

動光弾性実験による地表の波動挙動について

広島大学工学部 正員 佐藤 誠

1. まえがき

地震等の地下から伝播して来る波動に対して種々の地表地形が示す応答は最近極めて注目されている問題である。特にP波, SV波入射に対する地表の応答は常に2種類の実体波が共存し, また入射角によって表面波も発生するから, SH波に対する応答解析より複雑であり, 半無限領域および表面波に対する取り扱いの問題も数値解析において必ずしも容易でない。そこでここでは走行荷重入力を用いた動光弾性模型実験により, 各種の地表地形に対する最大せん断応力 T_{max} の応答倍率を求め, それとP波, SV波の任意の入射角に対する半無限境界の T_{max} の理論応答倍率との比較を行った結果を報告する。

2. 入射波形

本実験で得られたP波およびSV波の入射波形を図-1(a)(b)(c)に示す。図-1(a)は参考文献(1)に示す模型板の中央付近のひずみ測定結果とともに, 主ひずみ差の時間変化を示す。(b), (c)は同じ中央付近の等色線縞次数から読み取った入射P波, SV波の進行方向

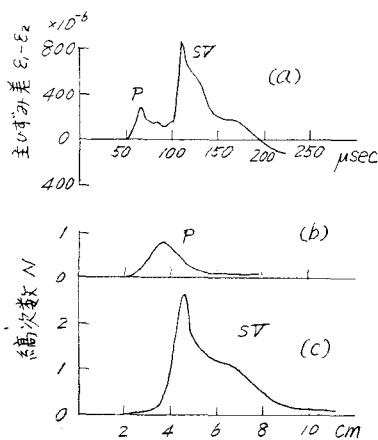


図-1 入射パルス波形

の縞次数分布である。いずれも模型境界からの反射波の影響を受けない範囲で示している。図-1より入射パルスの主要部は継続時間約50 μsec, SV波のパルス長約5 cmであることがわかる。

3. 地表地形と入射角

本研究で対象とした地表地形の形状は図-2に示すような11ケースであり, 大別すると直線斜面, 凸面, 凹面, および円弧面の場合となる。動光弾性実験で得られる等色線縞次数 N は主応力差線の等高線に比例するものである。したがって T_{max} の応答倍率は図-2の各ケースについて斜面など太線で示した部分における応答の最大縞次数と入射P波, SV波それぞれピーク縞次数との比を A_p , A_s として考える。

太線部分への入射角 θ は, 境界での法線と入射波の進行方向となす角として定義されるが, たとえばCase 1の太線境界は右下から入射波が伝播して来る場合には直接入射しない。このような場合には便宜上前述と同じ定

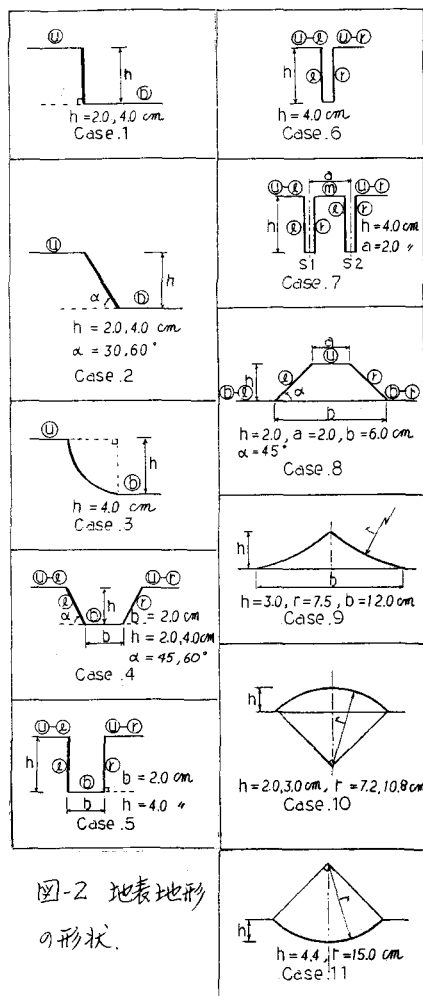


図-2 地表地形の形状

義により鈍角の入射角として考える

4. 結果と考察

図-3 (a), (b) に P 波および SV 波入射それぞれに対する各ケースの応答倍率 A_p , A_s と入射角に関して示した。実線は半無限直線境界の場合の T_{max} の理論応答倍率であり、隅角部が存在したり、円弧境界である場合に対しては適用できないが、目安として示した。

