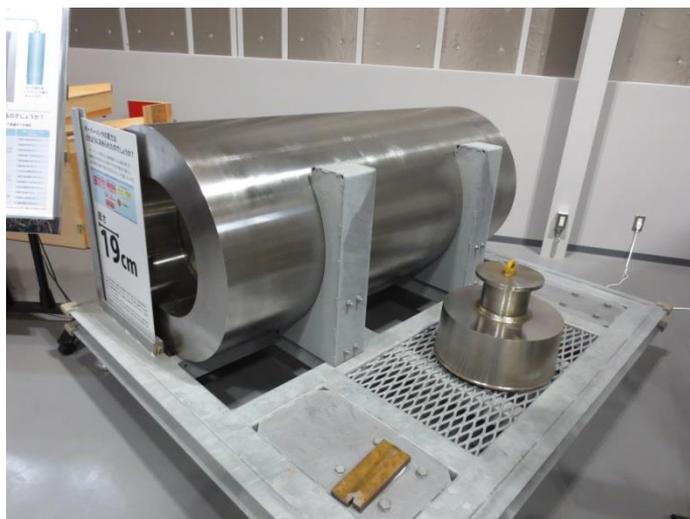
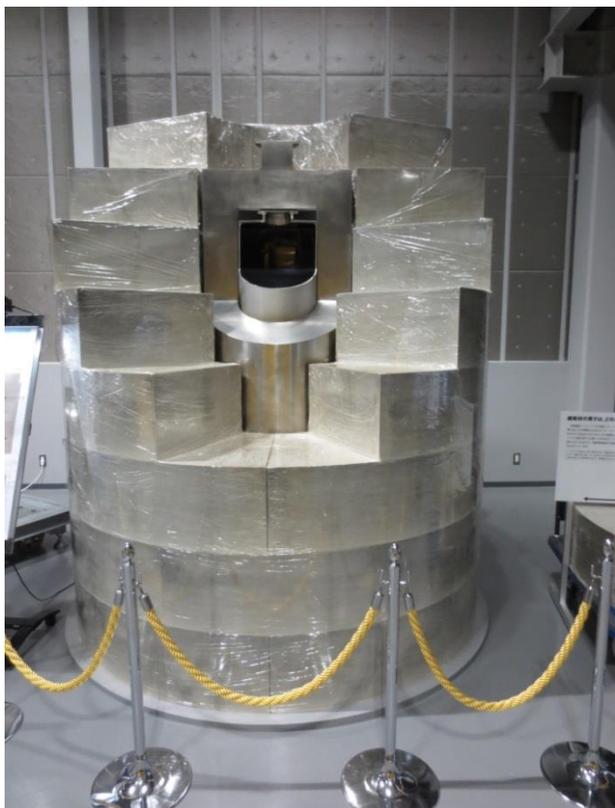


状態・条件		試験開始時	24時間後	48時間後
高温多湿環境下 間隙なし	ベントナイト: 50% ケイ砂: 50% 含水比: 7% 乾燥密度: 1.9Mg/m ³ 温度: 45℃ 湿度: 95%			
高温多湿環境下 7時間後より吸湿による剥離発生	ベントナイト: 70% ケイ砂: 30% 含水比: 4% 乾燥密度: 1.9Mg/m ³ 温度: 45 湿度: 95%			

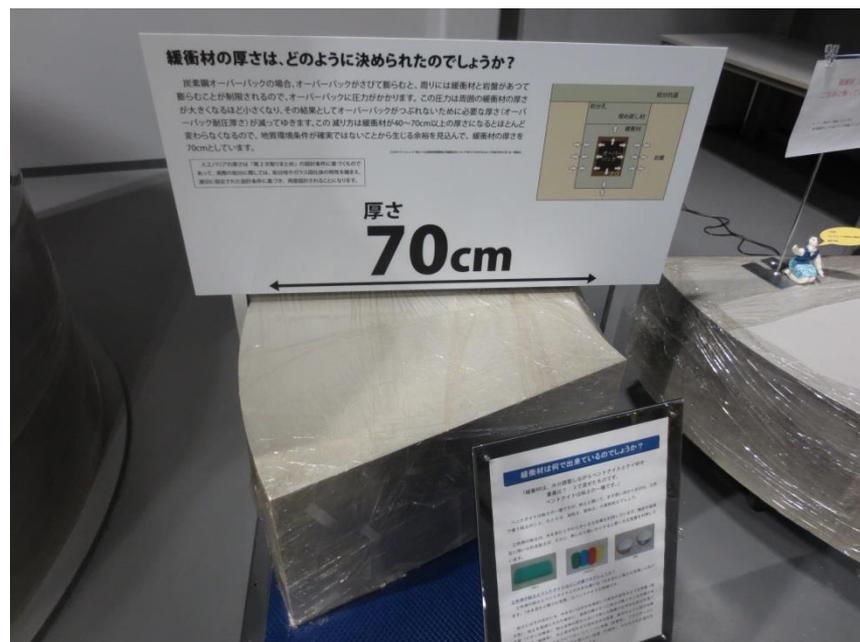
図 6.5.2-7 高温多湿環境下での緩衝材ブロックの挙動 (原環センター, 2005 を編集)







