

クライストチャーチ地震による液状化噴砂試料を用いた 大ひずみ非排水繰返しせん断挙動に関する研究

宮本 裕俊、Gabriele Chiaro

Geo-disaster Mitigation Engineering

研究目的

2010年から2011年に発生したChristchurch地震（ニュージーランド）により、Christchurch市内では、広い範囲で激しい液状化が発生し、多くの一般住宅やライフラインに被害が生じた（図1）。また、側方流動による大きな地盤変位が確認された。本研究は、2011年2月Christchurch地震とその後の余震（2011年6月）で発生した液状化による噴砂試料（CHCH-sand）を用い、せん断ひずみ両振幅 $\gamma_{DA}=100\%$ まで載荷・計測可能な中型中空ねじりせん断試験機（図2）による非排水繰返しねじりせん断試験を実施した。CHCH-sandの液状化時における数%～大ひずみレベルの挙動について既往研究による豊浦砂での実験結果と比較を行った。

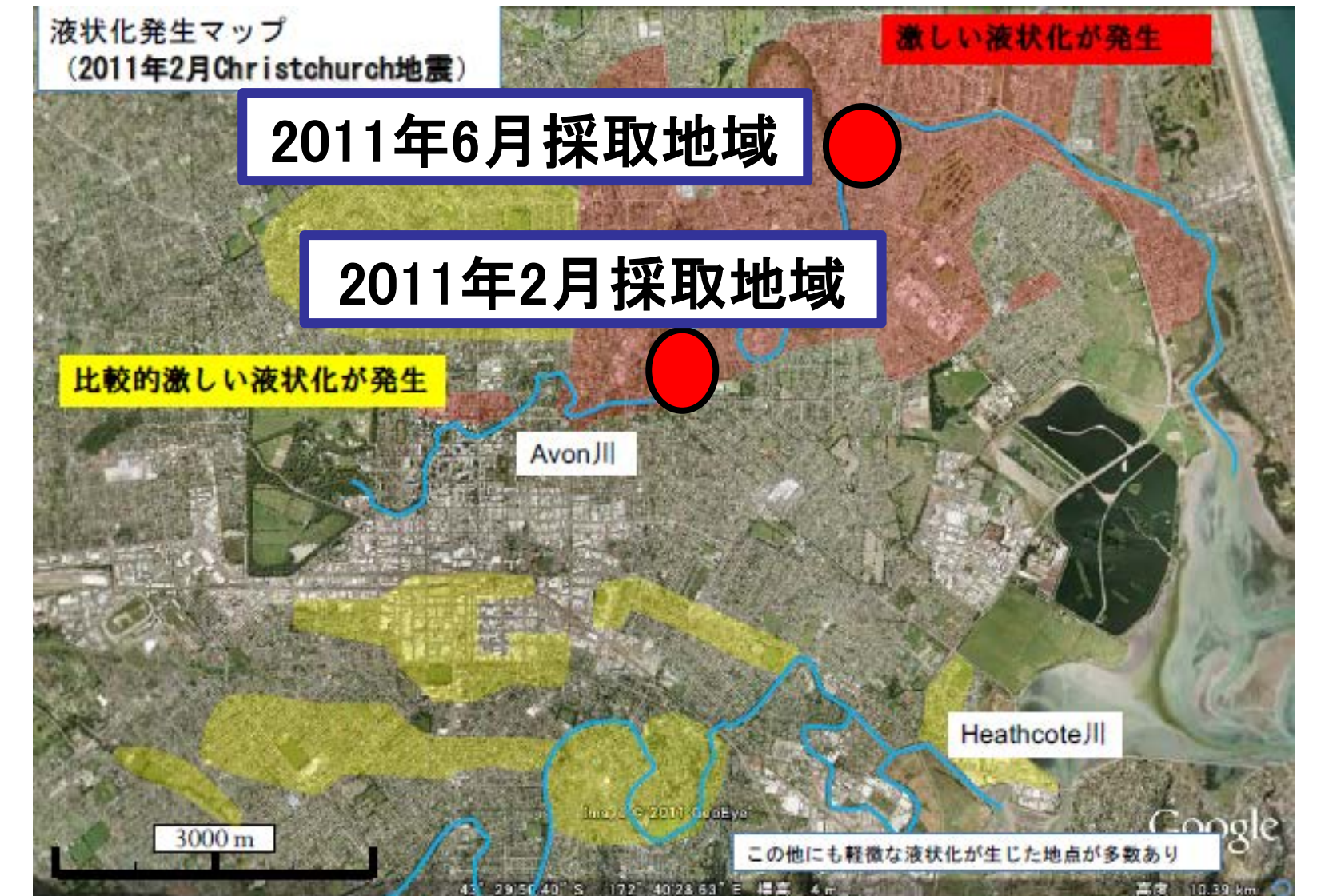


図1 Christchurch地震の液状化発生マップ及び本研究の噴砂試料採取位置

大ひずみ液状化試験結果

- CHCH-sand は、土粒子密度 $G_s=2.654$ 、最大間隙比 $e_{max}=1.081$ 、最小間隙比 $e_{min}=0.654$ 、平均粒径 $D_{50}=0.16\text{mm}$ 、細粒分含有率 $F_c=5\%$ である。豊浦砂は、 $G_s=2.656$ 、 $e_{max}=0.992$ 、 $e_{min}=0.632$ 、 $D_{50}=0.18\text{mm}$ 、 $F_c=0\%$ である。両者の物理特性は似通っている。
- 図4にCHCH-sandと豊浦砂の液状化強度曲線、図5にせん断ひずみ両振幅 $\gamma_{DA}=7.5\%$ 、 15% 、 30% 、 60% で定義した液状化強度 R_{L20} の変化を示す。 $\gamma_{DA}=7.5\%$ で定義した場合、CHCH-sandの R_{L20} は0.16であり、同程度の相対密度を有する豊浦砂とほぼ同じ結果になった。それに対し、大変形時では、CHCH-sandは豊浦砂に比べ、液状化に対する抵抗が強くなっていることがわかる。図6のCHCH-sandと豊浦砂の凸凹係数($F_u=4\pi A/l^2$)より、CHCH-sandは豊浦砂に比べ、やや角ばった粒子形状を有していた。この形状特性により、数十%程度のせん断ひずみレベルでは、両試料の液状化変形特性に差が生じたものと考えられる。

