

広島大学工学部 正 員 ○佐 藤 誠
 広島大学工学部 学生員 有 田 英 司

1. はじめに

局部的には比較的平坦な地表でも観測される地震記録には、Rayleigh 波（以下ではR波と呼ぶ）の成分が明瞭に現れることが多い。地震波は一般に平面実体波として地表に達すると考えてよいから、地表で観測されるR波は、地表に近い地中のどこかで境界波が発生した結果であるか、あるいは地表の発生源から生じたものと考えられる。

ここでは自由境界に平面SV波が入射したとき、地表形状に起因してR波が発生すると考えた場合の表面波の波動挙動を、動光弾性模型実験¹⁾を行って究明する。

2. 表面波の応答

よく知られているように、平面SV波が自由境界に臨界角(γ_c)を越えて入射するとき、自由境界に表面波が発生する。図-1にポアソン比 $\nu=0.3$ の弾性体($\gamma_c=32.3^\circ$)の自由境界に、平面SV波が入射角 $\gamma=0^\circ\sim 90^\circ$ で入射した場合の、自由境界の水平動(u_x)、上下動(u_z)および τ_{max} の応答を示す。また図-2に示すように、この表面波は入射角が $\gamma_c \leq \gamma \leq 45^\circ$ と $45^\circ \leq \gamma$ のときとでは、楕円運動する粒子の回転

方向が異なり、地表付近では前者は順回転

図-2 自由境界の表面波の粒子運動

(prograde)であり、後者はR波と同様に逆回転(retrograde)である。以下では前者を表面波R1、後者を表面波R2と呼ぶ。したがってたとえば自由境界の一部が曲線で、そこへの平面SV波の入射角が γ 。から更に 45° を越えるとき表面波の挙動は変化する。

3. 動光弾性実験および等色線縞模様

上記の2種類の表面波の挙動を動光弾性模型実験で明らかにするため、図-3に示す様な3種類の自由境界形状の模型を用い、図中に示すように平面SV波を入射させた。この模型材料の臨界角は $\gamma_c=34.5^\circ$ である。M1は点O付近で入射角が $36.8^\circ\sim 45^\circ$ まで、曲率半径40mmの円弧で滑らかに変化し、M2、M3はそれぞれ $36.8^\circ\sim 60^\circ$ および 90° まで同様に変化する。

