

## 壓縮力을 받는 熔接이음부의 應力解析에 關한 研究

釜山水產大學校                    李 東 郁  
○ 釜山水產大學校 大學院        蔡 右 基  
韓國電力公社 技術研究院       李 鍾 林

### 1. 序論

海洋構造物の 床版, 船舶의 甲板 및 原子力發電所 格納建物의 liner plate 등에는 壓縮, 引張, 翹, 전단력 등이 作用하며 反復荷重도 받게되며, 熔接이음부의 性能을 支配하는 力學的 要因으로서는 熔接缺陷, 形相의 變化, 殘留應力, 變形 등이 있다.

構造物 製作時 經濟的 利點과 運搬上의 어려움으로 인하여 現場에서 構造物이 組立되는 경우 施工上 多少의 熔接缺陷이 發生하게 되고 熔接缺陷을 多少 認定하지 않으면 안된다. 이때 이음部에는 reinforcement 및 misalignment가 存在하게 되며 이 部分에는 形狀的 變化部가 되어 應力 및 變形이 集中되어 이음部의 性能에 큰 影響을 주게된다. 특히 misalignment가 存在하면 偏心이 誘發되고 이로 인하여 moment가 發生하여 過渡한 應力集中이 發生하여 致命的인 破壞를 일으키기도 한다<sup>1)~4)</sup>.

따라서 本 研究에서는 海洋構造物の 床版, 船舶의 甲板 및 原子力發電所 格納建物의 liner plate 등의 壓縮應力을 받는 경우, 熔接이음部에 대하여 misalignment, root部 flank角度, root部 形狀, root gap 및 root部의 overlap 길이를 바꾸어서 root部 및 toe部에서 壓縮應力의 舉動狀態를 有限要素法에 의한 彈性應力解析法으로 解析하였다.

### 2. 熔接이음부의 應力解析

#### 2-1 이음부의 model化

熔接이음부의 model化는 tack welding과 backing strip을 가지며 misalignment가 있는 部材에 대해서 다음과 같이 여러가지로 model化를 實施하였다.

- (1) Misalignment( $\delta$ )가 0.0, 2.0, 4.0mm로 變할 때(Fig. 1)
- (2)  $\delta$ 가 各各 2.0 및 4.0mm일 때 root部 flank角度( $\theta$ )가 變할 때(Fig. 2)
- (3)  $\delta$ 가 各各 2.0 및 4.0mm일 때 root部 形狀이 볼록 및 오목비드일 때 (Fig. 3)
- (4)  $\delta$ 가 各各 2.0 및 4.0mm일 때 root gap( $r$ )이 變할 때(Fig. 4)
- (5)  $\delta$ 가 4.0mm인 경우에 root部의 overlap길이( $l$ )가 變할 때(Fig. 5)

壓縮力이 負荷될 때 應力解析은 形狀變化에 따른 影響이 없도록 하기위하여 平滑部의 應力이 平均應力이 되도록 model化를 實施하였다.

Model化에서 tack welding과 backing strip의 치수는 實際로 施工에 使用되는 材料의 指數를 考慮하여 tack welding의 두께 4.0mm, 幅 4.0mm이고 backing strip의 두께 6.0mm, 길이 30.0mm로 하였다.

## 2-2 應力集中係數

應力集中係數( $K_t$ )는 平滑部의 應力을 두께 6.0mm에 6.0kg의 壓縮荷重을 주어서 平均應力이  $1\text{kg}/\text{mm}^2$ 이 되도록 하였으며, 最大壓縮應力 및 最大壓縮應力의 方向을 구하였다.

## 3. 解析結果

(1)  $\delta$ 가 0.0, 2.0, 4.0mm로 變할 때

$\delta = 2.0\text{mm}$ 일 때 壓縮應力의 흐름圖를 Fig. 6에 나타내었다.  $\delta = 0.0, 2.0, 4.0\text{mm}$ 로 變化시켰을 때 root部(●)와 toe部(○)에서 가장 큰 應力集中係數를 Fig. 7에 나타내었다. 그림에서 toe部보다 root部에서 應力集中이 훨씬 크며  $\delta$ 가 增加할수록 root部 應力集中이 현저하게 增加하나 toe部에서 應力集中은  $\delta$ 가 增加함에 따라 그다지 增加하지 않음을 알수있다.

(2)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때  $\theta = 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ$ 로 變할 때

$\theta$ 를 變化시켰을 때의 解析結果를 Fig. 8에 나타낸다. 여기서  $\delta = 2.0$  및  $4.0\text{mm}$ 의 두 모델 모두 root部에서의 應力集中이 toe部보다 훨씬 크게 나타나며,  $\theta$ 가 增加하여도 root部 및 toe部の 應力集中은 그다지 變化하지 않는다.