図-3 には前述の鈍角の入射角に対する応答倍率が存在する。これは境界に直接入射波が到達しない場合であっても、隅角部のような特異点に入射すると、この点が振源となって必ずその点から円筒 P 波、SV 波および表面波等の 2 次的な波動が発生し、これらの波による応答倍率として現われている。これら 2 次波の発生状況は光弾性写真から明瞭に観察できるが、ここではカラー写真のため示していない。

P 波の応答倍率 A_p に関しては、入射角 θ が $0^\circ \sim 25^\circ$ 付近のものは 2 次波の効果を含んだ応答倍率であり、理論値より大きく現われている。 θ が $30^\circ \sim 80^\circ$ 付近のものは境界に直接入射するケースではほぼ理論曲線に沿っている。ただし直接入射する場合でも凸形状のケースでは入射波の進行とともに入射角が減少するための見掛けの効果から、理論曲線より小さい値となる。逆に凹形状のケースでは入射波の進行とともに入射角が増加し、理論曲線に沿っている。また鈍角の入射角になる場合は、入射角が増加するにつれて 2 次波の影響が減少し、応答倍率も減少している。

SV 波の応答倍率 A_s の理論曲線は A_p と異なり、臨界角入射に対して最値、 $\theta = 45^\circ$ で 0 となる複雑な曲線である。一方実験値は全ケースにわたり応答倍率の変化が少なく、しかも応答倍率が 1 を越えるケースは少ない。

A_p の場合のように形状による傾向は明らかでないが、鈍角の入射角に対しては A_p の場合と異なり、入射角の増加とともに A_s が減少しない。これは SV 波が鈍角入射する場合には隅角部から発生する表面波の応答が卓越することが光弾性写真から明らかであり、これは入射角に関係せず、そのためほぼ一定の値を持つものと思はれる。本実験においては先行する P 波の応答が完全に消えないまま、SV 波が入射することが避けられず、SV 波が単独に入射した場合の結果となっている。上述のように数値解析においても隅角部の取り扱いが極めて重要であると推定される。

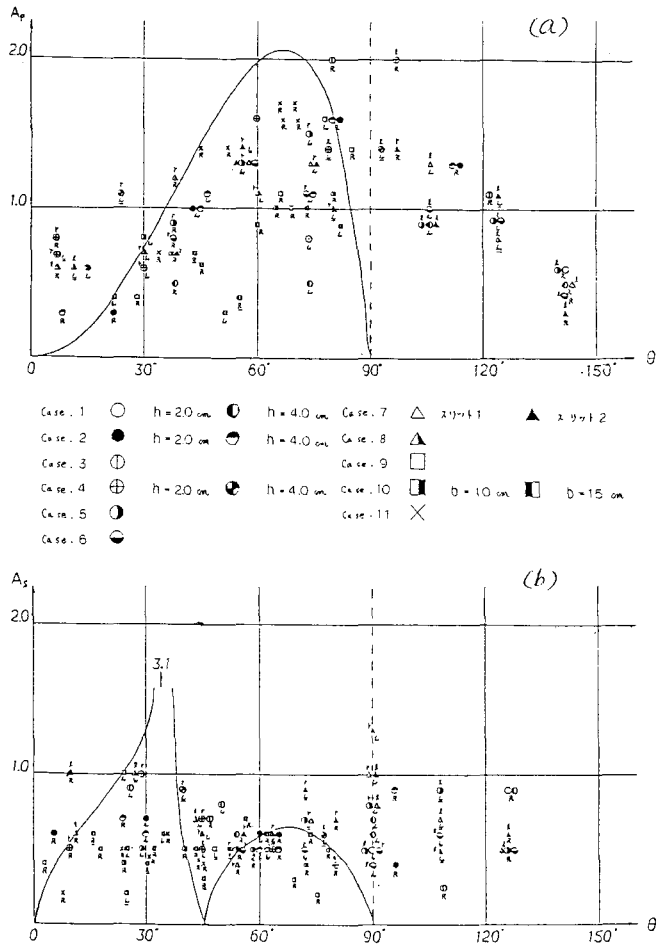


図-3 P波およびSV波入射による応答倍率