350kg



せん断強度 (動的特性)



- 不飽和地盤にはサクションが存在
- 降雨浸透による飽和度増加
- 地震荷重に対する安定性を評価

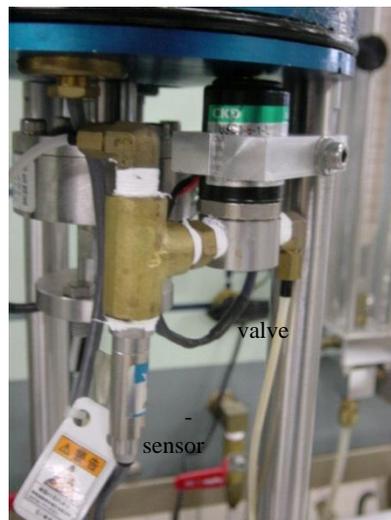
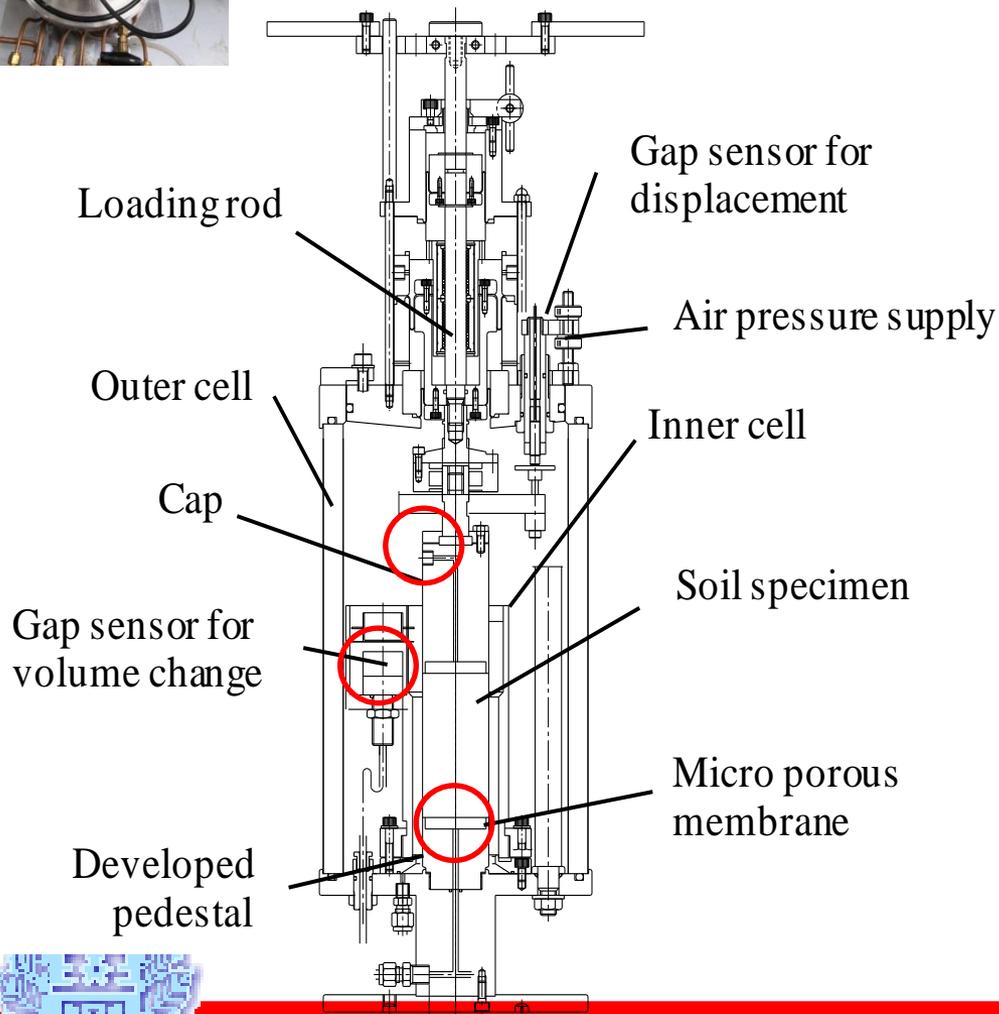
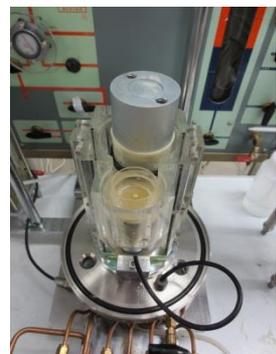




