

有孔壁板の光弾性実験による応力解析 (第2報)

正員 本多祐也*

1. 緒 言

建築構造物の地下構造を圧気潜函工法で施工する場合、内部隔壁板は沈設後に、種々の設備の為に必要な孔をあけなければならない。これは施工上及び経済上非常に不利である。それであらかじめ孔をあけた隔壁板を有する構造物を沈下させる為には、壁板下端に大きな引張力を受ける有孔壁板の解析が必要となる。

某建築物の地下構造として、短形孔を有する鉄筋コンクリート壁板についての設計上の資料を得る為に、二次元光弾性実験により隔壁板の孔周応力の分布について調べたので、その結果を発表する。

2. 実験方法及び実験結果

試験片はエポキシ樹脂(アラルダイトB)6mm板を加工使用した。モデルと実物との関係は、モデルの荷重、長さ、厚さ、応力をそれぞれ W_m, l_m, t_m, σ_m 。実物のものを W_p, l_p, t_p, σ_p とすると、

荷重: $W_p = 40 \text{ t/m} \times 22 \text{ m} = 880 \text{ ton}$, $W_m = 100 \text{ kg}$

長さ: $l_m/l_p = 1/200$

厚さ: $t_m/t_p = 6/1000$

モデルと実物とが縮尺、厚さ、荷重(分布形は相似)、弾性係数が異なる場合、通常の二次元問題に於いては、一点の応力は、 $W/l \cdot t$ なる量に比例する。

