

I-213 平面波が入射する隅角近傍の散乱波 に対する動光弾性実験

広島大学工学部 正 員○佐藤 誠
" 学生員 崎山 郁夫

1. はじめに

平面波がそのパルス長と同程度の規模の幾何学的に不整な自由境界へ入射すると、不整部分から各種の散乱波が発生する。このとき、不整部分に対する入射波の入射角によっては非均質波が入射することになり、そのため自由境界近傍では表面波の応答が卓越し、入射波の振幅と同程度の応答を示す場合がある¹⁾。

ここでは、不整境界の例として、二つの直線自由境界で挟まれた凹隅角部と隅角を円弧部に置き換えた場合を取り上げ、平面波が入射する場合について、一方の直線自由境界へ平面S V波が垂直入射する場合、臨界角を越えた入射角で入射する場合および直接隅角へ入射する場合を対象にし、head wave および表面波などの散乱波の発生と波動挙動特性を動光弾性実験により明らかにする。なお、自由境界の応答を定性的・定量的に評価するために、動ひずみ測定を併用した。

2. 実験模型

図-1に、動光弾性実験に用いた模型の代表として、隅角模型W1、W2と円弧模型C1、C2の隅角部付近の形状を示す。円弧の半径は $R=4\text{cm}$ である。隅角模型と円弧模型の直線境界OA、OBの間の角度(開角 ϕ)は、W1、C1は $\phi=90^\circ$ 、W2、C2は $\phi=135^\circ$ である。各模型において平面S V波が左下から入射する場合のOA境界への入射角は $\gamma_A=33.8^\circ$ 、真下から入射する場合は $\gamma_A=0.0^\circ$ である。前者は臨界角($\gamma_c=32.2^\circ$)をわずかに越えており、以下では、前者を臨界角入射、後者を垂直入射と呼ぶ。なお、図中のGは動ひずみの測点でO点から4cmの位置にある。

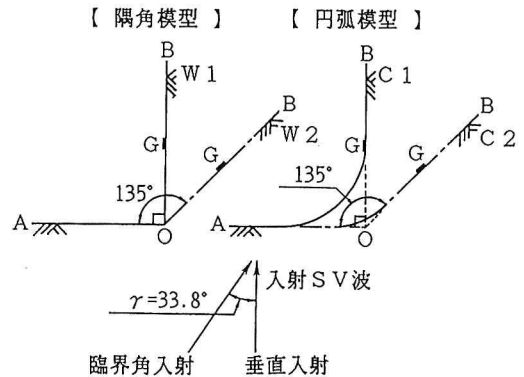


図-1 隅角部付近の模型形状

3. 動光弾性写真

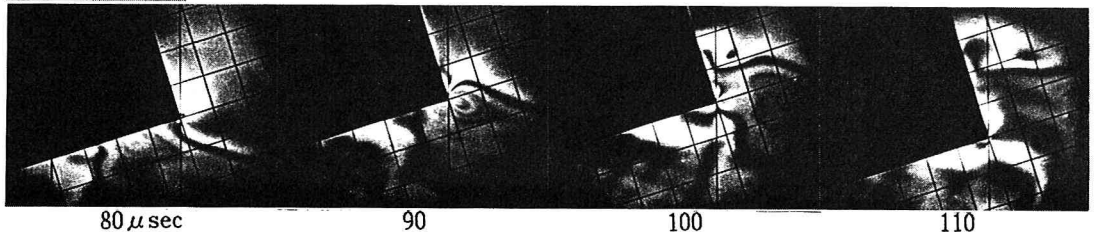


写真-1 模型W1の等色線縞模様写真 $\gamma_A=33.8^\circ$, $\phi=90^\circ$

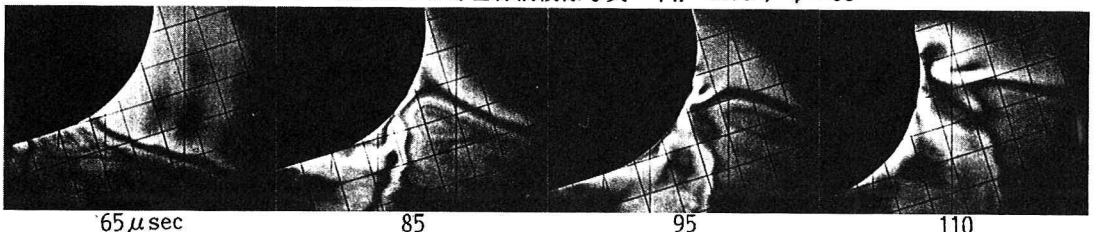


写真-2 模型C1の等色線縞模様写真 $\gamma_A=33.8^\circ$, $\phi=90^\circ$

写真-1, 2に, それぞれ模型W1, C1に対して平面SV波が臨界角入射する場合の等色線縞模様写真を示す。このとき両模型とも, OA境界では入射波により応答の大きい非均質波(表面波)が発生し, その表面波をともなう隅角(円弧)部へ入射することになる。また, OB境界へ入射波は直接入射せず, 隅角部または円弧部で発生したhead waveと表面波などの散乱波のみが伝播する。しかし, 写真-1, 2から明らかなように, OB境界付近に関しては模型W1, C1ともに, 発生する縞模様とその挙動がほぼ同じであり, 隅角でも円弧でもこの部分による散乱波の発生機構は同じであると考えられる。

