

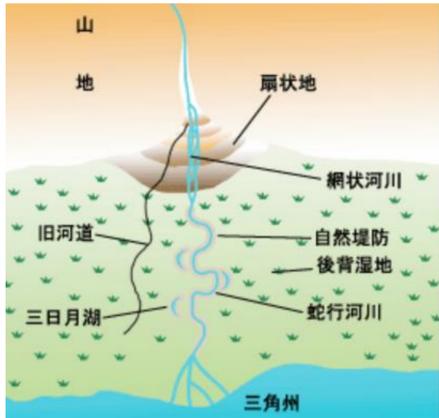


せん断時の供試体内部を可視化する！

京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 地盤力学講座

軟弱地盤とは？

軟弱地盤は河川の堆積作用等により形成され、扇状地や後背湿地、三角州などに広く分布！



国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所：扇状地はどうしてできたの？

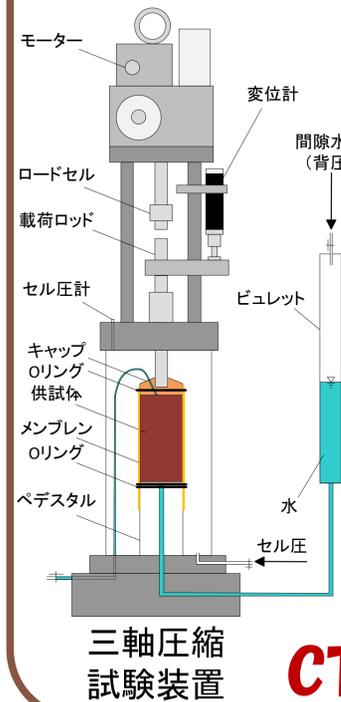
- 軟弱地盤の変形(ひずみ)の進展状況や破壊メカニズムが明らかになっていない
- Mohr-Coulombの破壊規準に達する前に、脆性破壊

相対密度や拘束圧に着目し、軟弱地盤における土の変形特性と破壊メカニズムを実験的に解明することを目指す

せん断時の供試体内部はどうなっている？

三軸圧縮装置 + X線マイクロCTを用いた実験

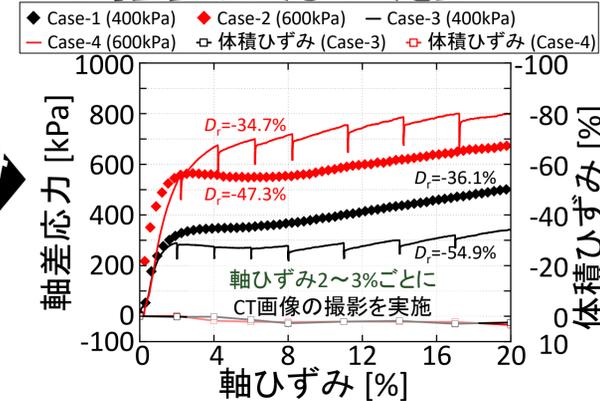
有効拘束圧・相対密度が大きいほど大きな軸差応力が発生



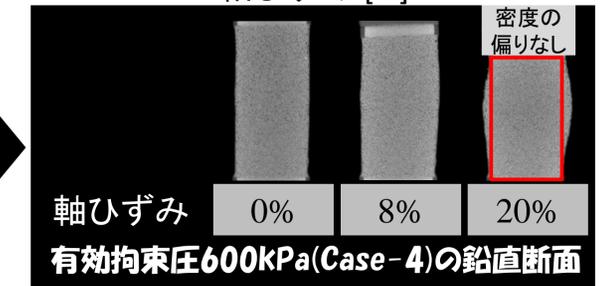
有効拘束圧 = セル圧 - 背圧

ケース (CT)	Case-1	Case-2	Case-3 (CT)	Case-4 (CT)
セル圧 σ_3 [kPa]	500	650	450	650
背圧 u [kPa]	100	50	50	50
有効拘束圧 σ'_3 [kPa]	400	600	400	600
供試体径 D [mm]	35			
供試体高さ H [mm]	70			
供試体作製時の相対密度 D_r [%]	-36.1	-47.3	-54.9	-34.7
ひずみ速度 [%/min]	1.0			

