

<論 文>

高張力鋼 아아크熔接 본드部の 疲勞特性에 미치는 擴散性 水素의 影響에 관한 研究

金 永 植* · 具 滋 永**

(1986年 6月 25日 接受)

The Effect of Diffusible Hydrogen on the Fatigue Cracking of the Arc Welded Part in the High Tensile Strength Steel

Young-Sik Kim and Ja-Young Koo

Key Words: Low Cycle Fatigue(低사이클 疲勞), High Cycle Fatigue(高사이클 疲勞),
Striation(스트라이에이션), Quasi-Cleavage(疑壁開), Diffusible Hydrogen
(擴散性 水素)

Abstract

In this study, the effect of hydrogen absorbed in welding process on the fatigue behaviour of the weld bond was quantitatively made clear.

The influence of cyclic loading rate on the fatigue characteristics of the manual arc weld bond was inspected under the condition of constant amount of hydrogen. Moreover, the fatigue cracking mechanism concerning the diffusible hydrogen in the welded part was discussed in connection with fractographs of the fracture surfaces.

1. 序 論

最近 海洋構造物 · 壓力用器 등의 安全性確保를 위한 設計에 있어서 構成材料보다도 疲勞強度가 낮은 熔接部의 疲勞破壞防止가 重要한 問題로 대두되고 있다. 더우기 熔接時 熔接部에 混入되는 擴散性 水素는 遲延균열의 原因으로 作用하는 것은 잘 알려진 事實이나 이러한 擴散性 水素가 熔接部의 疲勞強度에 미치는 영향

에 대해서는 아직 定量的으로 研究되어 있지 않은 實情이다^(1~3). 그리고 이러한 擴散性 水素는 靜的 引張破斷時 荷重速度에 敏感한 反應을 나타내어 材料의 破斷強度에 크게 영향을 미친다는 사실은 이미 잘 알려져 있지만 여러가지 速度의 反復荷重이 作用할 때, 疲勞強度에 미치는 영향에 대해서는 定量的으로 研究되어 있지 않은 실정이다^(4,5).

本 研究에서는 이러한 事實에 着眼하여 프랑스의 Granjon에 의해 이미 開發된 熔接部의 再現성이 탁월한 종래의 靜的임플란트(implant)試驗機⁽⁶⁾를 改良 · 考案하여 아아크용접부의 疲勞特性에 영향을 미칠 수 있는 諸影響因子를 再現하여 간편하게 疲勞試驗을 할 수

* 正會員, 韓國海洋大學 機關學科

** 正會員, 韓國海洋大學 大學院

있는 動的 임플란트試驗機를 開發하였다. 이러한 試驗機를 利用하여 低溫·高壓力用鋼材에 대해서 다음과 같은 項目들을 究明할 目的으로 本 研究는 수행된 것이다.

- (1) 아아크熔接 본드부의 疲勞破斷壽命을 評價할 수 있는 새로운 試驗法의 提案.
- (2) 擴散性 水素가 熔接 본드부의 疲勞強度에 미치는 影響을 評價.
- (3) 擴散性 水素를 內在하고 있는 熔接部에 있어서 反復荷重速度가 熔接 본드부의 疲勞強度에 미치는 影響을 評價.
- (4) 熔接 본드부에 있어서 疲勞균열進展의 微視的 機構에 대한 究明.

2. 實驗方法 및 實驗裝置

2.1 實驗材 및 試驗片

本 實驗에 使用한 試驗材로서는 低溫·高壓力用 鋼材인 SLA37을 使用하였으며 그 化學的 成分과 炭素當量(C_{eq}), 熔接균열感受性組成(P_{CM}) 및 機械的 性質을 Table. 1에 나타내었다. 供試鋼인 SLA37은 母材의 化學的 成分으로 부터 決定되는 P_{CM} 값이 0.167로써 WES 3001-1982에 提案된 crack-free 鋼級($P_{CM} < 0.2$)으로 熔接性이 특히 우수한 鋼材이다⁽⁷⁾.