故に、実物での応力 σ_p は次式で示される。

$$\sigma_p = \sigma_m (W_p/l_p \cdot t_p) / (W_m/l_m \cdot t_m)$$

故に本実験では、 $\sigma_p = 0.264 \sigma_m$ なる関係にある。

荷重装置は図-4に示す如くで、下辺に均等な引張り力100kgを加えた。

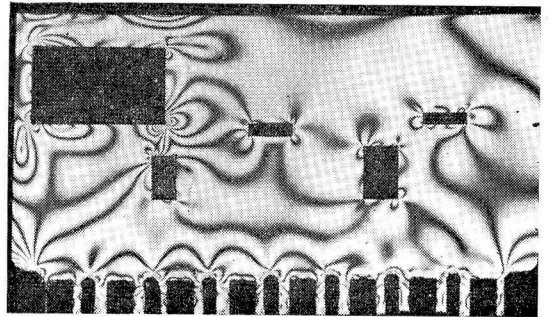


図-1

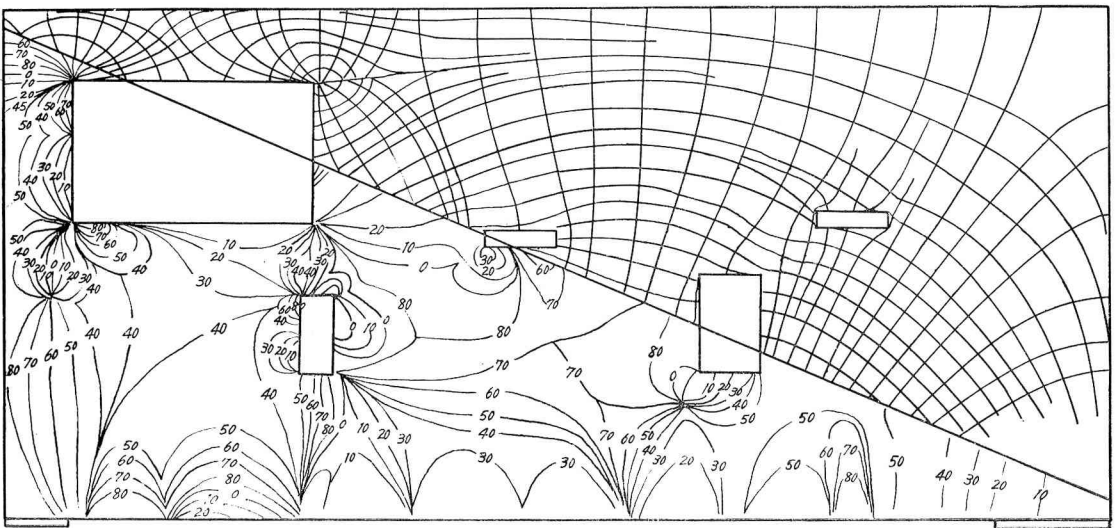


図-2 主応力線及び等傾線図

* 北海道大学工学部

孔の大きさや位置の異なる数種類のモデルについて実験を行なったが、その一例を掲げれば、図-1、図-2、図-3の如くである。

図-3に於いて、隅角部頂点の応力は、測定困難であり、その近傍の応力は、A孔に於いては、左上隅 140 kg/cm^2 (実物に換算すると 37 kg/cm^2) 右下隅 240 kg/cm^2 (63.4 kg/cm^2) にも達し、これより概想すると隅角部の応力集中は、相当大きくなると考えられる。一般的に、壁板周辺部に位置する孔の周辺応力は大きく、特に孔の大きな場合ほど応力の集中が著しい。

(A) ハンチの孔周辺応力に及ぼす影響

孔隅角部に於けるハンチの影響について調べるために、図-4(a)の如く、矩形孔の位置は一定にし、これに、 $r=0$, 2 mm, 4 mm, 6 mm の直線及び曲線ハンチを付した7種類のモデルについて実験を行なった。

隅角部の応力分布図を図-5に示す。ハンチを付すことによって隅角部の応力集中は急激に減少するが、直線ハンチの場合、そのつけ根 (図-4(a), 図-5のB, D, F, H) には依然として応力の集中が見られる。これも曲線ハンチではかなり減少させ得る。