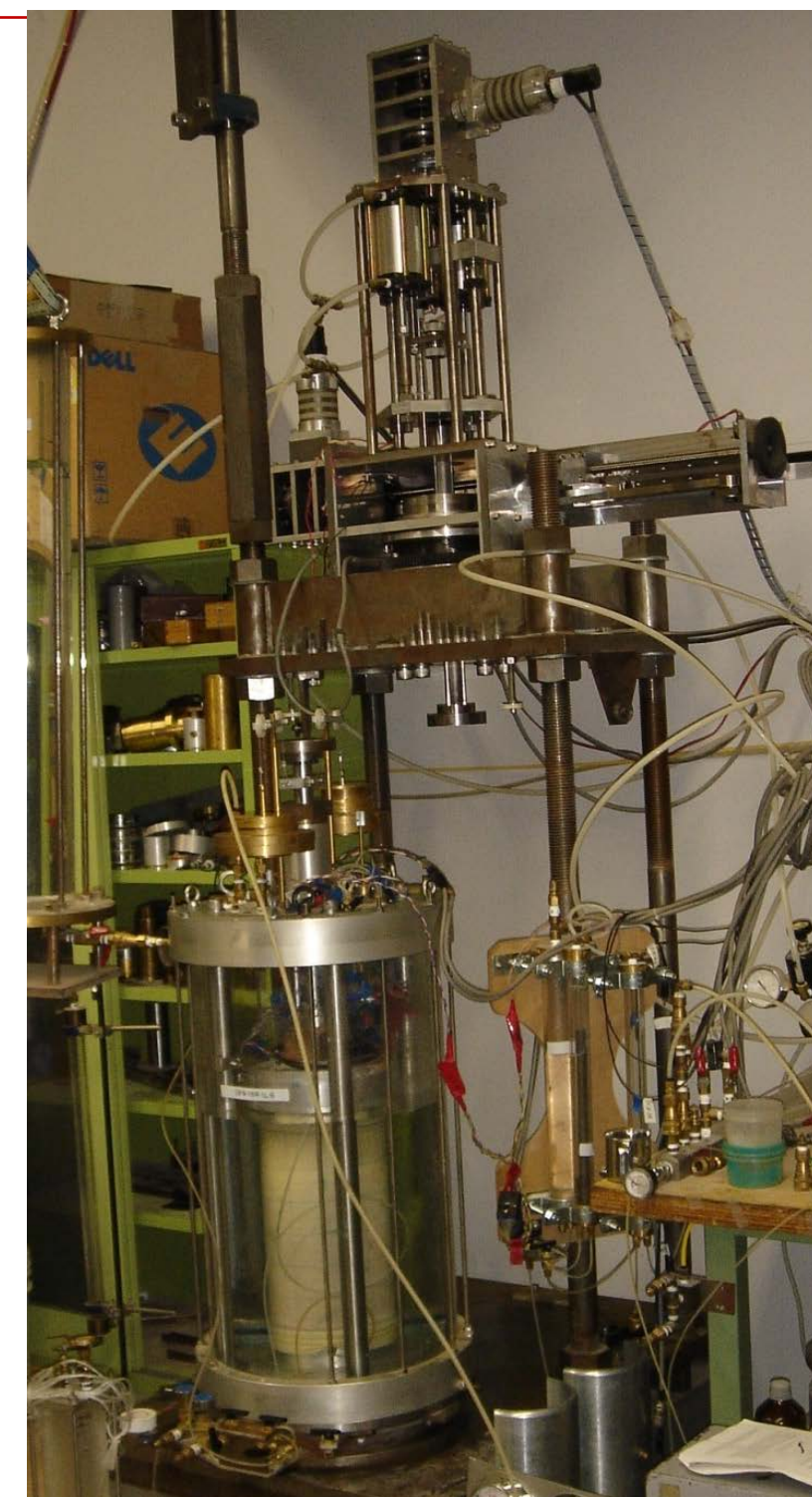


図2 中空中型せん断ねじり試験機

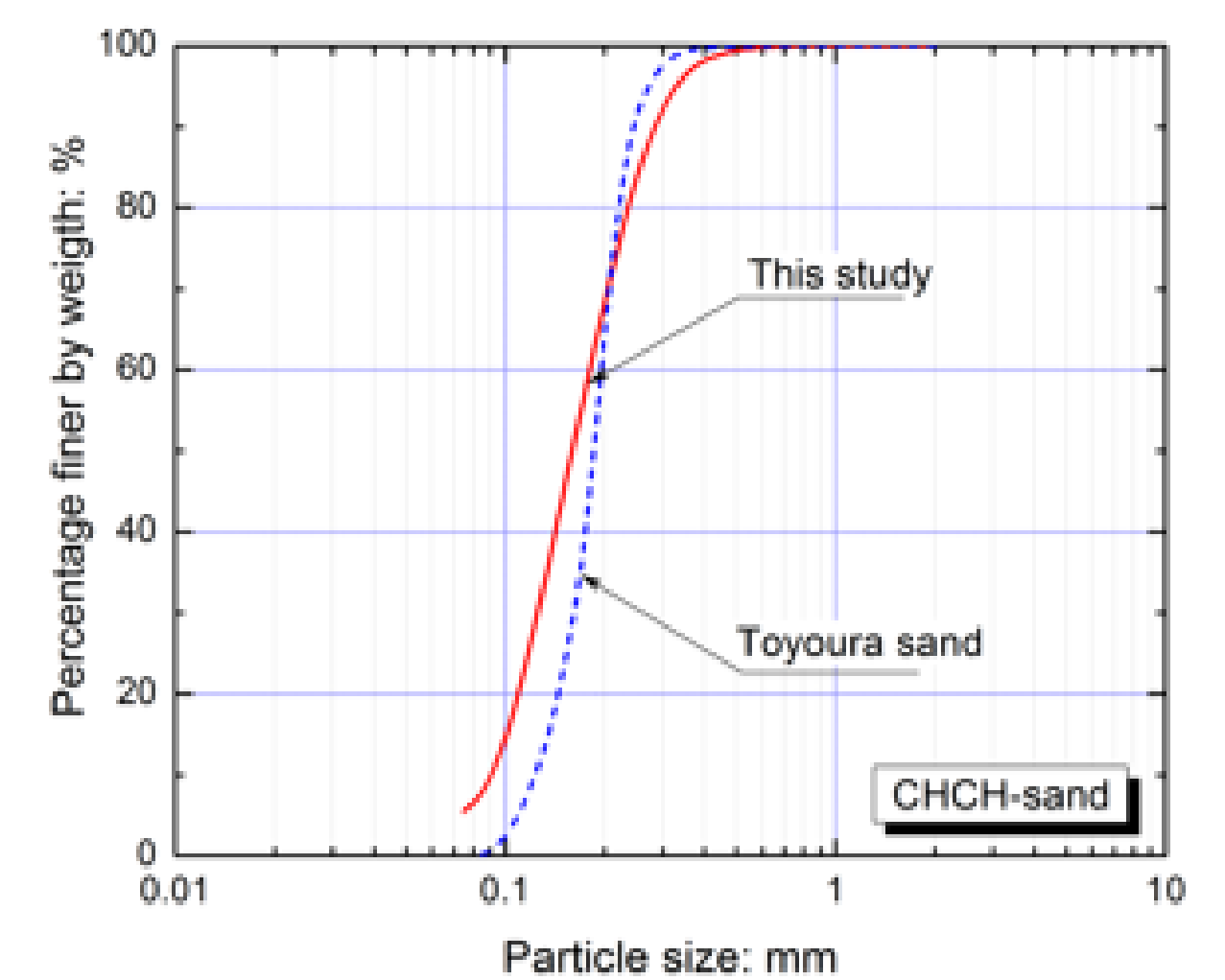


図3 粒径加積曲線

表1 CHCH-sandの液状化試験結果

Test	Dr (%)	τ_{cyc} (kPa)	CSR	$N_{\gamma_{DA}=7.5}$	$N_{\gamma_{DA}=15}$	$N_{\gamma_{DA}=30}$	$N_{\gamma_{DA}=60}$	γ_L (SA) (%)
No.1	49.0	12	0.12	119	121	124	137	18.2
No.2	48.5	18	0.18	12	13	17	35	16.2
No.3	48.9	24	0.24	2.5	4	6	14	17.8
No.4	48.6	30	0.30	0.6	2	3	6	15.9