入射SV波の τ_{max} の波形は、立ち上がり時間約 $10\mu s$ 、継続時間約 $50\mu s$ の三角形パルス¹⁾に近い。

模型M1～M3に対してSV入射波面が点O付近を通過する時刻の等色線縞模様（等最大主応力差線）写真を、それぞれ写真-1～3に示す。

写真-1の $90\mu s$ では、点O付近に入射波と臨界角をわずかに越えた入射角($\gamma=36.8^\circ$)による表面波

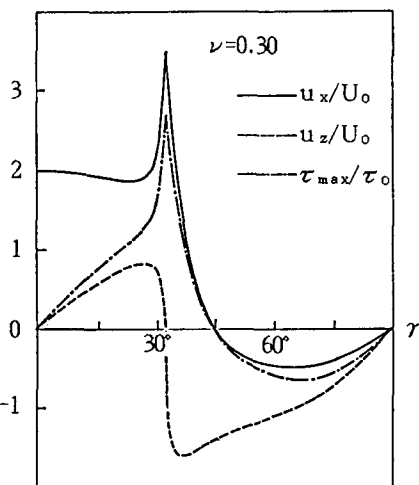


図-1 自由境界の応答

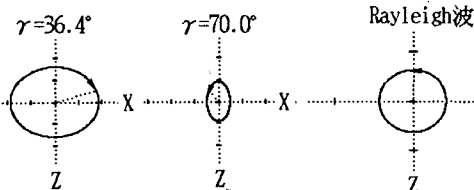


図-2 自由境界の表面波の粒子運動

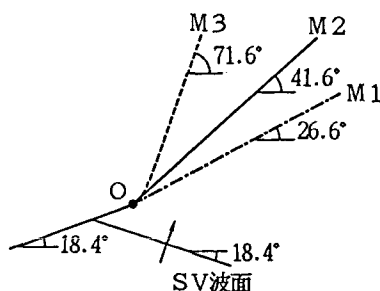
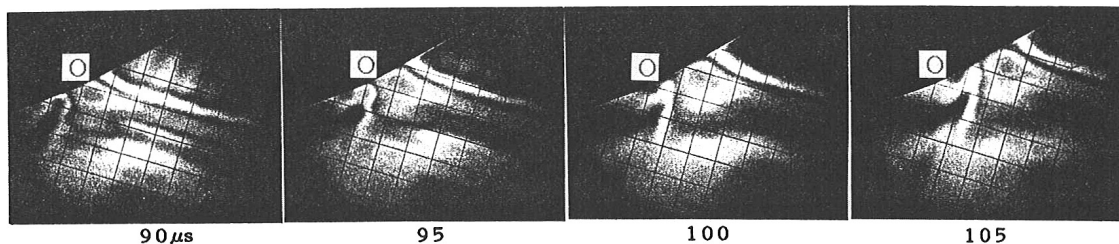
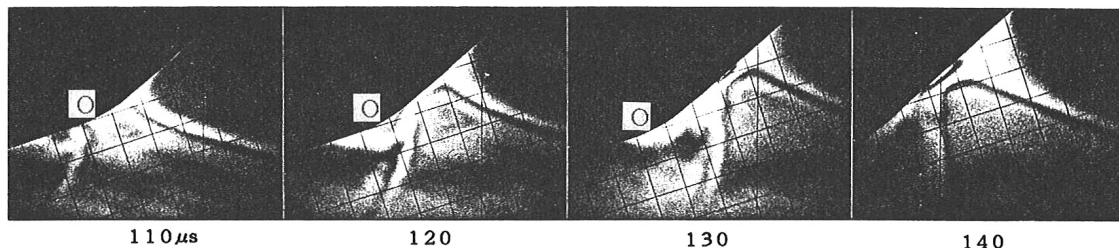
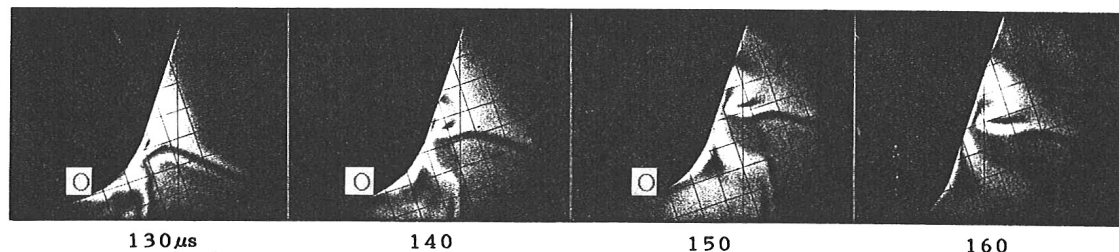


図-3 模型の自由境界形状


写真-1 入射角が 36.8° から 45° へ滑らかに変化する場合の等色線縞模様

写真-2 入射角が 36.8° から 60° へ滑らかに変化する場合の等色線縞模様

写真-3 入射角が 36.8° から 90° へ滑らかに変化する場合の等色線縞模様

R 1により縞次数の高い縞模様が現れている。また入射波面後方の境界付近にも表面波R 1の後続の部分が見える。100 μ s以後では入射波が点Oを通過し、 $\gamma = 45^\circ$ となるため、境界への入射波面は自由境界のごく近傍で、縞次数が0すなわち応答が0となる。写真-2, 3では入射波が点Oを通過して $\gamma \geq 45^\circ$ となると、入射波面と境界が交わる点付近を中心に、細長く境界に沿った表面波R 2による等色線縞模様が現れる。この表面波R 2は縞模様の形から前述の表面波R 1とは明瞭に区別できる。またここには示さなかったが入射角が $\gamma \geq 90^\circ$ まで増加するときも表面波R 2はそのまま境界に沿って伝播することが確かめられている。

4. まとめ

図-4に表面波R 1およびR 2の移動速度と、入射SV波面の境界に沿う方向の移動速度(C_{TA})を走時曲線の形で示す。これより表面波R 1は入射波と共に存在する表面波で、独立した波動として伝播せず、表面波R 2は入射角が 45° を越えたときから入射波とは独立した波動として伝播すること、R波の伝播速度は $C_R = 950\text{m/s}$ であるから表面波R 2は粒子運動および伝播速度から考えて、結局Rayleigh波であることが分かる。

参考文献：1)佐藤 誠，動光弾性実験による衝撃応力の伝播測定，第2回材料の衝撃問題シンポジウム講演論文集，53～56，1987。

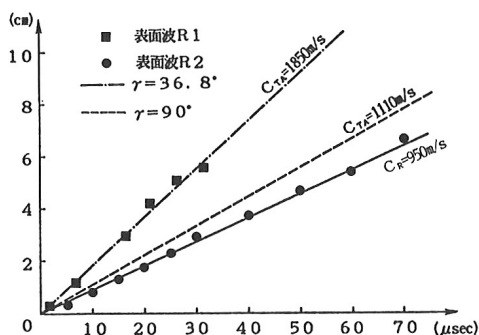


図-4 表面波の伝播速度