Table 1 Chemical compositions & mechanical properties

SLA 37	Chemical compositions (%)											Mechanical properties		
	C	Si	Mn	P	S	Mo	Al	V	Ti	C_{eq}	P_{CM}	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	EI (%)
	0.08	0.25	1.40	0.02	0.002	0.06	0.022	0.047	0.012	0.342	0.167	489	583	30

$$C_{eq} = C + \frac{1}{6}Mn + \frac{1}{24}Si + \frac{1}{40}Ni + \frac{1}{5}Cr + \frac{1}{4}Mo + \frac{1}{14}V (\%)$$

$$P_{CM} = C + \frac{1}{30}Si + \frac{1}{20}Mn + \frac{1}{20}Cu + \frac{1}{60}Ni + \frac{1}{20}Cr + \frac{1}{15}Mo + \frac{1}{10}V + 5B (\%)$$

實驗에 使用한 임플란트試驗片 및 母板(backing plate)의 形狀과 各 部의 寸수를 Fig. 1에 나타내었다⁽⁸⁾. 試驗片은 20mm 두께의 板中央에서 壓延方向과 平行하도록 採取하였으며 試驗片의 notch 위치는 예비실험을 통하여 熔接 본드부에 오도록 決定하였다. 또한 母板은 SS41 軟鋼板을 使用하였다.

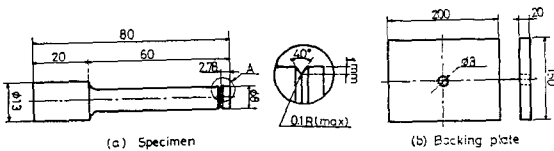


Fig. 1 Shape of specimen

2.2 動的 임플란트 試驗法의 概要

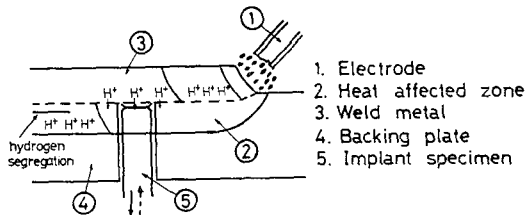


Fig. 2 Method of dynamic implant test & the propagation of hydrogen relative to the movement of arc

Fig. 2에 動的 임플란트試驗(dynamic implant test)의 試驗片의 고정부를 보이고 있다. 원주노치를 갖는 원형試驗片을 母板(backing plate)에 미리 加工해 둔 구멍에 插入한 後, 試驗片 上端部에 熔接비이드가 통과하도록 비이드 온 플레이트(bead on plate) 熔接을 實施한다. 이때 熔接에 수반되는 熔接熱사이클로 인해 試驗片 上端部에 熔接 본드部 및 熱影響部(HAZ)가 再現되며⁽⁸⁾ 試驗片上의 원주노치部에 熔接본드部가 再現되도록 하여 熔接 본드부의 疲勞特性을 評價할 수 있도록 하였다.

또한 被覆劑에 吸着된 水分이나 有機物 및 空氣中の 水分속에 포함되어 있는 分子相의 水素가 熔接 過程中에 原子相의 水素로 熱解離하여 熔接金屬으로 吸收될 것이다. 이렇게 吸收된 水素는 熔接部가 冷却됨에 따라 일부는 空氣中으로 放出되나 나머지 일부는 熔接金屬 및 母材의 連續的인 變態特性에 의한 水素溶解도에 依存하여 熔接熱影響部에 分布하게 될 것이다⁽⁹⁻¹¹⁾.

Table 2는 實驗에 使用한 아아크熔接 條件으로서 실

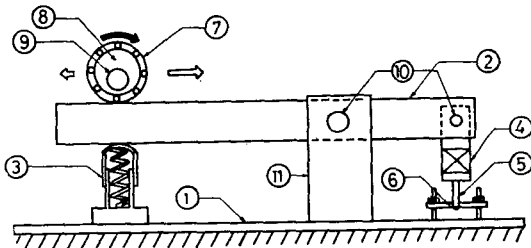
Table 2 Welding condition

Electrode	Speed (cm/min)	Current (A)	Voltage (V)	Heat input (kJ/cm)
KS E5016 φ4×400	13	170	26	20

제 많이活用되고 있는條件이다.

2.3 動的 임플란트 試驗裝置와 實驗方法

實驗에 利用한 動的 임플란트 試驗機는 種래의 靜的 임플란트 試驗裝置를 改良, 考案하여 本 研究室에서 製作한 것으로 그 概略圖를 Fig. 3에 나타내었고 件心輪을 利用하여 反復荷重을 發生하도록 하였다. 그 作動原理를 說明하면, 母板과 試驗片을 Fig. 2와 같이 熔接을 한 後, Fig. 3의 ⑤, ⑥과 같이 장착하고 件心輪⑧을 회전시켜 連結棒②의 좌측 끝 단부의 상하운동을 유발시킨다. 이러한 상하운동은 연결봉을 통해 試驗片에 傳達되어 片振引張反復荷重이 作用하도록 하였다. 또한 本 試驗機는 件心輪을 軸心線 方向으로 左右移動시킴으로써 試驗片에 걸리는 反復荷重의 크기를 조절할 수 있도록 考案되어져 있다.