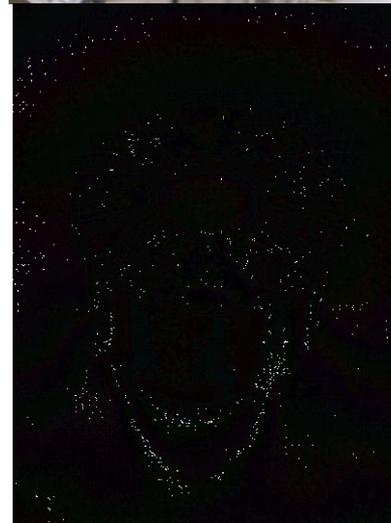
不飽和狀態

飽和狀態

不飽和繰返し三軸試験機



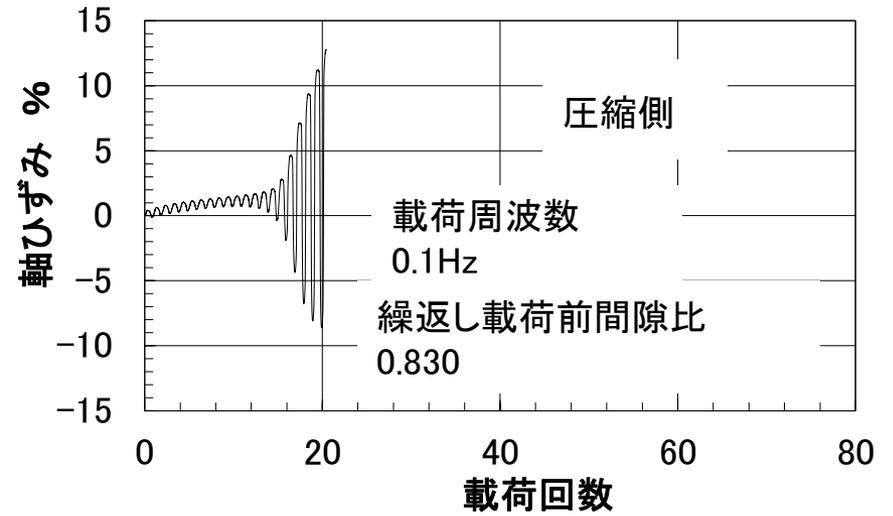
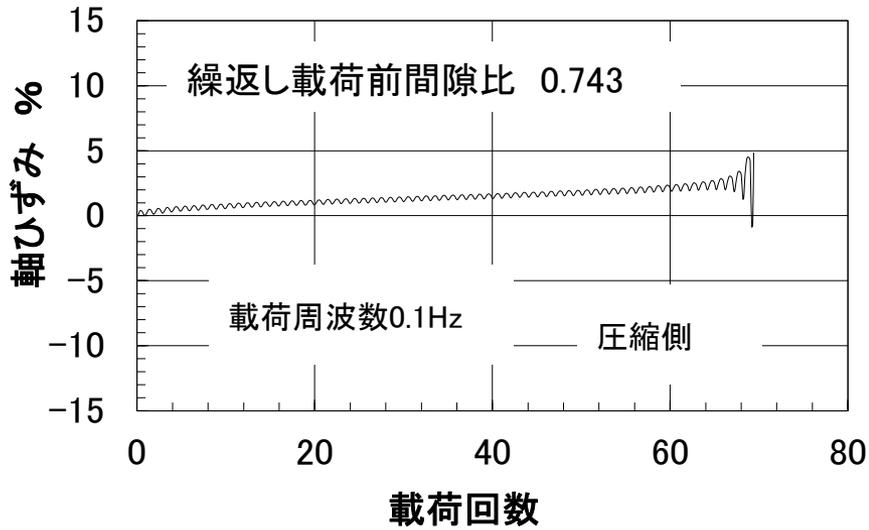
電磁弁と間隙空気圧計(容量200kPa)



