

土石流の発生に対する高濃度流の影響

京都大学防災研究所 正員 高橋 保  
 関西電力 正員 ○寺田昌史  
 京都大学 大学院 学生員 浜田士郎

まえがき

本報告は高濃度流による土石流の発生と流動に対する影響を調べるために、パールフレイ(シルト分,  $d_{65} = 0.1\text{mm}$ )を混入した高濃度液を移動床の上に、上流端より急激に与えることにより実験を行ない、その結果をもとに考察を行なったものである。

1. 実験条件と方法

供給水濃度は重量濃度( $C_w$ )で、0, 33, 44%の3種類で、その比重はそれぞれ、1.27, 1.38である。一方水路勾配( $\theta$ )は、 $7 \sim 20^\circ$ の間、6種類で、濃度と勾配を変化させて実験を行なった。河床材料は $d_{65} = 0.6\text{mm}$ の比較的均一な粒径を持つ砂で、これを13cmの厚さに敷いておいた。また供給水流量は毎秒3リ前後である。本実験は供給水濃度に着目しており、その濃度が実験中変化しないようにするため、河床砂内に水分を含ませずまた微細粒子も混入させなかった。

2. 土石流の発生

土石流の発生を堆積土砂の安定限界、ここでは特に堆積層内に安定な面が存在し、それより上部が流動する場合について考える[図1( $C_x$ :堆積層濃度,  $C_d$ :流砂平均濃度)]。ここでは発生した表面流により初期河床面以下 $\delta$ の深さの層が流動を始め、この部分の土砂が流動層厚 $h$ に均等に分布するものとして( $C_d h$

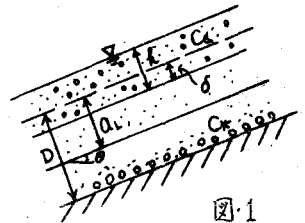


図1

$= C_x \delta$ ), 初期河床面より $Q_L$ の深さにおける釣合を考えると、( $\rho$ :粒子密度,  $\rho'$ :媒質密度)

$$\text{せん断力 } \tau = \rho \sin \theta \{ [C_d h + C_x(Q_L - \delta)](\rho - \rho') + (Q_L + h - \delta) \rho \} \quad (1)$$

$$\text{せん断抵抗力 } \tau_c = \rho \cos \theta \{ [C_d h + C_x(Q_L - \delta)](\rho - \rho') \} \tan \phi \quad (2)$$

である。また堆積層内に安定な面が存在する条件は  $d^2 \rho' / (Q_L - \delta) < d^2 \rho / (Q_L - \delta)$  であるから

$$\text{深さ } Q_L \text{ は } Q_L = (h - \delta) \rho \tan \theta / \{ C_x(\rho - \rho')(\tan \phi - \tan \theta) - \rho \tan \theta \} \quad (3)$$

となり、さらに  $Q_L / d \geq 1$  ( $d$ :河床砂代表粒径)より集合流動の条件を求めると、結局

$$\tan \theta \geq \frac{C_x(\rho - \rho')}{C_x(\rho - \rho') + 1 + (h - \delta)/d} \tan \phi \quad (4)$$

となる。 $Q_L / d = 1$ の場合、 $\tan \theta$ は水成勾配を与える。

3. 土石流の流動

土石流のように少量の礫を混じりながら、粒子同士の衝突、接触が重要な影響を与えており、これはダイラタント流体として扱うことができる。そこで Dementjev<sup>1)</sup>が求めたダイラタント流体の流動式を使、て開水路乱流の流速分布式を求めると

$$U = \frac{(C_x - C_d)^{0.725}}{0.484 d} \left( 1 + \frac{1 - C_d}{C_d} \frac{\rho}{\sigma} \right)^{0.5} (\rho \sin \theta)^{0.5} \left\{ R^{\frac{3}{2}} - (R - \delta)^{\frac{3}{2}} \right\} \quad (5)$$