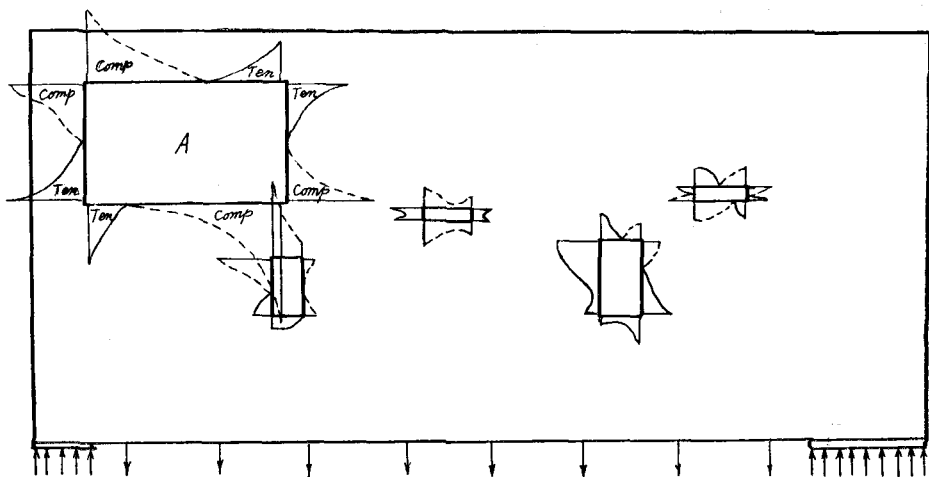


図-3

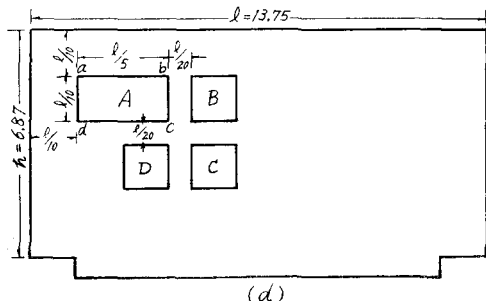
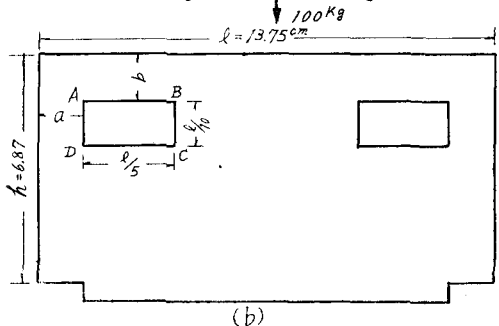