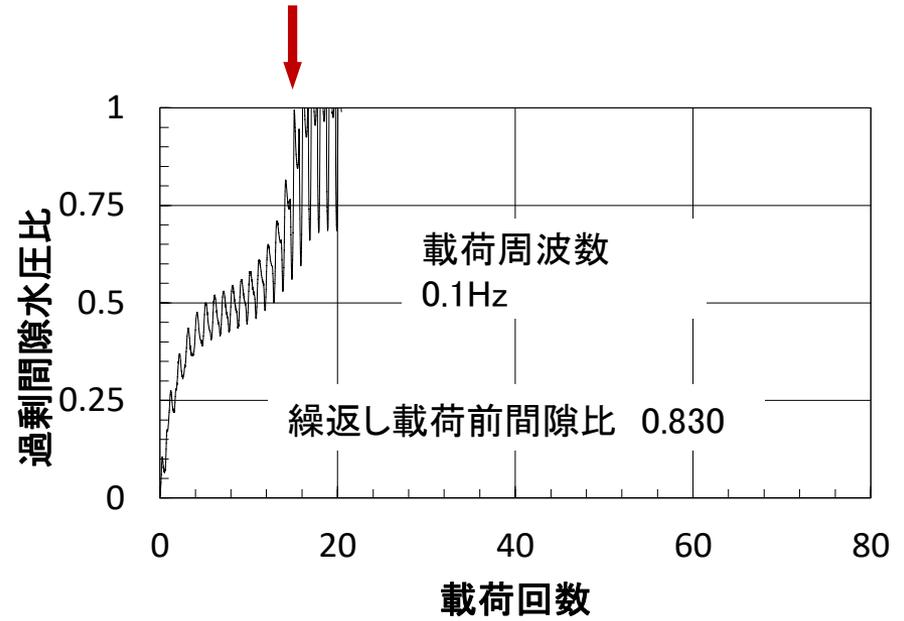
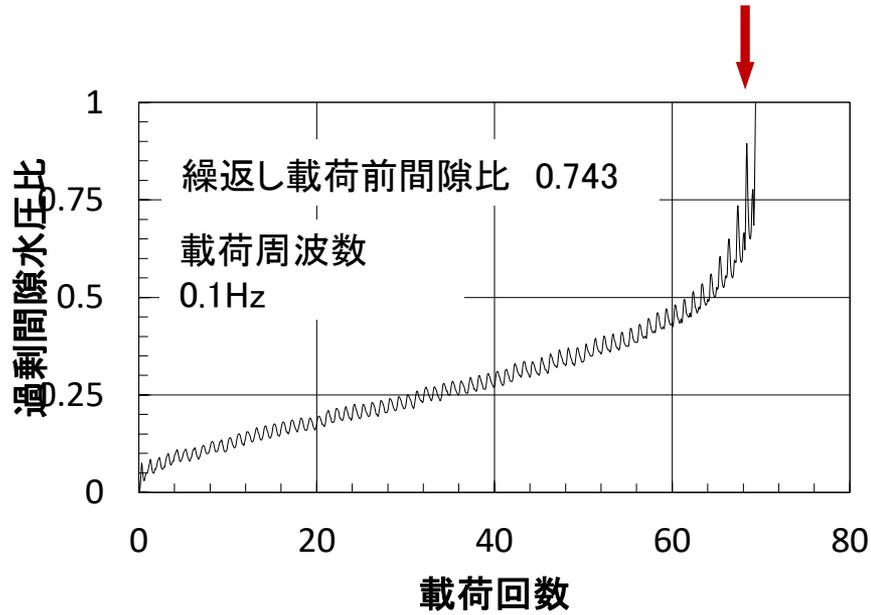
加圧膜法用
ペDESTAL