となる。(U:河床面よりyの高さにおける流速) これより

$$\left(\frac{U}{U_*}\right) / \left(\frac{\rho^2}{g d^3}\right)^{0.2} = \frac{1.137 (C_x - C_d)^{0.435}}{(1 - C_d)^{0.4} \cdot \sin^2 \theta} \left(1 + \frac{1 - C_d}{C_d} \cdot \frac{\rho}{\sigma}\right)^{0.3} \quad (6)$$

$$\left(\frac{R}{d}\right) / \left(\frac{\rho^2}{g d^3}\right)^{0.2} = 0.918 / \left[ (C_x - C_d)^{0.29} \left(1 + \frac{1 - C_d}{C_d} \cdot \frac{\rho}{\sigma}\right)^{0.2} (1 - C_d)^{0.4} \sin^2 \theta \right] \quad (7)$$

を得る。また通水開始時の水深を  $h_0$  とすると、このときの安定面までの深さ  $a_0$  は(3)式において  $(h - d = h_0)$  とすればよく、これと土砂の連続の仮定より、土石流先端部濃度  $C_d$  は

$$C_d = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{\sigma}{\rho} - 1\right) (\tan \phi - \tan \theta)} \quad (8)$$

となり、濃度は粒子の比重、内部摩擦角、水路勾配のみによって決定されることになる。よって(6)(7)(8)式により、流れの特性が判明する。また以上の議論が成立するのは  $a \leq D$  ( $D$ : 堆積層厚) のときであるから、この条件より

$$D/d \geq (C_0/C_x) \cdot (R/d) \quad (9)$$

が得られるが、これは堆積層内に安定面が存在して流動するような土石流の発生条件を表わしている。図2、図3、図4は(8)(6)(7)式による実験値との比較である。よく一致しているが、これは実験時河床を飽和にしなかったため浸透流が大きくなり、その結果高さは高く、流速は遅くなったものと考ええる。図5は(4)(9)式による土石流発生領域の区分であり、これには前報<sup>2)</sup>のデータが含まれている。図中(1)は稀流領域、(2)は堆積層全体が流動する領域、(3)は表面流が発生しない領域で、以上は前報の条件の場合である ( $\tan \phi = 0.8$ ,  $\sigma = 2.65$ ,  $C_x = 0.756$ ,  $R/d = 1.5$ )。よってこれらの領域に囲まれた部分が、堆積層の一部が流動する場合の土石流発生領域を示す。また(1)は本実験条件 ( $\tan \phi = 1.0$ ,  $C_x = 0.627$ ,  $\sigma = 1.92$ ,  $R/d = 1.5$ ) 下の稀流領域であり、高濃度流の場合、水勾配が減少し土石流が発生しやすくなることかわかる。

あとがき

以上が今回の研究報告であるが、今後さらに浸透流から表面流が発生するような場合や、堆積層の全体が流動するような場合についても研究を進めるつもりである。

- 1) Demantsev: Internal Friction & Lateral Particle Interaction in High-Density Slurry Flows, Fluid Mechanics - Soviet Research vol. 4 No. 1 (1975)
- 2) 芦田, 高橋, 前波, 寺田: 土石流の運動機構に関する研究