(3)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때 Root部 形狀이 볼록 및 오목비드일 때

□ 및 □비드일 때 解析結果를 Fig. 8에 나타내며, root部 形狀이 □ 및 □비드일 때 root部에서나 toe部에서 應力集中은 거의 같음을 볼수있다. 그러나 toe部보다 root部 應力集中이 상당히 큰 것을 알수있다.

(4)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때  $r = 0.0, 1.0, 2.0, 3.0\text{mm}$ 로 變할 때

$r$ 을 偏測으로 變化시켰을 때의 解析結果를 Fig. 9에 나타내며,  $\delta = 2.0$  및  $4.0\text{mm}$  양쪽 모두  $r$ 이 增加함에 따라서 root部와 toe部에서의 應力集中은 약간 增加하였고 root部 應力集中이 toe部 應力集中보다 훨씬 크다.

(5)  $\delta = 4.0\text{mm}$ 에서  $\varrho = 0.0, 2.0, 4.0\text{mm}$ 로 變할 때

$\varrho$ 이 變할 때의 解析結果를 Fig. 10에 나타내며, root部와 toe部에서의 應力集中은 거의 變化하지 않았다.

## 4. 解析에 대한 考察

(1) Misalignment가 0.0, 2.0, 4.0mm로 變化할 때 root部的 應力集中은 큰 幅으로 增加한 반면 toe部的 應力集中은 거의 一定한 값을 유지하고 있다. 따라서 가능한 한 misalignment를 줄이는 것이 應力集中을 작게하

- 는 것이 良好한 이음狀態가 된다고 생각된다.
- (2)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때 root部 flank角度가 커짐에 따라서 應力集中은 그다지 影響을 미치지 않음을 알수있다.
  - (3)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때 root部 形狀이 볼록 및 오목비드일 때 應力集中은 거의 同一함을 알수있다.
  - (4)  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$ 일 때 root gap이 偏測으로 增加함에 따라서 root部 應力集中은 增加하고 toe部의 應力集中은 減少하였다. 따라서 root gap을 減小하는 것이 良好한 이음이 된다고 생각된다.
  - (5)  $\delta = 4.0\text{mm}$ 인 경우에 root部의 overlap길이가 變할 때 overlap의 影響은 거의 없다.

## 5. 結論

- (1) Tack welding과 backing strip을 가지며 misalignment가 존재하는 熔接 이음部에 壓縮力이 作用할 때 toe部보다 root部에서 應力集中이 매우 컸다.
- (2) Misalignment를 變化시킨 경우 misalignment가 增加할수록 root部의 應力集中은 현저하게 크게 되는 것을 알수있다.
- (3) Root部의 flank角度를 變化시킨 경우 應力集中에는 影響을 그다지 주지 않았다.
- (4) Root gap을 變化시킨 경우 應力集中에 相當한 影響을 주고 있음을 알수 있다.
- (5) Root部의 overlap길이가 變하였을 때 應力集中에는 거의 影響을 주지 않았다.

## 參考文獻

1. 西谷弘信·田中洋征·三澤祥一·別所惇之: 突き合せ溶接係數の疲勞強度に及ぼす裏當金の影響, 日本溶接學會誌, Vol.50, No.4, pp.46~50, 1981.
2. 西田: 應力集中率, 森北出版, pp.112~144, 1967.
3. Dong-Uk Lee: Fatigue Strength of One Side-Welded Joints with Backing Strip, 日本土木學會論文集, I-4, No.362號, pp.231~237, 1985. 10.
4. 李東郁·李鍾林·徐源贊: Misalignment가 존재하는 熔接이음部の 疲勞強度에 關한 研究, 韓國鋼構造學會論文集, 第1卷 第1號, pp.106~113, 1989.

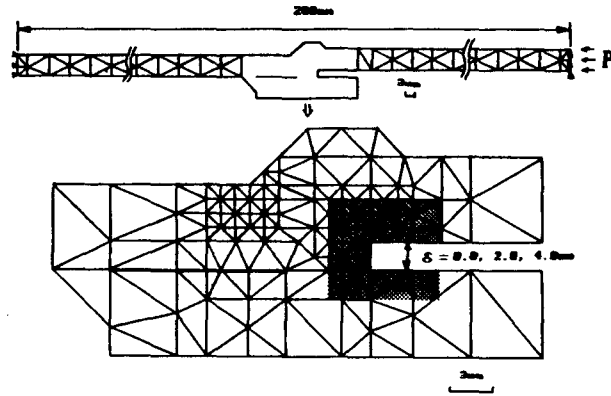


Fig. 1 Modeling of  $\delta = 2.0\text{mm}$

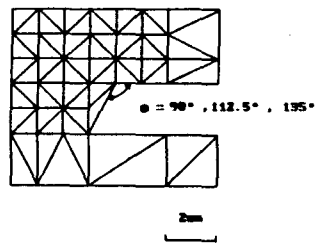


Fig. 2 Change of flank angle  
in  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