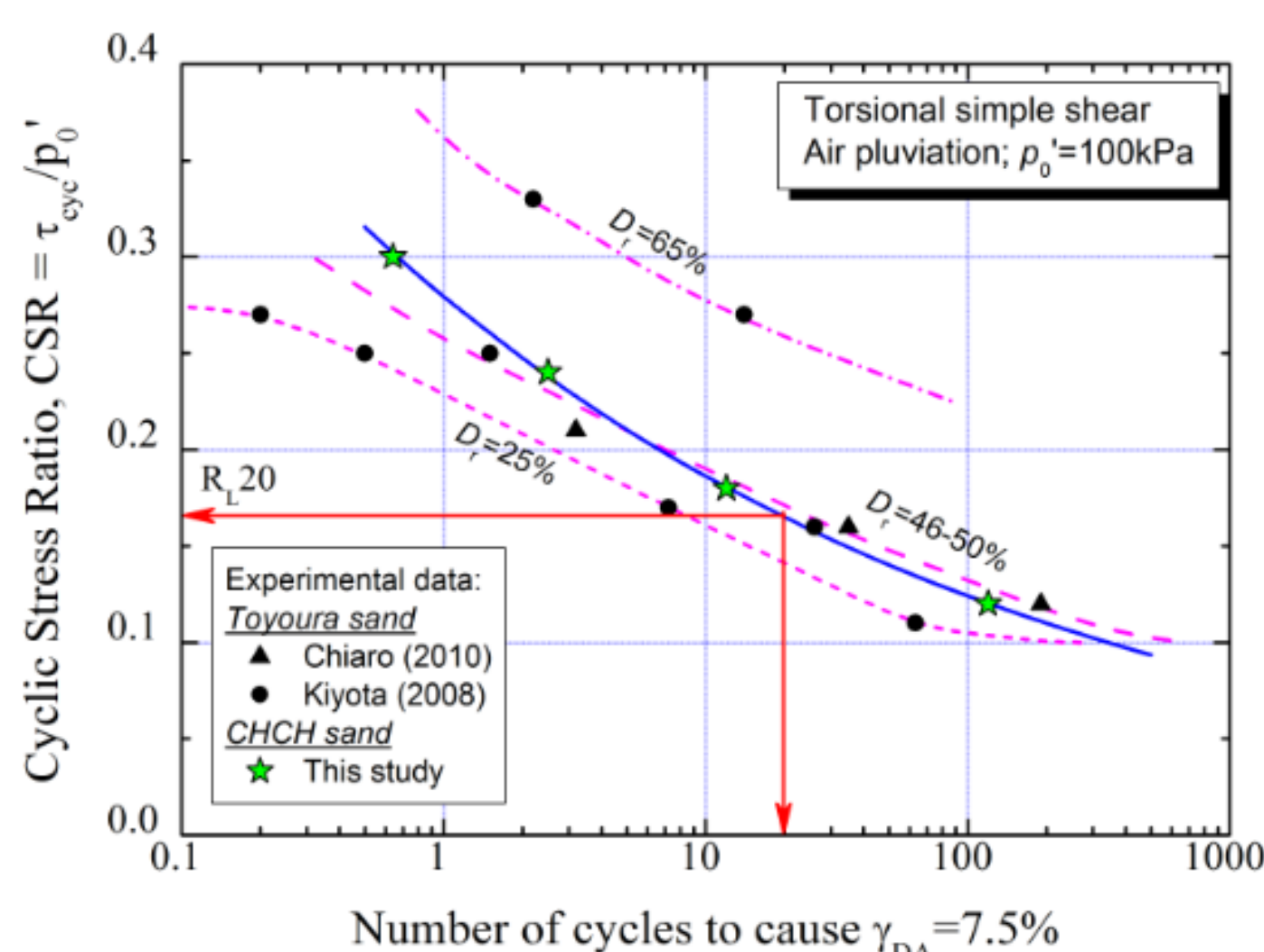


図4 せん断ひずみ両振幅7.5%時の液状化強度曲線