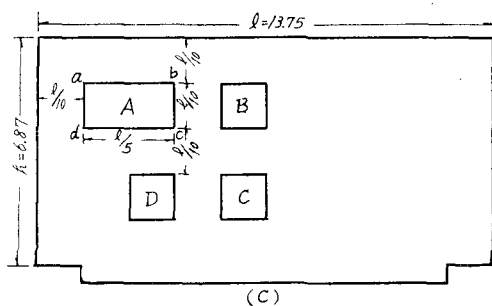
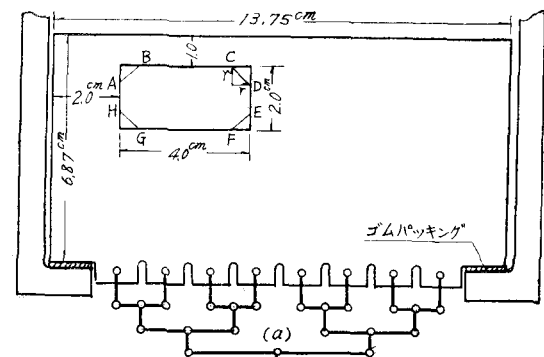
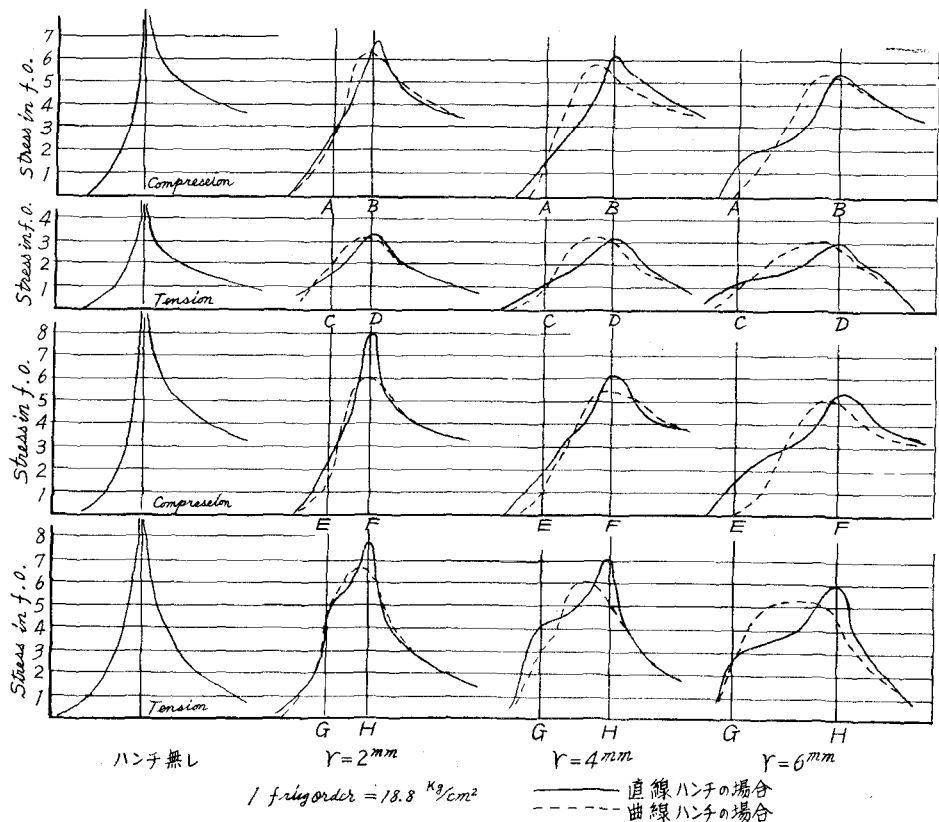
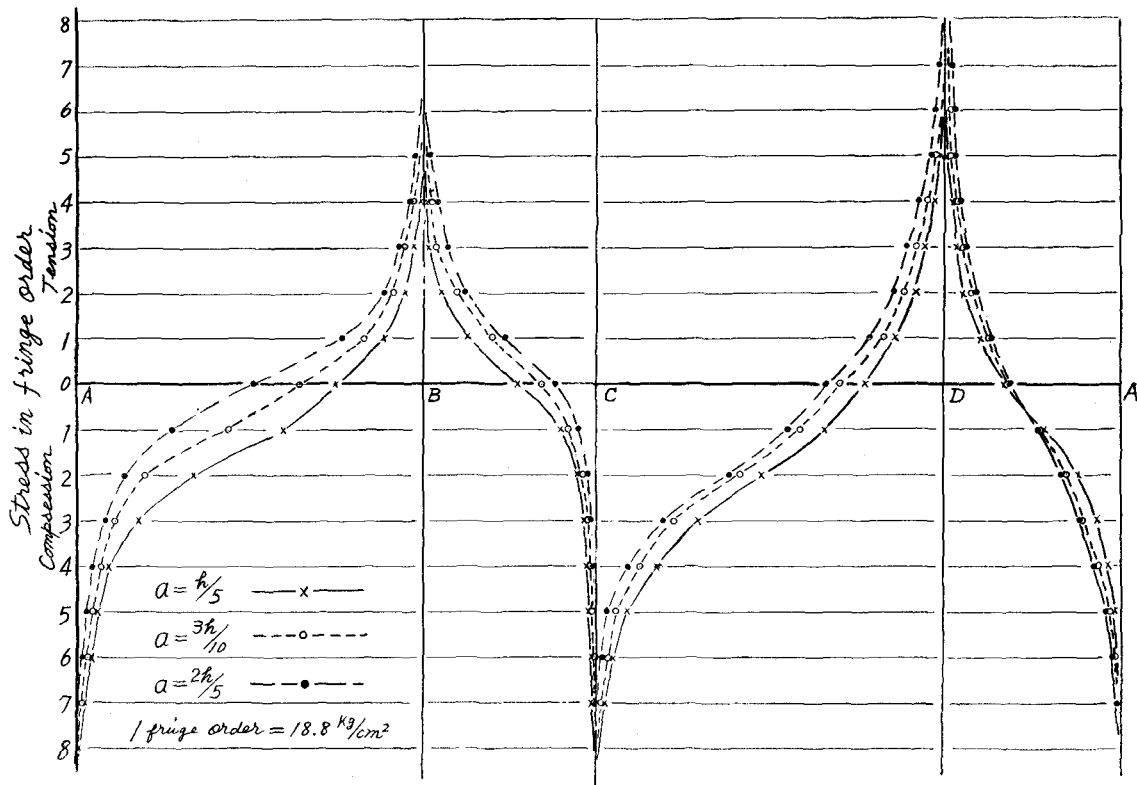