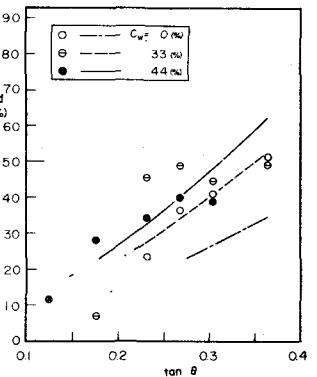


図2

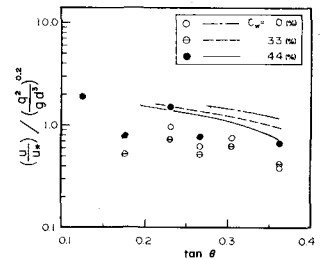


図3

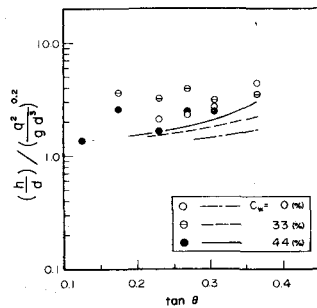
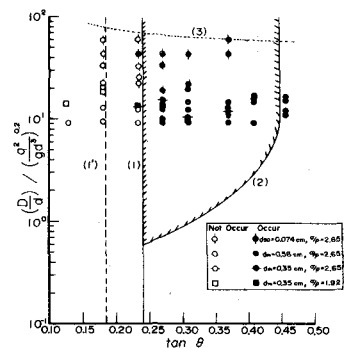


