

大阪大学工学部

渡辺正紀

○ 山口常昭

## 1. 緒言

前報における主応力曲線の変化より，内部応力場における割れの進展が最大主応力説に支配されるであろうことが明らかとなった。しかし内部応力場には割れが発生・伝播する場合どのような径路をたどるか不明な点が多い。

本研究においては，内部応力場における割れの発生・伝播は最大主応力説にしたがうものとして，まず理論的に割れの方角を求め，さらに実験により実証することとした。

## 2. 理論的考察

考慮する内部応力場として，図1に示すような板厚 $t$ なる無限板の中央に長さ $2L$ 幅 $2b$ なる溶接継手が存在する場を考えることとする。

このような場の表示法として，次のような応力函数中が与えられる。すなわち，

$$\phi = \frac{E\alpha}{4\pi} \left\{ \log \sqrt{x^2 + y^2} + \log \sqrt{(2L-x)^2 + y^2} \right\} \quad (1)$$

$$E\alpha = - \iint g(x, y) dx dy$$

$g(x, y)$  : 固有ひずみ

図 1

したがって，残留応力 $\sigma_{xr}$ ,  $\sigma_{yr}$ ,  $\tau_{xyr}$  はそれぞれ次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{xr} = -\sigma_{yr} &= \frac{E\alpha}{2\pi} \left\{ \frac{(L+x)^2 - y^2}{\{(L+x)^2 + y^2\}^2} + \frac{(L-x)^2 - y^2}{\{(L-x)^2 + y^2\}^2} \right\} \\ \tau_{xyr} &= \frac{-E\alpha}{2\pi} \left\{ \frac{2(L+x)y}{\{(L+x)^2 + y^2\}^2} - \frac{2(L-x)y}{\{(L-x)^2 + y^2\}^2} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

また任意の点における主応力が $x$ 軸と与す角度 $d$ は  $\tan d = 2\tau_{xy} / (\sigma_x - \sigma_y)$  より

$$\tan 2d = \frac{-\frac{E\alpha}{\pi} \left\{ \frac{2(L+x)y}{\{(L+x)^2 + y^2\}^2} - \frac{2(L-x)y}{\{(L-x)^2 + y^2\}^2} \right\}}{\frac{E\alpha}{\pi} \left\{ \frac{(L+x)^2 - y^2}{\{(L+x)^2 + y^2\}^2} - \frac{(L-x)^2 - y^2}{\{(L-x)^2 + y^2\}^2} \right\}} \quad (3)$$

となる。

いま，割れが最大主応力説にしたがうものとし，割れが瞬時に進行する場合を対象とするならば応力の再分布は一応考慮しなくとも良いことになる。このような考え方より上述の内部応力場について，溶接線上ならびにその延長上の任意の点を通る最小主応力曲線を求め，これを理論的に割れ径路とした。なお主応力曲線の算定にあたっては，任意の主応

力曲線を  $x-y$  座標上にとると、その微分方程式は

$$dy/dx = \tan \alpha \quad (4)$$

となるため、これに (3) を代入し数値積分により求めることとした。その結果を図 2 に示す。

### 3. 実験的検証

前述の理論的考察を実験的に検証するため、焼入れした S55C 材により図 3 のような試験片を作成し実験を行った。

溶接にあたっては、溶接継手には構縫ぎを設けたものと設けなかったものの 2 種とし、溶接終了後たぐちに  $-78^{\circ}\text{C}$  のアルコール中に漬け割れが瞬時に進行するようにした。なお試験片寸法は前報と相似にするようにした。

図 4 は実験により得られた代表的な割れをまとめたもので、図 1 は考察の便利のため、図 3 に示した理論的なものを破線で、また前報の as Weld 状態における主応力曲線を実線で併記してある。