- ① Base
- ② Connecting lever
- ③ Reacting spring
- ④ Load cell
- ⑤ Specimen
- ⑥ Backing plate
- ⑦ Ball bearing
- ⑧ Eccentric ring
- ⑨ Shaft
- ⑩ Pin
- ⑪ Column

Fig. 3 Schematic diagram of dynamic implant tester

本 研究는 以上과 같은 實驗方法을 통하여 熔接 本 部의 疲勞特性에 미치는 擴散性 水素의 影響을 評價하기 위하여 手動아아크熔接을 한 後, 反復荷重이 負荷되기 까지의 放置時間을 달리하여 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量을 制御해 가면서 實驗을 하였고 또한 反復荷重速度에 따른 熔接本 部의 疲勞特性을 定量的으로 評價하기 위하여 本 試驗機의 經動裝置에 1/15의 減速裝置를 附着하여 反復速度를 15cpm, 200cpm, 350cpm, 450cpm 및 800cpm으로 變速시켜 實驗을 하였다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量에 따른 熔接 本 部의 疲勞特性

Fig. 4는 熔接棒을 350°C에서 1hr의 條件으로 건조시켜 熔接을 한 後, 荷重을 加할 때까지의 放置時間을 달리함으로써 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量을 制御하여 殘留水素量에 따른 熔接本 部의 疲勞破斷應力과 反復회수의 關係를 나타낸 그림이다. 또한 임플란트 試驗片과 같은 形狀의 母材에 대한 破斷應力과 反復회수와의 關係가 함께 表示되어 있다. 이때 反復荷重速度는 모두 450cpm으로 하였고 疲勞限度는 國際 熔接學會(IIW)가 規定하는 2×10^6 사이클을 基準으로 하여 求하였다⁽¹²⁾.

여기서 熔接後 放置時間에 따른 殘留擴散性 水素量은 JIS 3113-1975의 글리세린 置換法에 의해 測定하여 Fig. 5의 結果를 얻었다^(13,14). 熔接直後에는 熔接 金屬 100gr 당 擴散性 水素量은 2.1cc로 測定되었으나 熔接後 1時間 放置하면 그 일부가 空氣中에 放出되어 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量은 급격히 감소하여 0.34cc/100gr W.M, 24時間 放置後는 0.19cc/100gr W.M으로 測定되었다.

Fig. 4의 結果에 의하면, 熔接後 荷重을 加할 때까지의 放置時間에 따라 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量의 變化에 의해 破斷時間強度는 현저히 影響을 받고 있음을 알 수 있다. 즉 2×10^4 사이클을 基準으로 하여 比較하면 熔接直後 反復荷重을 가하여 初期殘留水素量을 2.1cc/100gr W.M으로 하였던 경우의 破斷時間強度는 176MPa정도로 되나 熔接後 1時間 放置後

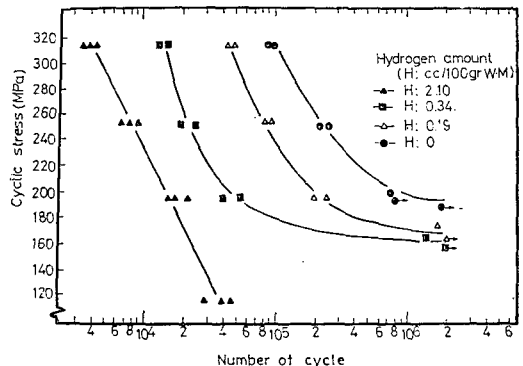


Fig. 4 Cyclic stress vs. number of cycle with the change of hydrogen amount in dynamic implant tester (450cpm)