4. 動ひずみ

図-2(a)および(b)に, 模型W1とC1に対して, それぞれ垂直入射および臨界角入射($\gamma_A=33.8^\circ$)の場合の測点Gのひずみ応答を示す。

(a)と(b)のOB境界への入射角 γ_B は, それぞれ 90° と 123.8° である。また, (a)と(b)は入射SV波の粒子運動

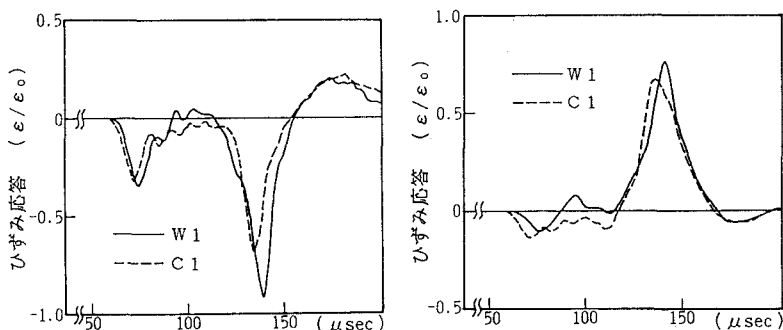


図-2 垂直入射と臨界角入射の測点Gのひずみ応答

方向を逆にしているためひずみの符号も逆になっている。なお, ε_0 は入射SVパルスの最大せん断ひずみのピーク値である。

隅角部の開角 ϕ と入射角 γ_A が等しい場合は, 円弧より隅角による応答が大きく, また垂直入射より臨界角入射の応答が大きい。

入射角 γ_A を固定し, 隅角の開角を変えOB境界への入射角 γ_B を変化させた場合の, 測点Gに

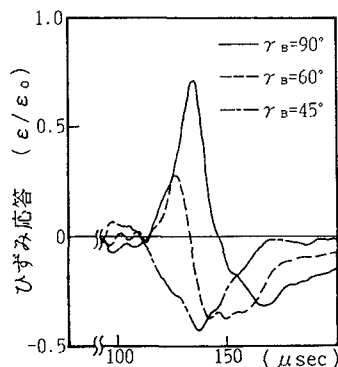


図-3 γ_B とひずみ応答

おけるひずみ応答の変化を考えるため, 図-3に垂直入射の場合の応答の違いを示す。この図から, OB境界へ直接入射する場合の散乱波の応答は, 隅角を通過する間に入射角が変化する角度の範囲によりひずみの位相が変化することが分かる。

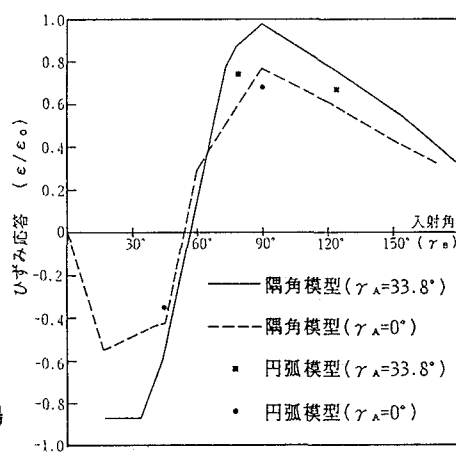


図-4 γ_B と最大ひずみ応答

図-4に, γ_A を 0° と 33.8° に固定して, γ_B を 0° から 180° まで変化させた場合の, 測点Gのひずみ応答の最大値を示す。ここに示したひずみ応答には, $0^\circ \leq \gamma_B \leq 90^\circ$ のとき, 隅角部からの散乱波による応答と直接入射した反射波の応答の和が示されているが両者を区別することは困難である。

5. まとめ

ここで対象にした隅角部(隅角, 円弧)と開角の範囲では, 平面入射波が隅角部をはさむ直線境界の一方から他方へ通過するとき, ①隅角部を通過した後の応答は, 隅角部の開角と他方の境界への入射角により支配される。②開角が等しければ, 他方の境界への入射角が 90° 付近のとき最大となり, 垂直入射より臨界角入射の場合の方が約2割大きい。③また, 円弧より隅角の方が散乱波の応答は大きい。

参考文献 1) 佐藤誠: 動光弾性実験による平面SV波が入射した自由境界の表面波挙動, 構造工学論文集, Vol. 35A, pp. 27~36, 1989.