図4



(1) The boundary to divide the region of individual particle transport from the region of mass movement ( $\tan \phi = 0.8$ ,  $\sigma = 2.65$ ,  $R/d = 1.5$ ,  $C_x = 0.756$ ,  $U_p = 0.05$ ,  $U_b = 0.05$ ,  $U_s = 0.05$ ,  $U_{s0} = 0.05$ ,  $U_{s1} = 0.05$ ,  $U_{s2} = 0.05$ ,  $U_{s3} = 0.05$ ,  $U_{s4} = 0.05$ ,  $U_{s5} = 0.05$ ,  $U_{s6} = 0.05$ ,  $U_{s7} = 0.05$ ,  $U_{s8} = 0.05$ ,  $U_{s9} = 0.05$ ,  $U_{s10} = 0.05$ ,  $U_{s11} = 0.05$ ,  $U_{s12} = 0.05$ ,  $U_{s13} = 0.05$ ,  $U_{s14} = 0.05$ ,  $U_{s15} = 0.05$ ,  $U_{s16} = 0.05$ ,  $U_{s17} = 0.05$ ,  $U_{s18} = 0.05$ ,  $U_{s19} = 0.05$ ,  $U_{s20} = 0.05$ ,  $U_{s21} = 0.05$ ,  $U_{s22} = 0.05$ ,  $U_{s23} = 0.05$ ,  $U_{s24} = 0.05$ ,  $U_{s25} = 0.05$ ,  $U_{s26} = 0.05$ ,  $U_{s27} = 0.05$ ,  $U_{s28} = 0.05$ ,  $U_{s29} = 0.05$ ,  $U_{s30} = 0.05$ ,  $U_{s31} = 0.05$ ,  $U_{s32} = 0.05$ ,  $U_{s33} = 0.05$ ,  $U_{s34} = 0.05$ ,  $U_{s35} = 0.05$ ,  $U_{s36} = 0.05$ ,  $U_{s37} = 0.05$ ,  $U_{s38} = 0.05$ ,  $U_{s39} = 0.05$ ,  $U_{s40} = 0.05$ ,  $U_{s41} = 0.05$ ,  $U_{s42} = 0.05$ ,  $U_{s43} = 0.05$ ,  $U_{s44} = 0.05$ ,  $U_{s45} = 0.05$ ,  $U_{s46} = 0.05$ ,  $U_{s47} = 0.05$ ,  $U_{s48} = 0.05$ ,  $U_{s49} = 0.05$ ,  $U_{s50} = 0.05$ ,  $U_{s51} = 0.05$ ,  $U_{s52} = 0.05$ ,  $U_{s53} = 0.05$ ,  $U_{s54} = 0.05$ ,  $U_{s55} = 0.05$ ,  $U_{s56} = 0.05$ ,  $U_{s57} = 0.05$ ,  $U_{s58} = 0.05$ ,  $U_{s59} = 0.05$ ,  $U_{s60} = 0.05$ ,  $U_{s61} = 0.05$ ,  $U_{s62} = 0.05$ ,  $U_{s63} = 0.05$ ,  $U_{s64} = 0.05$ ,  $U_{s65} = 0.05$ ,  $U_{s66} = 0.05$ ,  $U_{s67} = 0.05$ ,  $U_{s68} = 0.05$ ,  $U_{s69} = 0.05$ ,  $U_{s70} = 0.05$ ,  $U_{s71} = 0.05$ ,  $U_{s72} = 0.05$ ,  $U_{s73} = 0.05$ ,  $U_{s74} = 0.05$ ,  $U_{s75} = 0.05$ ,  $U_{s76} = 0.05$ ,  $U_{s77} = 0.05$ ,  $U_{s78} = 0.05$ ,  $U_{s79} = 0.05$ ,  $U_{s80} = 0.05$ ,  $U_{s81} = 0.05$ ,  $U_{s82} = 0.05$ ,  $U_{s83} = 0.05$ ,  $U_{s84} = 0.05$ ,  $U_{s85} = 0.05$ ,  $U_{s86} = 0.05$ ,  $U_{s87} = 0.05$ ,  $U_{s88} = 0.05$ ,  $U_{s89} = 0.05$ ,  $U_{s90} = 0.05$ ,  $U_{s91} = 0.05$ ,  $U_{s92} = 0.05$ ,  $U_{s93} = 0.05$ ,  $U_{s94} = 0.05$ ,  $U_{s95} = 0.05$ ,  $U_{s96} = 0.05$ ,  $U_{s97} = 0.05$ ,  $U_{s98} = 0.05$ ,  $U_{s99} = 0.05$ ,  $U_{s100} = 0.05$ ,  $U_{s101} = 