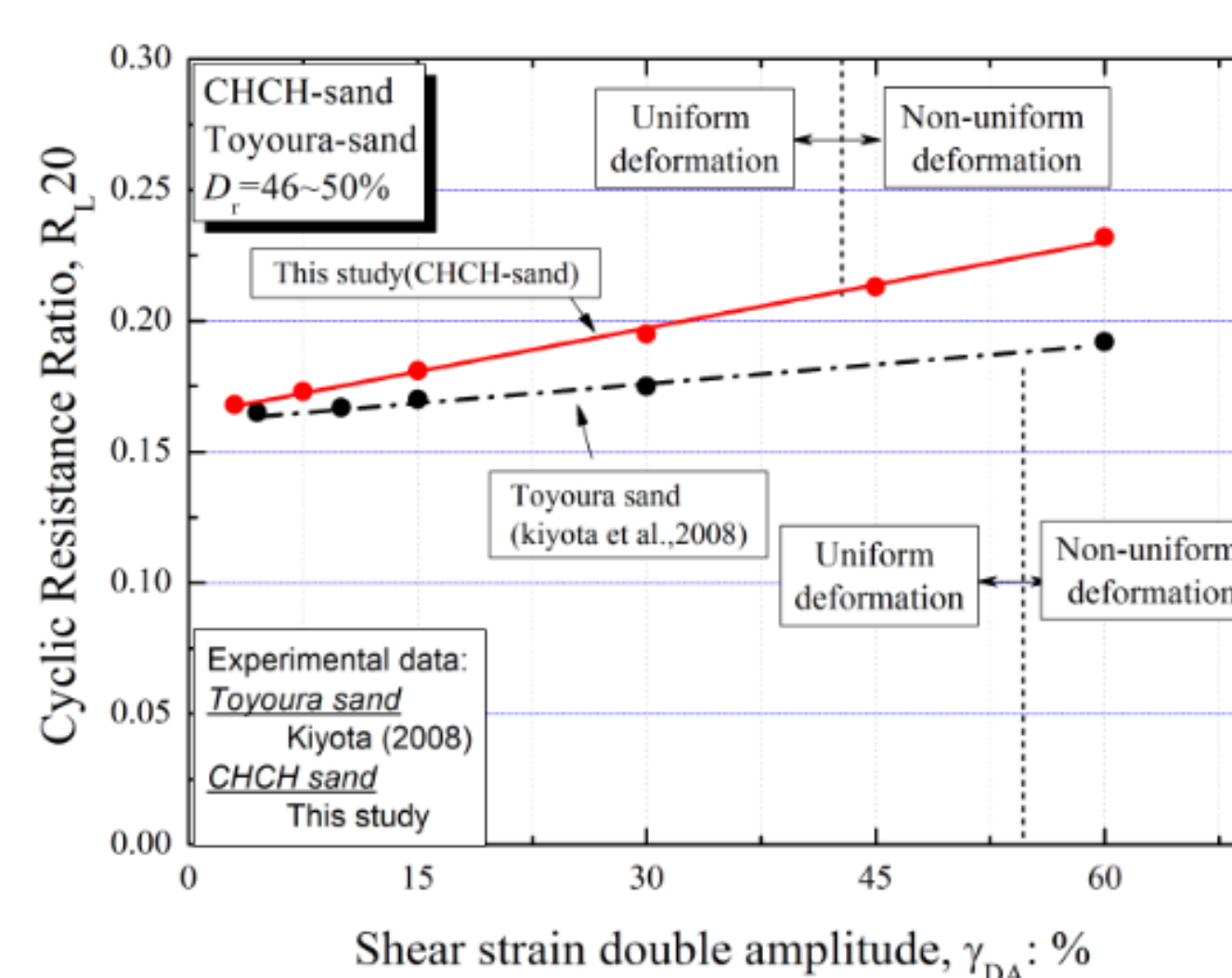


図5 せん断ひずみ両振幅7.5%、15%、30%及び60%の液状化強度の変化

