

流水中でのシミュレーションでは図-3に示すように要素の影を考え、影の中では流れの影響を受けないと仮定した。また両解析とも要素を格子状に配置し、初速度を0とする。使用したパラメータを表-1に示す。

表-1 解析に用いたパラメータ

要素密度	$2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$	媒体密度 ρ	$1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
媒体の粘性係数	$1.0 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^2$	動摩擦係数	1.0×10^{-2}
ヤング率 E	$7.35 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$	ポアソン比 ν	3.0×10^{-1}
時間増分	$5.0 \times 10^{-4} \text{ sec}$	抵抗係数 C_D	1.0
重力加速度	9.8		m/sec^2

	解析 I	解析 II
要素数	50 個	100 個
要素半径	1.0~3.0cm	$1.0 \times 10^{-1} \sim 5.0 \text{ cm}$
解析時間	1.5 sec	2.0 sec
流速 V_w	—	5.0 m/sec

解析結果 解析 I：まず堆積中の状況（図-4）より、真空中では全ての要素が等速で落下しているが水中では媒体の抗力の働きにより大きな要素ほど速く沈んでいる事がわかる。次に堆積後の状況より真空中では、大きな要素と小さな要素が入乱れて不規則に堆積しており、間隙が大きく上面の形状も不規則であることがわかる。それに対し水中では下部に大きな要素、上部及びその間隙に小さな要素と規則的に堆積している。また間隙も真空中の値に比べ小さく上面の形状もなだらかになっている。

解析 II：要素の移動の軌跡（図-5）は、なだらかな曲線を描いており揚力が適正に働いている事がわかる。また要素半径と移動距離のグラフ（図-6）より大きな要素ほど流れにくいことがわかる。しかし10回転/秒以上の高速で回転する要素があり、これは要素が円形であるため回転に対する抵抗がほとんどないためと思われる。

両解析を通じて今回使用したパラメータでは、やや反力が小さいようである。

流れ方向 →



図-5 要素の移動の軌跡

結論 以上より、円柱の弾性接触論の導入によりかなり大きさの違う要素についても好ましい反発速度が得られるようになり、更に要素の周囲をみたす媒体による力を考慮したDEMプログラムにより水中等の密度の大きい物質の中の要素についても、より現実にあった解析が可能になった。しかし要素形状が円形であるため回転を始めた要素に対して媒体より抗力がほとんど働かず要素が高速で回転してしまう問題が生じ、今後要素形状について改良する必要があると思われる。

参考文献 岩下和義：粒状体シミュレーションによる地盤の動的破壊解析，東京大学地震研究所彙報，Vol. 63, pp. 201 - 235, 1988.

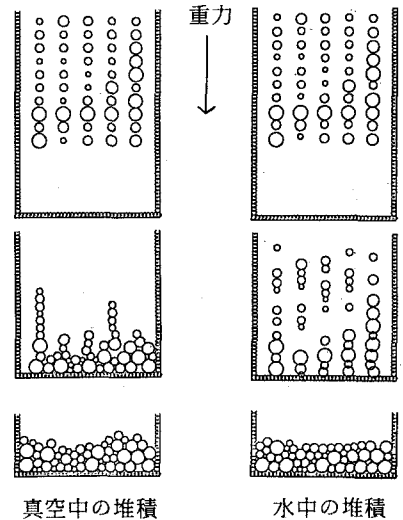


図-4 要素の堆積

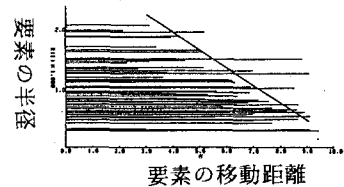


図-6 要素の移動距離