0.05$ ,  $U_{s102} = 0.05$ ,  $U_{s103} = 0.05$ ,  $U_{s104} = 0.05$ ,  $U_{s105} = 0.05$ ,  $U_{s106} = 0.05$ ,  $U_{s107} = 0.05$ ,  $U_{s108} = 0.05$ ,  $U_{s109} = 0.05$ ,  $U_{s110} = 0.05$ ,  $U_{s111} = 0.05$ ,  $U_{s112} = 0.05$ ,  $U_{s113} = 0.05$ ,  $U_{s114} = 0.05$ ,  $U_{s115} = 0.05$ ,  $U_{s116} = 0.05$ ,  $U_{s117} = 0.05$ ,  $U_{s118} = 0.05$ ,  $U_{s119} = 0.05$ ,  $U_{s120} = 0.05$ ,  $U_{s121} = 0.05$ ,  $U_{s122} = 0.05$ ,  $U_{s123} = 0.05$ ,  $U_{s124} = 0.05$ ,  $U_{s125} = 0.05$ ,  $U_{s126} = 0.05$ ,  $U_{s127} = 0.05$ ,  $U_{s128} = 0.05$ ,  $U_{s129} = 0.05$ ,  $U_{s130} = 0.05$ ,  $U_{s131} = 0.05$ ,  $U_{s132} = 0.05$ ,  $U_{s133} = 0.05$ ,  $U_{s134} = 0.05$ ,  $U_{s135} = 0.05$ ,  $U_{s136} = 0.05$ ,  $U_{s137} = 0.05$ ,  $U_{s138} = 0.05$ ,  $U_{s139} = 0.05$ ,  $U_{s140} = 0.05$ ,  $U_{s141} = 0.05$ ,  $U_{s142} = 0.05$ ,  $U_{s143} = 0.05$ ,  $U_{s144} = 0.05$ ,  $U_{s145} = 0.05$ ,  $U_{s146} = 0.05$ ,  $U_{s147} = 0.05$ ,  $U_{s148} = 0.05$ ,  $U_{s149} = 0.05$ ,  $U_{s150} = 0.05$ ,  $U_{s151} = 0.05$ ,  $U_{s152} = 0.05$ ,  $U_{s153} = 0.05$ ,  $U_{s154} = 0.05$ ,  $U_{s155} = 0.05$ ,  $U_{s156} = 0.05$ ,  $U_{s157} = 0.05$ ,  $U_{s158} = 0.05$ ,  $U_{s159} = 0.05$ ,  $U_{s160} = 0.05$ ,  $U_{s161} = 0.05$ ,  $U_{s162} = 0.05$ ,  $U_{s163} = 0.05$ ,  $U_{s164} = 0.05$ ,  $U_{s165} = 0.05$ ,  $U_{s166} = 0.05$ ,  $U_{s167} = 0.05$ ,  $U_{s168} = 0.05$ ,  $U_{s169} = 0.05$ ,  $U_{s170} = 0.05$ ,  $U_{s171} = 0.05$ ,  $U_{s172} = 0.05$ ,  $U_{s173} = 0.05$ ,  $U_{s174} = 0.05$ ,  $U_{s175} = 0.05$ ,  $U_{s176} = 0.05$ ,  $U_{s177} = 0.05$ ,  $U_{s178} = 0.05$ ,  $U_{s179} = 0.05$ ,  $U_{s180} = 0.05$ ,  $U_{s181} = 0.05$ ,  $U_{s182} = 0.05$ ,  $U_{s183} = 0.05$ ,  $U_{s184} = 0.05$ ,  $U_{s185} = 0.05$ ,  $U_{s186} = 0.05$ ,  $U_{s187} = 0.05$ ,  $U_{s188} = 0.05$ ,  $U_{s189} = 0.05$ ,  $U_{s190} = 0.05$ ,  $U_{s191} = 0.05$ ,  $U_{s192} = 0.05$ ,  $U_{s193} = 0.05$ ,  $U_{s194} = 0.05$ ,  $U_{s195} = 0.05$ ,  $U_{s196} = 0.05$ ,  $U_{s197} = 0.05$ ,  $U_{s198} = 0.05$ ,  $U_{s199} = 0.05$ ,  $U_{s200} = 0.05$ ,  $U_{s201} = 0.05$ ,  $U_{s202} = 0.05$ ,  $U_{s203} = 0.05$ ,  $U_{s204} = 0.05$ ,  $U_{s205} = 0.05$ ,  $U_{s206} = 0.05$ ,  $U_{s207} = 0.05$ ,  $U_{s208} = 