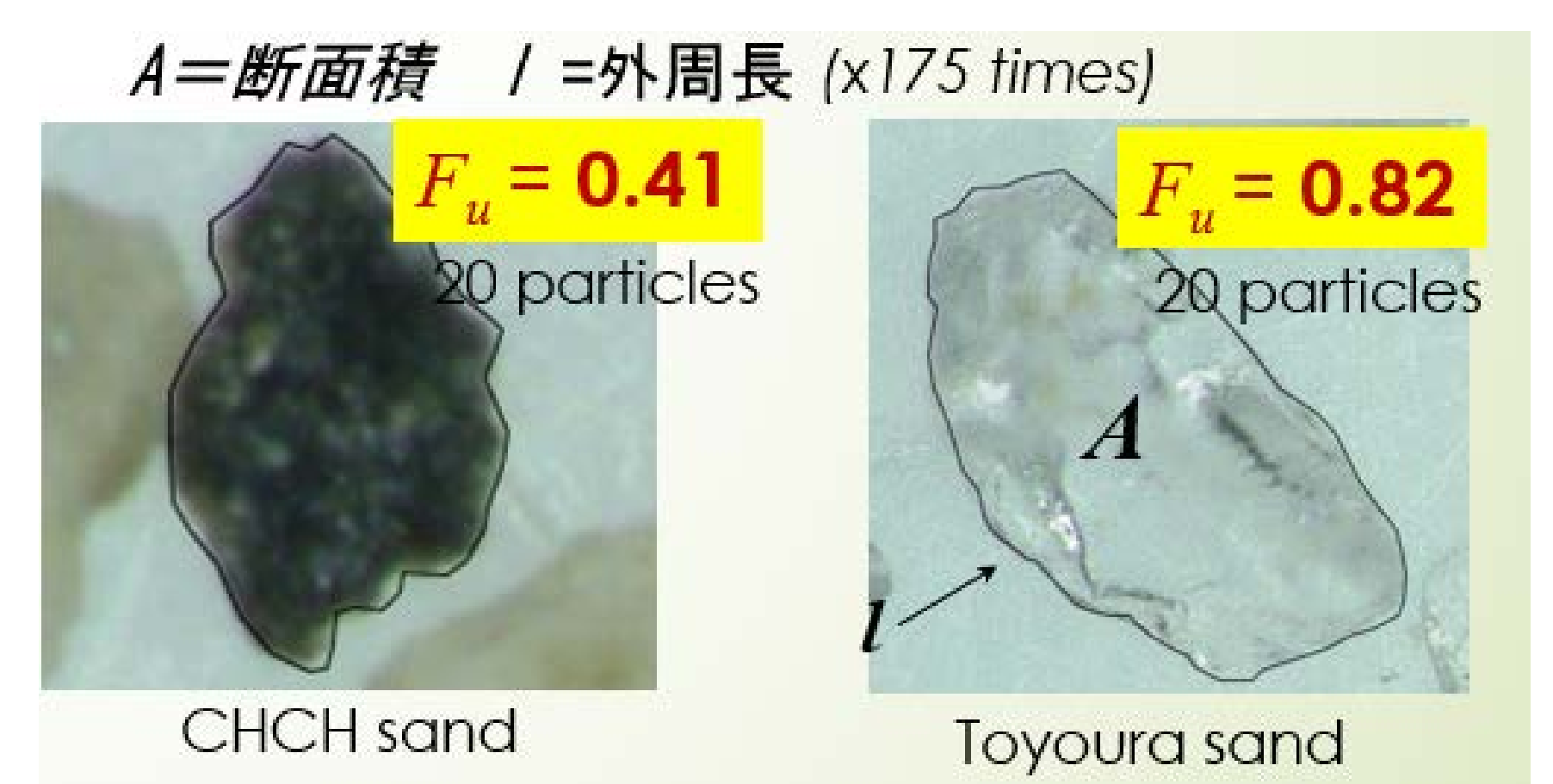


図6 CHCH-sandと豊浦砂の凸凹係数