

半無限弾性板内の Superseismic Wave の伝播について

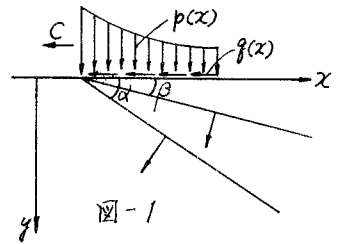
京都大学工学部 正 員 丹羽 義次
 " " " 〇佐藤 誠
 京都大学大学院 学生員 久保 晋

緒 言

筆者らは先に41年度関西支部講演会において、縦衝撃を受ける摩擦抗の動的挙動について発表した。その際、抗内の応力伝播によって地盤内に衝撃波即ち Superseismic wave が発生することを示した。しかしここではこれについて詳しい研究を行なわなかったため、ここではこの問題も取上げ、半無限弾性板内に伝播する Superseismic Wave について基礎的研究を行なった。特に板内の主応力方向の変化および板内の円孔周辺部の応力集中に注目して究明した。

Superseismic Wave

図-1に示すように半無限弾性板の自由辺に移動荷重が作用する場合に、 $M_L > 1$, $M_T > 1$ であれば Superseismic Wave が発生する。ただし $M_L = C/C_L$, $M_T = C/C_T$, $C_L^2 = E/(1-\nu^2)\rho$, $G^2 = \mu/\rho$ の場合、板内の応力成分は次式で与えられる。



$$\sigma_x = \frac{1}{(2-M_T^2)+4K_L K_T} \left[(M_T^2-2M_L^2+2) \{ (2-M_T^2)p(x-Ky) - 2K_T g(x-Ky) \} \right. \\ \left. + 2K_T \{ 2K_L p(x-K_T y) + (2-M_T^2)g(x-K_T y) \} \right],$$

$$\sigma_y = \frac{-1}{(2-M_T^2)+4K_L K_T} \left[(2-M_T^2) \{ (2-M_T^2)p(x-Ky) - 2K_T g(x-Ky) \} + 2K_T \{ 2K_L p(x-K_T y) + (2-M_T^2)g(x-K_T y) \} \right], \quad \text{----- (1)}$$

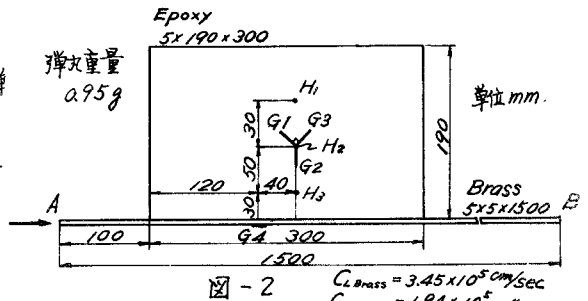
$$\tau_{xy} = \frac{-1}{(2-M_T^2)+4K_L K_T} \left[2K_L \{ (2-M_T^2)p(x-Ky) - 2K_T g(x-Ky) \} - (2-M_T^2) \{ 2K_L p(x-K_T y) + (2-M_T^2)g(x-K_T y) \} \right].$$

ここに、 $M_L = (1+\delta^2)^{1/2}$, $M_T = (1+\gamma^2)^{1/2}$.

これから、縦波部分、横波部分における主応力方向をそれぞれ θ_1 , θ_2 とすると、 $\tan 2\theta_1 = 2K_T/(1-K_L^2)$, $\tan 2\theta_2 = (2-M_T^2)/2K_T$ である。また自由辺と縦波、横波がなす角度を α , β とすると、 $\sin \alpha = C_L/C$, $\sin \beta = G/C$ で与えられる。

実験方法

Superseismic Wave を発生させる実験として図-2に示すような模型を用いた。A端で弾速約120m/secのボンブ銃弾で衝撃した。ABの長さは測定時間内に測長に及射波の影響が現われないよう十分長くした。 G_1, G_2, G_3 は直交型ロゼットゲージの三成分であり、主応力方向測定用である。 G_4 は板への入射パルスを測定するためのものである。



$C_{L \text{ brass}} = 3.45 \times 10^5 \text{ cm/sec}$
 $C_{L \text{ epoxy}} = 1.94 \times 10^5 \text{ "}$
 $C_{T \text{ epoxy}} = 1.04 \times 10^5 \text{ "}$