0.05$ ,  $U_{s209} = 0.05$ ,  $U_{s210} = 0.05$ ,  $U_{s211} = 0.05$ ,  $U_{s212} = 0.05$ ,  $U_{s213} = 0.05$ ,  $U_{s214} = 0.05$ ,  $U_{s215} = 0.05$ ,  $U_{s216} = 0.05$ ,  $U_{s217} = 0.05$ ,  $U_{s218} = 0.05$ ,  $U_{s219} = 0.05$ ,  $U_{s220} = 0.05$ ,  $U_{s221} = 0.05$ ,  $U_{s222} = 0.05$ ,  $U_{s223} = 0.05$ ,  $U_{s224} = 0.05$ ,  $U_{s225} = 0.05$ ,  $U_{s226} = 0.05$ ,  $U_{s227} = 0.05$ ,  $U_{s228} = 0.05$ ,  $U_{s229} = 0.05$ ,  $U_{s230} = 0.05$ ,  $U_{s231} = 0.05$ ,  $U_{s232} = 0.05$ ,  $U_{s233} = 0.05$ ,  $U_{s234} = 0.05$ ,  $U_{s235} = 0.05$ ,  $U_{s236} = 0.05$ ,  $U_{s237} = 0.05$ ,  $U_{s238} = 0.05$ ,  $U_{s239} = 0.05$ ,  $U_{s240} = 0.05$ ,  $U_{s241} = 0.05$ ,  $U_{s242} = 0.05$ ,  $U_{s243} = 0.05$ ,  $U_{s244} = 0.05$ ,  $U_{s245} = 0.05$ ,  $U_{s246} = 0.05$ ,  $U_{s247} = 0.05$ ,  $U_{s248} = 0.05$ ,  $U_{s249} = 0.05$ ,  $U_{s250} = 0.05$ ,  $U_{s251} = 0.05$ ,  $U_{s252} = 0.05$ ,  $U_{s253} = 0.05$ ,  $U_{s254} = 0.05$ ,  $U_{s255} = 0.05$ ,  $U_{s256} = 0.05$ ,  $U_{s257} = 0.05$ ,  $U_{s258} = 0.05$ ,  $U_{s259} = 0.05$ ,  $U_{s260} = 0.05$ ,  $U_{s261} = 0.05$ ,  $U_{s262} = 0.05$ ,  $U_{s263} = 0.05$ ,  $U_{s264} = 0.05$ ,  $U_{s265} = 0.05$ ,  $U_{s266} = 0.05$ ,  $U_{s267} = 0.05$ ,  $U_{s268} = 0.05$ ,  $U_{s269} = 0.05$ ,  $U_{s270} = 0.05$ ,  $U_{s271} = 0.05$ ,  $U_{s272} = 0.05$ ,  $U_{s273} = 0.05$ ,  $U_{s274} = 0.05$ ,  $U_{s275} = 0.05$ ,  $U_{s276} = 0.05$ ,  $U_{s277} = 0.05$ ,  $U_{s278} = 0.05$ ,  $U_{s279} = 0.05$ ,  $U_{s280} = 0.05$ ,  $U_{s281} = 0.05$ ,  $U_{s282} = 0.05$ ,  $U_{s283} = 0.05$ ,  $U_{s284} = 0.05$ ,  $U_{s285} = 0.05$ ,  $U_{s286} = 0.05$ ,  $U_{s287} = 0.05$ ,  $U_{s288} = 0.05$ ,  $U_{s289} = 0.05$ ,  $U_{s290} = 0.05$ ,  $U_{s291} = 0.05$ ,  $U_{s292} = 0.05$ ,  $U_{s293} = 0.05$ ,  $U_{s294} = 0.05$ ,  $U_{s295} = 0.05$ ,  $U_{s296} = 0.05$ ,  $U_{s297} = 0.05$ ,  $U_{s298} = 0.05$ ,  $U_{s299} = 0.05$ ,  $U_{s300} = 0.05$ ,  $U_{s301} = 0.05$ ,  $U_{s302} = 0.05$ ,  $U_{s303} = 0.05$ ,  $U_{s304} = 0.05$ ,  $U_{s305} = 0.05$ ,  $U_{s306} = 0.05$ ,  $U_{s307} = 0.05$ ,  $U_{s308} = 0.05$ ,  $U_{s309} = 0.05$ ,  $U_{s310} = 0.05$ ,  $U_{s311} = 0.05$ ,  $U_{s312} = 0.05$ ,  $U_{s313} = 0.05$ ,  $U_{s314} = 0.05$ ,  $U_{s315} = 