図-4



図—5



図—6 $a=l/10$ に於ける矩形孔周辺応力分布の展開図

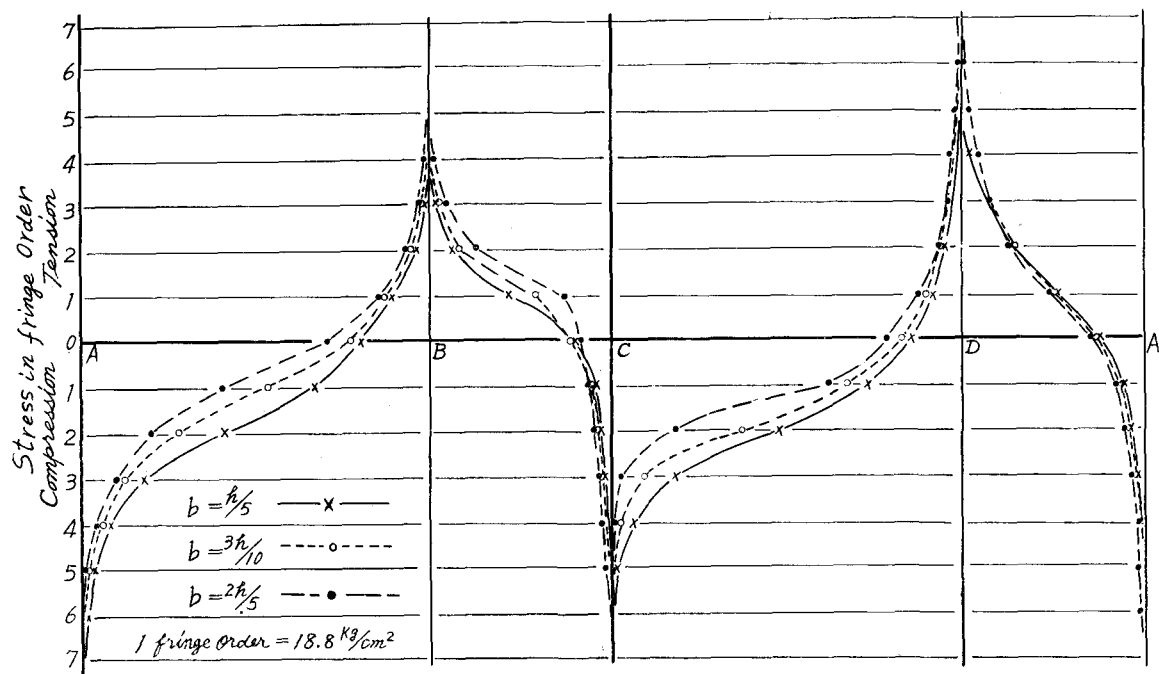


図-7 $a=l/5$ に於ける矩形孔周辺応力分布の展開図

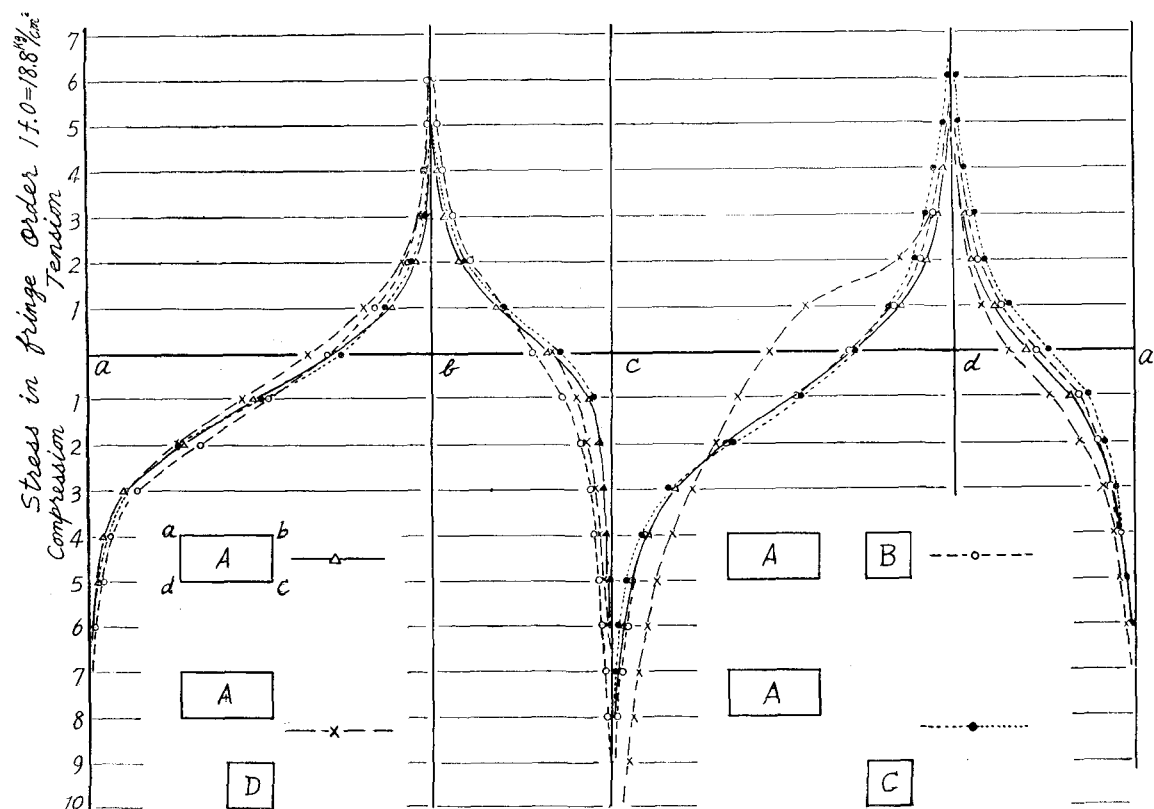


図-8 A 孔周辺応力分布展開図

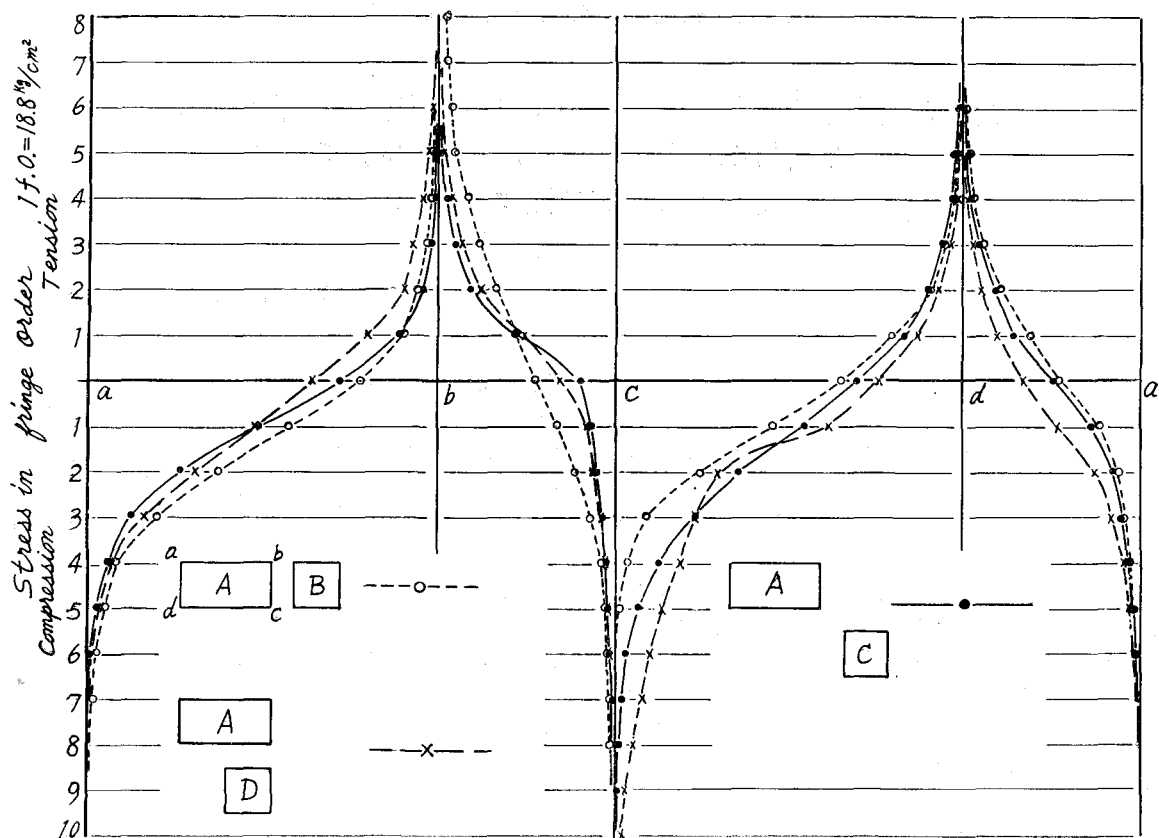


図-9 A 孔周辺応力分布展開図

(B) 壁板中の孔の位置による孔周辺応力の変化

孔の壁板中に於ける位置により孔周辺応力がどのように変化するかを調べる為に、図-4(b)の如く、 $a=l/10$ について、 $b=h/5, 3h/10, 2h/5$ 、及び $a=l/5$ について、 $b=h/5, 3h/10, 2h/5$ と孔の位置を移動した場合の各々についての、孔周辺応力の展開図を図-6、図-7に示す。

本実験の結果、 $a=l/5$ の場合、即ち壁板中央寄りの孔の周辺応力は $a=l/10$ の場合、即ち壁板周辺寄りのものより著しく減少している。

