

東京大学生産技術研究所 正員 田村重四郎

東京大学生産技術研究所 正員 ○森地重暉

埼玉大学 理工学部 正員 岡本舜三

1. はしがき

地盤内を伝播する地震波の状態を知ることは耐震設計を行う上で基本的なものである。地盤内に構築される構造物、例之は地中構造物、地下埋設管等の耐震性を検討する場合にも地盤内を伝播する地震波動の研究は重要である。これ等のことは地震に関連して従来も研究されてはいるが、本文においてはゼラチンゲルで模型をつくりこれに衝撃を与えて模型内に生ずる弾性波の伝播状況を光弾性実験法を利用して調査したので報告する。

2. 実験材料

ゼラチンゲルはその濃度によって弾性率を $100g/cm^2$ から $1kg/cm^2$ 程度まで調節でき比重は1.03程度で、ポアソン比は0.5とみなしてよく、しかも光弾性感度は極めて高く $0.04\%/g$ 程度である。このようなことから模型材料として使用した場合、せん断波の伝播速度は $2\sim 6 m/sec$ となるので、せん断波のみ考えると、通常のエポキシ樹脂、ポリウレタンゴム等の光弾性材料の場合、波動現象撮影のためには数万コマ/秒の高速カメラが必要であるのに対して、 $500\sim 1000$ コマ/秒程度の撮影装置で充分に精度よく波動伝播状況を記録することが出来る。その上、衝撃発生源の物理的制御が比較的容易であるから種々の条件の下での実験を行ううる。

3. 応用例

応用例として地盤内における弾性率の異なる境界近傍での波動伝播状況を調べた。そのために図-1.に示すような E_1, E_2 部分で弾性率が互に異なる $28 \times 15 \times 10$ cmの角筒形の模型を作製した。

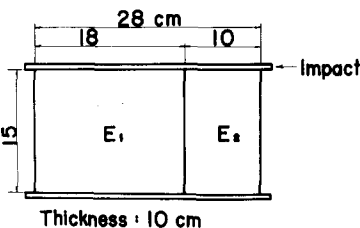


図-1

模型上面に2mm厚のアルミニウム板をのせてこれに衝撃を加え模型に水平に一樣な波面をもつ波動が伝わるようにした。又適當な衝撃を発生させるため、質量 $9.19g$ の弾丸を $2.3 m/sec$ の速度でアルミニウム板に衝突させた。

現象の記録のためには撮影機としてミリケンを用い撮影速度は 426 コマ/秒、露光時間は $1/2130$ 秒とした。又、フィルムはKodak 4Xを用いた。

E_1, E_2 部分についての濃度、せん断振動試験より求めた弾性率、せん断波伝播速度は次に示すごとくである。

	濃度(%)	弾性率(g/cm^2)	せん断波速度(m/sec)
E_1	8.5	195	2.5

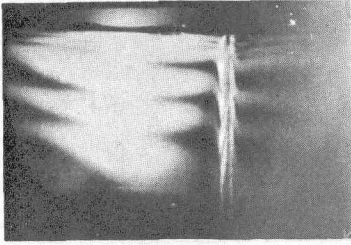
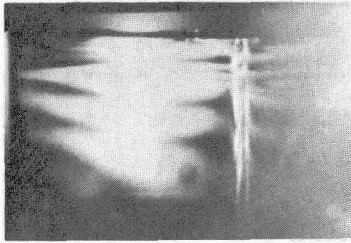
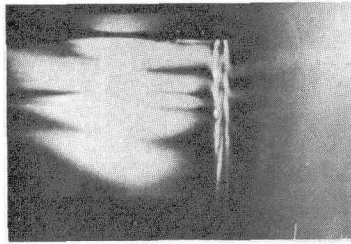
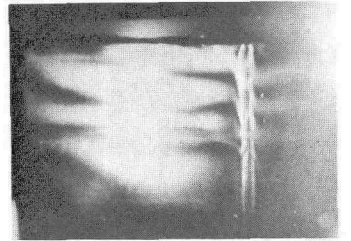
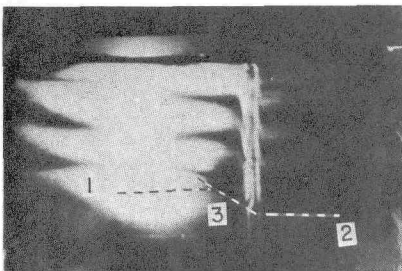
写真-1-1: t sec写真-1-2: $t + 7.15/1000$ sec写真-1-3: $t + 14.3/1000$ sec写真-1-4: $t + 21.45/1000$ sec

写真-2

実験より求めた等色線写真は写真-1に示す。写真-2に示すようにE₁, E₂部分に水平に一樣な波面(点線-1,2)が観察しうるが, その他にE₁部分に水平とする傾きをなす波面(点線-3)がみえる。又, これらの波面は速度を算出してみるとせん断波のものに相当する。

一般に物体の中を伝播してゆく波には変容波とせん断波があるが, この場合, せん断波のみ観察されるのはポアソン比の関係上, 変容波速度が余りに早いためと減衰が大きいために変容波を認めることが出来なかつたことに起因すると思われる。

次にE₁部分の点線-3の波面について述べる。模型上面に水平に一樣な波面が伝播してゆくと図-2に示すごとくE₁, E₂部分にそれぞれのせん断波速度C₁, C₂に応じて時間t後にはS₁, S₂の波面が生ずる。波動の伝播はホイヘンスの原理より定性的に議論がけられる。即ち, 波面の各点は発振源となり, 境界OLもE₁, E₂内部と条件の異なる発振源となる。従ってS₂が通過してゆくと境界OLからE₁内部にE₁の波動伝播速度で時々刻々と球面波が伝播してゆく。従ってE₁内部にはそれ等の球面波の包絡線S₃なる波面が生じ, その波面が境界となす角度θは図-2より明らかなきごとく $\theta = \sin^{-1} \frac{C_1}{C_2}$ となる。本実験では $C_1 = 2.5 \frac{m}{sec}$, $C_2 = 2.93 \frac{m}{sec}$ であるので $\theta = 58.5^\circ$ となり写真で求めた値 59° と一致している。

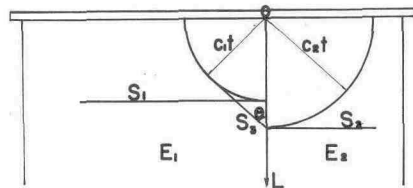


図-2