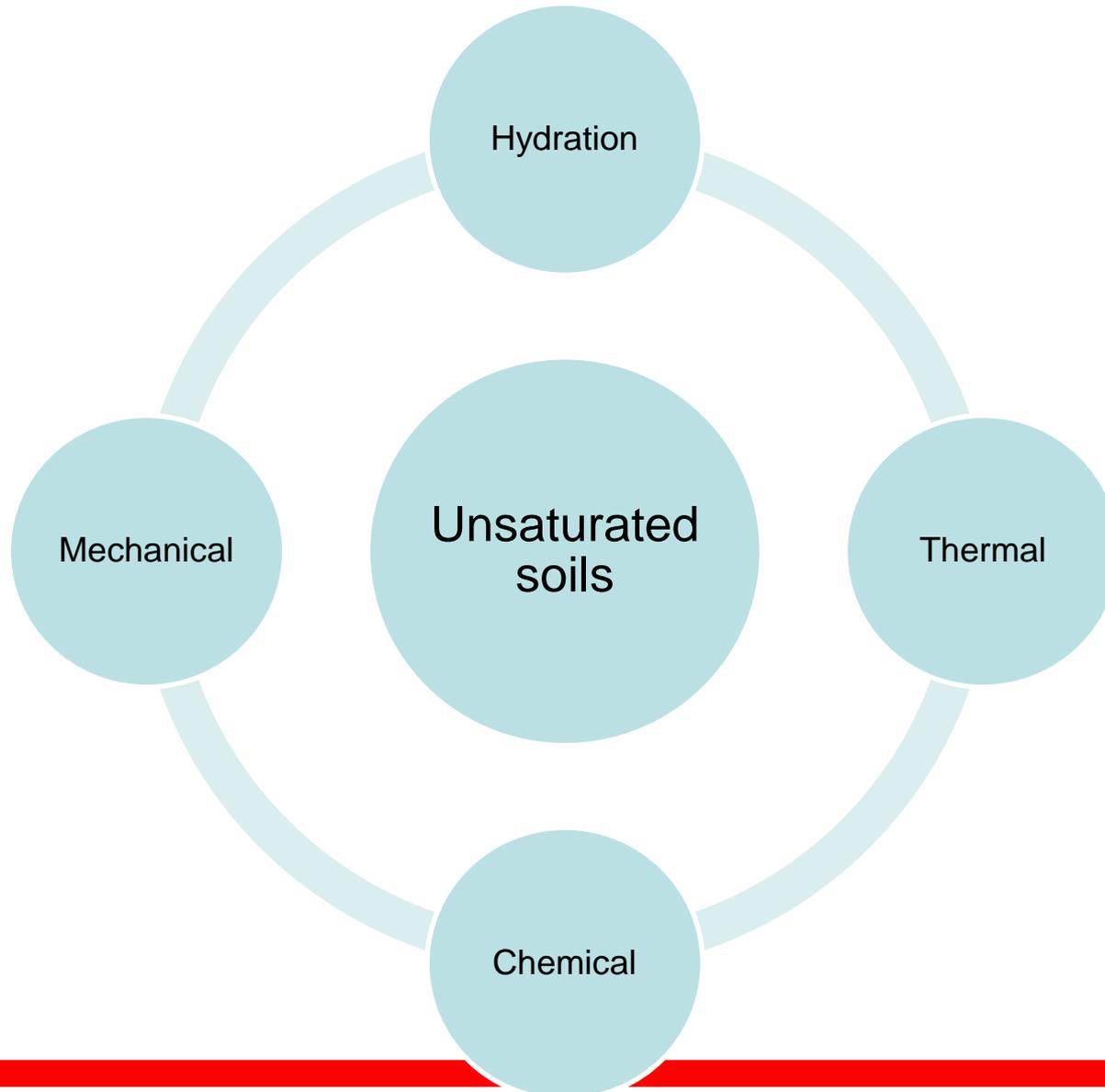
軸ひずみの変化



過剩間隙水压比



不飽和土土質力学における最近の研究動向





学位 工学博士(国立長岡技術科学大学大学院工
学研究科博士後期課程エネルギー環境工学専攻)

国際地盤工学会 Technical Committee 6 (不飽和
土に関する委員会)委員

社会基盤(土木・建築・防災) / 地盤工学 /