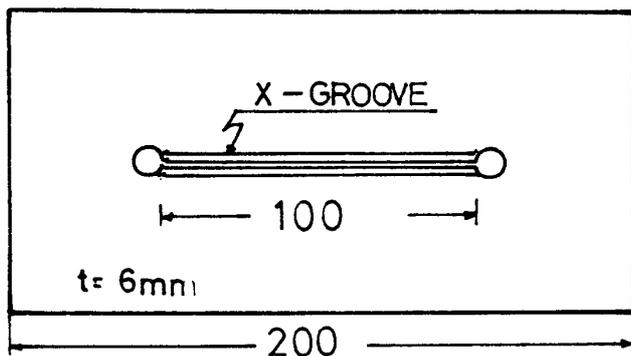


図 3

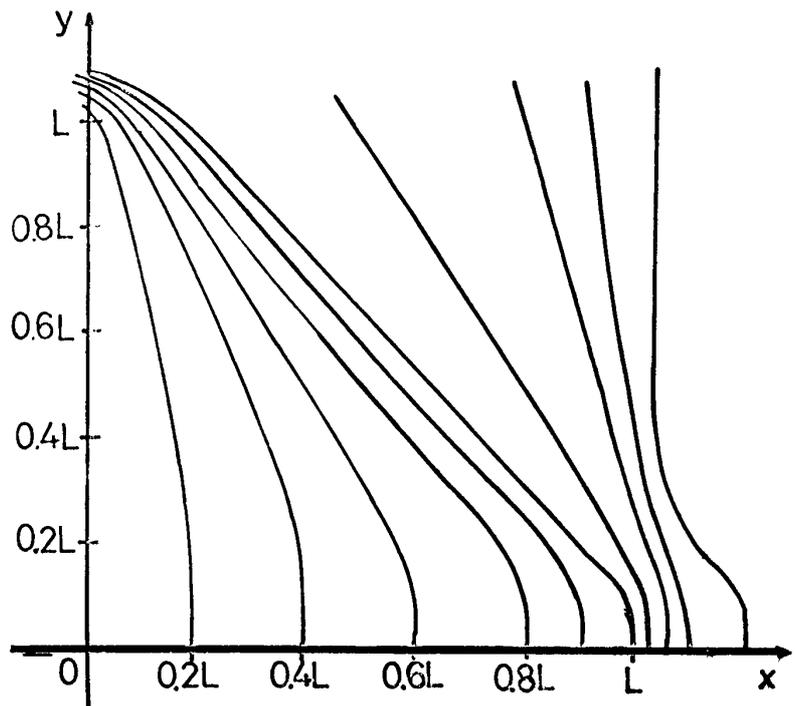


図 2

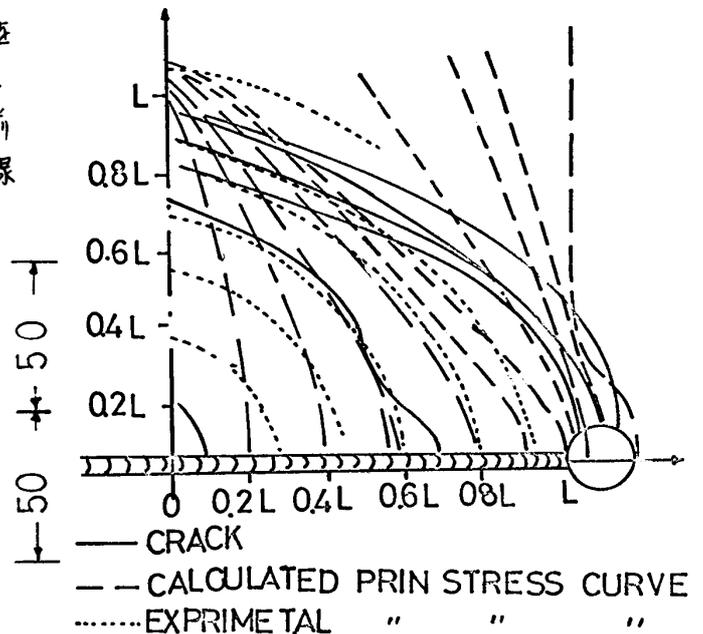


図 4

### 5. 結 論

内部応力場に発生する割れは最大主応力説によるものとした前報の結論ならば本研究の前提の正しいことが実証された。

したがって、内部応力場における割れ発生時の方向ならば径路は、内部応力場の考慮する点を通る最小主応力曲線より推定することが可能である。