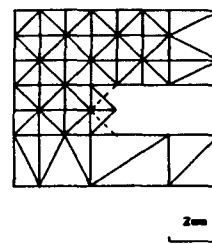


Fig. 3  $\square$ ,  $\square$  bead in  
 $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

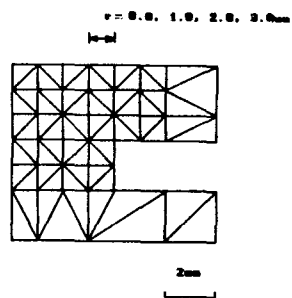


Fig. 4 Change of root gap  
in  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

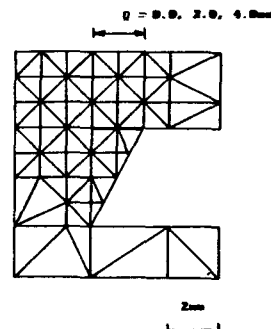


Fig. 5 Change of overlap length  
in  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

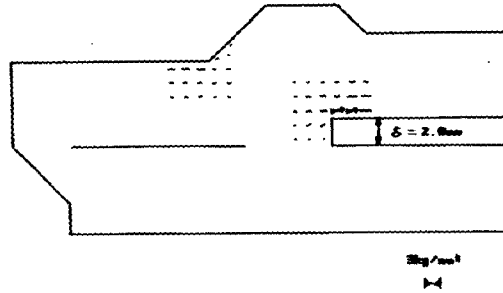


Fig. 6 Flow of principal stresses in  $\delta = 2.0\text{mm}$

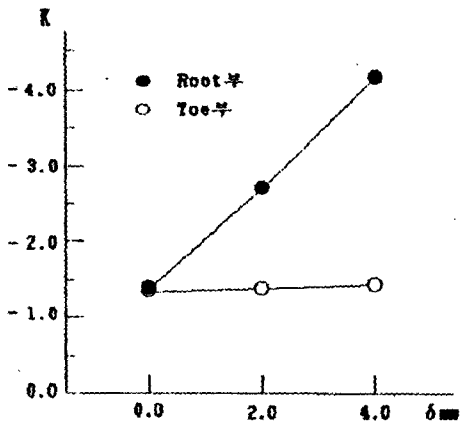


Fig. 7 Relation K and  $\delta$

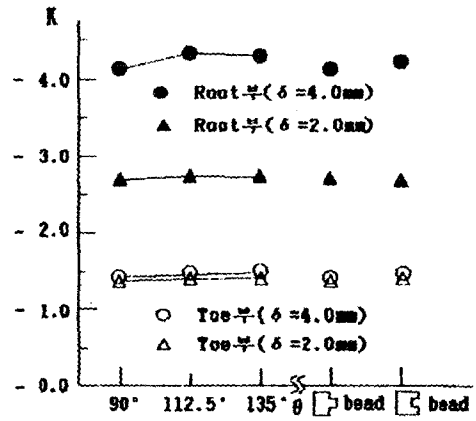


Fig. 8 Relation K and  $\theta$ , [ ] bead, [ ] bead in  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

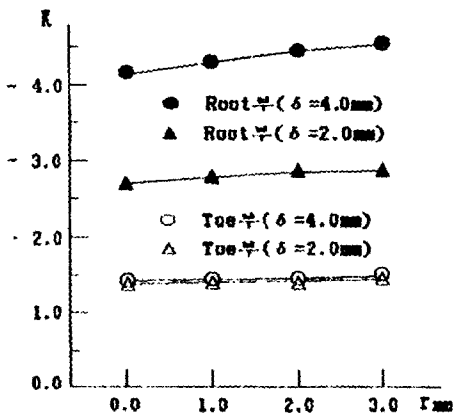


Fig. 9 Relation K and r in  $\delta = 2.0, 4.0\text{mm}$

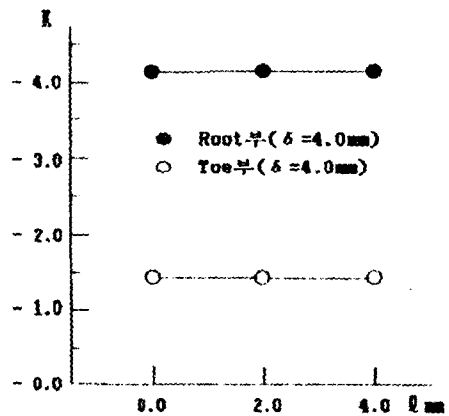


Fig. 10 Relation K and  $\phi$  in  $\delta = 4.0\text{mm}$