である．$\boldsymbol{r}_0$ が時々刻々変化し，その移動量がオイラー座標 $\boldsymbol{r}=(x,z)$ から見て $O(a)$ の微小量とすると，$\boldsymbol{r}=(x,z)$ のまわりにテイラー展開して

$$\frac{d\boldsymbol{r}_0}{dt}=\boldsymbol{u}(\boldsymbol{r},\,t)+(\,\boldsymbol{r}_0-\boldsymbol{r}\,)\cdot\nabla\boldsymbol{u}+O(a^3) \tag{3.36}$$

と表すことができる．ここで $\boldsymbol{u}(\boldsymbol{r},t)=\nabla\Phi$ であるから，$O(a)$ での水粒子の軌道は (3.29) より

$$\left.\begin{aligned}(x_0-x)&=\int\frac{\partial\Phi}{\partial x}\,dt=a\,\frac{\cosh k(z+h)}{\sinh kh}\,\sin(\omega t-kx)\,,\\(z_0-z)&=\int\frac{\partial\Phi}{\partial z}\,dt=a\,\frac{\sinh k(z+h)}{\sinh kh}\,\cos(\omega t-kx)\end{aligned}\right\} \tag{3.37}$$

となる．これより，有限水深での水粒子は楕円軌道を描くことがわかる．また波の進行方向が正の時には，水粒子の軌道をめぐる方向は時計まわりである．流速に関しては，波の山では波と同じ進行方向の速度をもち，波の谷では波の進行方向と逆方向になっている．

(3.37) を (3.36) の補正項に代入し，(3.24)，(3.29) を用いると

$$\begin{aligned}\frac{dx_0}{dt}&=a\,\omega\,\frac{\cosh k(z+h)}{\sinh kh}\,\cos(\omega t-kx)\\&\qquad+\frac{1}{2}\,\omega ka^2\,\frac{\cosh 2k(z+h)-\cos 2(\omega t-kx)}{\sinh^2 kh}+O(a^3)\,,\end{aligned} \tag{3.38}$$

$$\frac{dz_0}{dt}=-\,a\,\omega\,\frac{\sinh k(z+h)}{\sinh kh}\,\sin(\omega t-kx)+O(a^3) \tag{3.39}$$

を得る．すなわち，水平方向の速度には時間に依存しない $O(a^2)$ の項があるため，水粒子の軌道は閉じず，平均的には水平方向に移動していくことがわかる．これを**ストークス・ドリフト** (Stokes drift) という．

(3.38) を用いて 1 周期間の質量輸送量の平均値を計算してみる．時間平均は T を周期として

$$\overline{E}\equiv\frac{1}{T}\int_0^T E\,dt \tag{3.40}$$

で計算できるから

$$\overline{M}=\rho\int_{-h}^{0}\overline{\frac{dx_0}{dt}}\,dz=\frac{1}{2}\,\frac{\rho\,\omega a^2}{\tanh kh}=\frac{1}{2}\,\rho g a^2\,\frac{1}{c} \tag{3.41}$$