また、 H_1, H_2, H_3 はそれぞれ $\phi 4.0, \phi 7.5, \phi 4.8 \text{ mm}$ の円孔で、周辺の応力集中の方向から主応力方向の変化を求めた。なお、本実験においては摩擦抗等の場合と異なり、移動荷重の成分は $q(x)$ か $p(x)$ に比較して十分大きいと考えることができる。

実験結果および考察

写真-1

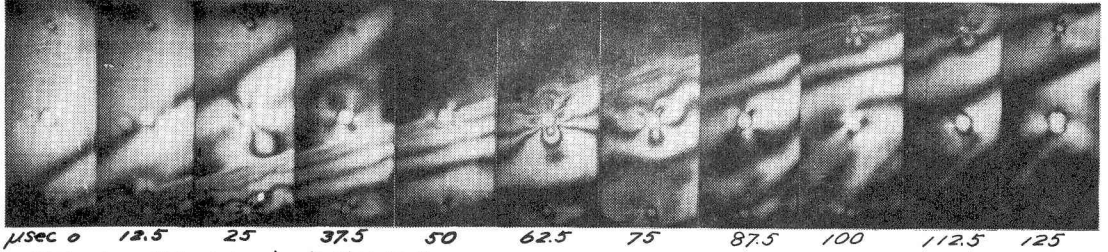


写真-1は測点附近の動光弾性写真の一例である。中央円孔 H_2 に注目すると、縦波 front の到達後約 $37.5 \mu\text{sec}$ で横波の front が到達し、同時に主応力方向が急激に変化している。

図-3はロゼットゲージおよび G_4 の歪変化を示したものである。 G_4 から入射パルス波の波長は、主パルスが 0.6 cm 、全体としては 24.20 cm であることがわかる。この程度の波長であれば円孔による応力波の乱れは通過後約 2 cm で消失している。

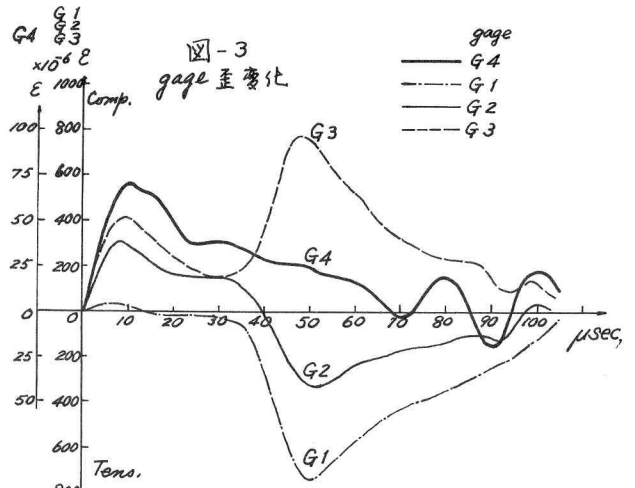
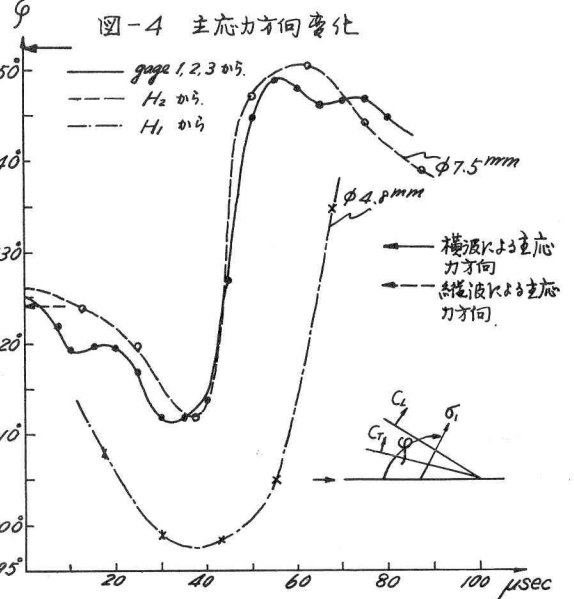


図-4はロゼットゲージおよび円孔周辺の応力集中から求めた主応力方向の変化を示したものである。これによる縦波通過後約 $40 \mu\text{sec}$ から横波による方向変化を示している。円孔 H_1 については横波の到達時刻の遅れだけ遅れて変化している。それぞれの波の到達初期には主応力方向は理論値と一致しているが、いずれも次第に減少している。これは伝播につれて Epoxy の内部摩擦により角度 α, β が見掛け上減少していること、入射パルス絶対値が減少しているためである。



なお、円孔の径および波長と応力集中あるいは応力波の乱れとの関係については当日詳述する。