0.05$ ,  $U_{s316} = 0.05$ ,  $U_{s317} = 0.05$ ,  $U_{s318} = 0.05$ ,  $U_{s319} = 0.05$ ,  $U_{s320} = 0.05$ ,  $U_{s321} = 0.05$ ,  $U_{s322} = 0.05$ ,  $U_{s323} = 0.05$ ,  $U_{s324} = 0.05$ ,  $U_{s325} = 0.05$ ,  $U_{s326} = 0.05$ ,  $U_{s327} = 0.05$ ,  $U_{s328} = 0.05$ ,  $U_{s329} = 0.05$ ,  $U_{s330} = 0.05$ ,  $U_{s331} = 0.05$ ,  $U_{s332} = 0.05$ ,  $U_{s333} = 0.05$ ,  $U_{s334} = 0.05$ ,  $U_{s335} = 0.05$ ,  $U_{s336} = 0.05$ ,  $U_{s337} = 0.05$ ,  $U_{s338} = 0.05$ ,  $U_{s339} = 0.05$ ,  $U_{s340} = 0.05$ ,  $U_{s341} = 0.05$ ,  $U_{s342} = 0.05$ ,  $U_{s343} = 0.05$ ,  $U_{s344} = 0.05$ ,  $U_{s345} = 0.05$ ,  $U_{s346} = 0.05$ ,  $U_{s347} = 0.05$ ,  $U_{s348} = 0.05$ ,  $U_{s349} = 0.05$ ,  $U_{s350} = 0.05$ ,  $U_{s351} = 0.05$ ,  $U_{s352} = 0.05$ ,  $U_{s353} = 0.05$ ,  $U_{s354} = 0.05$ ,  $U_{s355} = 0.05$ ,  $U_{s356} = 0.05$ ,  $U_{s357} = 0.05$ ,  $U_{s358} = 0.05$ ,  $U_{s359} = 0.05$ ,  $U_{s360} = 0.05$ ,  $U_{s361} = 0.05$ ,  $U_{s362} = 0.05$ ,  $U_{s363} = 0.05$ ,  $U_{s364} = 0.05$ ,  $U_{s365} = 0.05$ ,  $U_{s366} = 0.05$ ,  $U_{s367} = 0.05$ ,  $U_{s368} = 0.05$ ,  $U_{s369} = 0.05$ ,  $U_{s370} = 0.05$ ,  $U_{s371} = 0.05$ ,  $U_{s372} = 0.05$ ,  $U_{s373} = 0.05$ ,  $U_{s374} = 0.05$ ,  $U_{s375} = 0.05$ ,  $U_{s376} = 0.05$ ,  $U_{s377} = 0.05$ ,  $U_{s378} = 0.05$ ,  $U_{s379} = 0.05$ ,  $U_{s380} = 0.05$ ,  $U_{s381} = 0.05$ ,  $U_{s382} = 0.05$ ,  $U_{s383} = 0.05$ ,  $U_{s384} = 0.05$ ,  $U_{s385} = 0.05$ ,  $U_{s386} = 0.05$ ,  $U_{s387} = 0.05$ ,  $U_{s388} = 0.05$ ,  $U_{s389} = 0.05$ ,  $U_{s390} = 0.05$ ,  $U_{s391} = 0.05$ ,  $U_{s392} = 0.05$ ,  $U_{s393} = 0.05$ ,  $U_{s394} = 0.05$ ,  $U_{s395} = 0.05$ ,  $U_{s396} = 0.05$ ,  $U_{s397} = 0.05$ ,  $U_{s398} = 0.05$ ,  $U_{s399} = 0.05$ ,  $U_{s400} = 0.05$ ,  $U_{s401} = 0.05$ ,  $U_{s402} = 0.05$ ,  $U_{s403} = 0.05$ ,  $U_{s404} = 0.05$ ,  $U_{s405} = 0.05$ ,  $U_{s406} = 0.05$ ,  $U_{s407} = 0.05$ ,  $U_{s408} = 0.05$ ,  $U_{s409} = 0.05$ ,  $U_{s410} = 0.05$ ,  $U_{s411} = 0.05$ ,  $U_{s412} = 0.05$ ,  $U_{s413} = 0.05$ ,  $U_{s414} = 0.05$ ,  $U_{s415} = 0.05$ ,  $U_{s416} = 0.05$ ,  $U_{s417} = 0.05$ ,  $U_{s418} = 0.05$ ,  $U_{s419} = 0.05$ ,  $U_{s420} = 0.05$ ,  $U_{s421} = 0.05$ ,  $U_{s422} = 0.05$ ,  $U_{s423} = 0.05$ ,  $U_{s424} = 0.05$ ,  $U_{s425} = 0.05$ ,  $U_{s426} = 0.05$ ,  $U_{s427} = 0.05$ ,  $U_{s428} = 0.05$ ,  $U_{s429} = 0.05$ ,  $U_{s430} = 0.05$ ,  $U_{s431} = 0.05$ ,  $U_{s432} = 0.05$ ,  $U_{s433} = 0.05$ ,  $U_{s434} = 0.05$ ,  $U_{s435} = 0.05$ ,  $U_{s436} = 0.05$ ,  $U_{s437} = 0.05$ ,  $U_{s438} = 0.05$ ,  $U_{s439} = 0.05$ ,  $U_{s440} = 0.05$ ,  $U_{s441} = 0.05$ ,  $U_{s442} = 0.05$ ,  $U_{s443} = 0.05$ ,  $U_{s444} = 0.05$ ,  $U_{s445} = 0.05$ ,  $U_{s446} = 0.05$ ,  $U_{s447} = 0.05$ ,  $U_{s448} = 0.05$ ,  $U_{s449} = 0.05$ ,  $U_{s450} = 0.05$ ,  $U_{s451} = 0.05$ ,  $U_{s452} = 0.05$ ,  $U_{s453} = 0.05$ ,  $U_{s454} = 0.05$ ,  $U_{s455} = 0.05$ ,  $U_{s456} = 0.05$ ,  $U_{s457} = 0.05$ ,  $U_{s458} = 0.05$ ,  $U_{s459} = 0.05$ ,  $U_{s460} = 0.05$ ,  $U_{s461} = 0.05$ ,  $U_{s462} = 0.05$ ,  $U_{s463} = 0.05$ ,  $U_{s464} = 0.05$ ,  $U_{s465} = 0.05$ ,  $U_{s466} = 0.05$ ,  $U_{s467} = 0.05$ ,  $U_{s468} = 0.05$ ,  $U_{s469} = 0.05$ ,  $U_{s470} = 0.05$ ,  $U_{s471} = 0.05$ ,  $U_{s472} = 0.05$ ,  $U_{s473} = 0.05$ ,  $U_{s474} = 0.05$ ,  $U_{s475} = 0.05$ ,  $U_{s476} = 0.05$ ,  $U_{s477} = 0.05$ ,  $U_{s478} = 0.05$ ,  $U_{s479} = 0.05$ ,  $U_{s480} = 0.05$ ,  $U_{s481} = 0.05$ ,  $U_{s482} = 0.05$ ,  $U_{s483} = 0.05$ ,  $U_{s484} = 0.05$ ,  $U_{s485} = 0.05$ ,  $U_{s486} = 0.05$ ,  $U_{s487} = 0.05$ ,  $U_{s488} = 0.05$ ,  $U_{s489} = 0.05$ ,  $U_{s490} = 0.05$ ,  $U_{s491} = 0.05$ ,  $U_{s492} = 0.05$ ,  $U_{s493} = 0.05$ ,  $U_{s494} = 0.05$ ,  $U_{s495} = 0.05$ ,  $U_{s496} = 0.05$ ,  $U_{s497} = 0.05$ ,  $U_{s498} = 0.05$ ,  $U_{s499} = 0.05$ ,  $U_{s500} = 0.05$ ,  $U_{s501} = 0.05$ ,  $U_{s502} = 0.05$ ,  $U_{s503} = 0.05$ ,  $U_{s504} = 0.05$ ,  $U_{s505} = 0.05$ ,  $U_{s506} = 0.05$ ,  $U_{s507} = 0.05$ ,  $U_{s508} = 0.05$ ,  $U_{s509} = 0.05$ ,  $U_{s510} = 0.05$ ,  $U_{s511} = 0.05$ ,  $U_{s512} = 0.05$ ,  $U_{s513} = 0.05$ ,  $U_{s514} = 0.05$ ,  $U_{s515} = 0.05$ ,  $U_{s516} = 0.05$ ,  $U_{s517} = 0.05$ ,  $U_{s518} = 0.05$ ,  $U_{s519} = 0.05$ ,  $U_{s520} = 0.05$ ,  $U_{s521} = 0.05$ ,  $U_{s522} = 0.05$ ,  $U_{s523} = 0.05$ ,  $U_{s524} = 0.05$ ,  $U_{s525} = 0.05$ ,  $U_{s526} = 0.05$ ,  $U_{s527} = 0.05$ ,  $U_{s528} = 0.05$ ,  $U_{s529} = 0.05$ , <