応力-ひずみ関係



CT画像

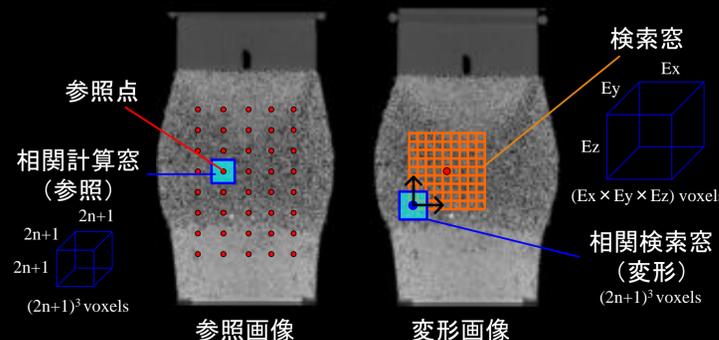


CT画像と軸差応力の情報を同時に取得！

取得したCT画像に対して画像解析手法(画像相関法)を適用！

画像相関法について

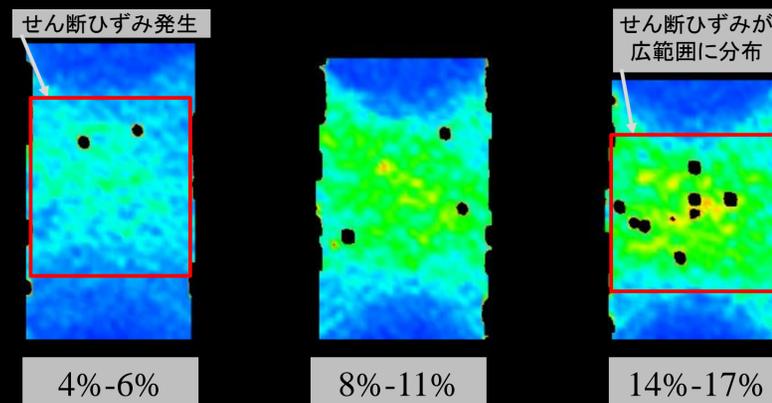
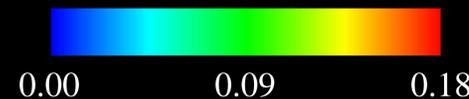
- 変形前: 参照点に複数voxelから成るサブセットを設置
- 変形後: 参照点中心に設けた検索窓内でサブセットを移動
- 変形前後でのサブセット (CT値配列)の移動を追跡
- 相関係数 R ($0 \leq R \leq 1$) が最大値を示す位置を変位後の点と同定
- これを基にせん断ひずみを算出



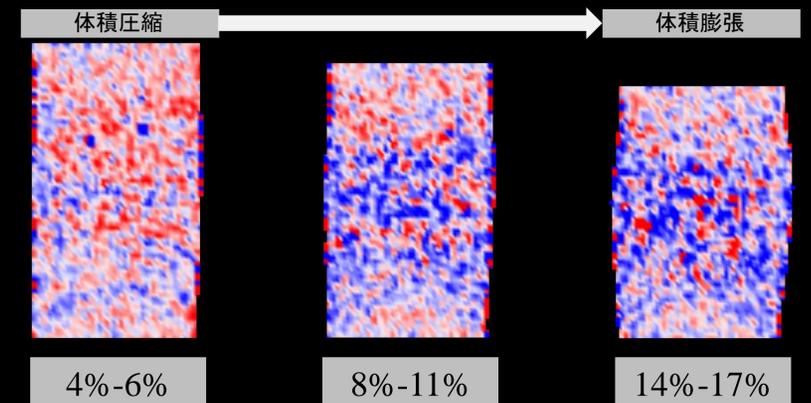
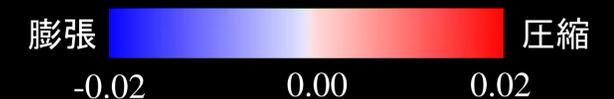
偏差ひずみテンソルの第2不変量=せん断ひずみ (8節点変位のアイソパラメトリック要素のBマトリクスより)

$$\gamma = \sqrt{e^2_{xx} + e^2_{yy} + e^2_{zz} + 2e^2_{xy} + 2e^2_{yz} + 2e^2_{zx}}$$

せん断ひずみ



体積ひずみ



有効拘束圧600kPa(Case-4)のせん断ひずみ, 体積ひずみ

供試体の広範囲にせん断ひずみが分布！