又孔の上下の位置の変化による孔周辺応力分布状態の変化は、壁板上側にある孔ほど圧縮応力が、増大し、引張応力が減少する傾向がある。

(C) 孔相互の位置関係が孔周辺応力に及ぼす影響

図-4(c)(d)に示す如く A 孔の近傍を小孔が、B, C, D の如く移動した場合の A 孔周辺応力分布の変化を調べた。各々についての A 孔周辺応力分布を図-8、図-9に示す。この結果、小孔の影響は、A 孔全周に及んでいるが、特に

小孔が、図-4(c)(d)の D の位置にある場合、非常に著しい。

3. 結 び

本実験で取り上げた問題は種々の複雑な要素、即ち、荷重、壁板の形状、孔の大きさ、位置、及び同時に存在している他の孔の状態等、種々組合わされた場合、それぞれ、応力状態が変化するが、多少なりともその傾向がつかめていれば幸いである。

本実験に協力いただいた芳村仁、奥村勇、溝口忠、3氏に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 「光弾性学による客車側構のトレスの研究」, 辻二郎.
- 2) 「光弾性実験法」, 辻二郎・西田正孝・河田幸三.
- 3) 「有孔壁板の光弾性実験による応力解析」, 芳村仁, 本多祐也, 奥村勇, 溝口忠, 第 15 回応用力学連合講演会.