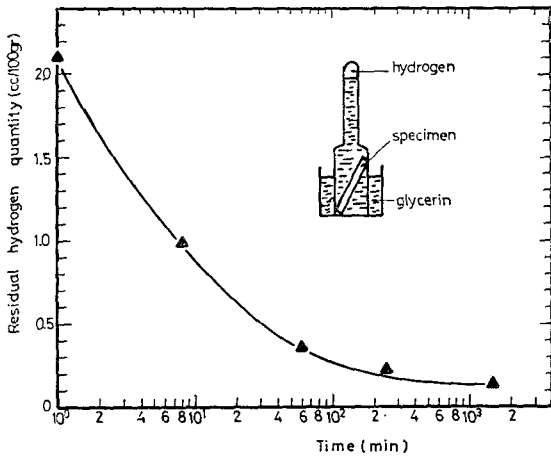


Fig. 5 Measurement of residual hydrogen by means of glycerin method

初期殘留水素量을 0.34cc/100gr W.M 으로 하여 荷重을 가하면 破斷時間強度는 265MPa 정도로 향상되며 24時間 放置하면 이 증가량은 더욱 커지고 있음을 보이고 있다. 또한 10⁶ 사이클 이상의 疲勞破斷強度範圍에서는 低사이클疲勞의 경우보다 放置時間에 따른 水素의 영향이 작아지고 있음을 보이고 있다.

2×10⁶ 사이클을 基準으로 하여 求한 母材의 疲勞限度는 196MPa 로 求해졌고 熔接本드部의 경우, 熔接直後 바로 荷重을 加했을 때는 數分以內에 빨리 破斷되어 그 疲勞限度가 求해지지 않았다. 그리고 1時間 및 24時間 放置後 反復荷重을 加했을 경우, 高應力低사

이클 범위에서는 疲勞破斷壽命이 放置時間에 敏感한 反應을 나타내었으나 低應力高사이클 범위에서는 放置時間에 거의 의존하지 않고 母材의 疲勞限度의 80%에 해당하는 157MPa 정도로 求해졌다.

Fig. 6은 熔接을 實施한 後 1時間 放置하여 最大反復應力을 313MPa로 부하하여 1.5×10⁴ 사이클에서 破斷된 破面 (a)와 167MPa의 最大反復應力의 條件에서 1.5×10⁶ 사이클後에 破斷된 破面 (b)을 走査型 電子顯微鏡으로 觀察한 樣相을 보인 것이다.

이에 의하면, 高應力低사이클疲勞에서 破斷된 破面 上에는 疲勞破面의 特徵인 스트라이에이션 以外에 疑壁開(quasi-cleavage)破面이 많이 나타나 水素誘起 疑壁開 균열進展機構가 균열進展學動에 크게 影響을 미치고 있음을 알 수 있다. 이에 비해, 低應力高사이클 疲勞에서 破斷된 破面에는 水素誘起 疑壁開破面도 간헐적으로 관찰되어지나 주로 스트라이에이션 疲勞균열 進展機構에 의해 균열進展이 이루어지고 있음을 관찰할 수 있다.⁽¹⁵⁾ 이와 같이, 高應力低사이클 疲勞에서 균열進展學動에 水素誘起 疑壁開 破壞機構가 顯著한 影響을 나타내는 것은 다음과 같이 考察된다. 먼저 水素에 의한 疑壁開 균열進展機構를 생각하면 後述하는 3.4節의 Fig. 9의 모델에 따른다고 생각된다. 이와 같은 균열進展 모델에 있어서 試驗片에 걸리는 應力이 高應力일 경우는 格子間凝集強度를 低下시켜 미소균열을 유발시킬 수 있는 어떤 臨界量의 水素가 단시간에 형성되어 疲勞균열 進展學動에 주로 水素誘起 疑壁開 破壞機構가 지배적으로 일어날 수 있으나 低應力일 경우는 이것이 용이하게 이루어지지 않고 스트라이에이션機構가 疲勞균열 進展學動에 주류를 이룬다고 생각된다.



C : Quasi-Cleavage, S : Striation
(a) S_{max} : 313MPa N_f : 1.5×10⁴ cycle

C : Quasi-Cleavage, S : Striation
(b) S_{max} : 167MPa N_f : 1.5×10⁶ cycle

Fig. 6 Micro-fractographs of the weld fracture surfaces with the change of cyclic stress level under same amount of residual hydrogen(H : 0.34cc/100gr W.M)

以上の考察結果, 熔接本드部의 高應力 低사이클 疲勞強度는 熔接後 放置時間에 따라 熔接部에 殘留하는 擴散性 水素量에 의해 매우 敏感한 영향을 받으나 10^6 사이클 이상의 高사이클 疲勞強度는 殘留水素量의 영향을 매우 적게 받으며 이러한 疲勞強度의 最大値는 母材疲勞強度의 80% 정도에 이르고 있음을 알 수 있다.

3.3 反復荷重 速度變化에 따른 熔接 본드部의 疲勞特性

一般的으로, 疲勞限度에 대한 反復荷重速度의 영향은 無視되고 있지만 $S-N$ 曲線의 形이나 이에 따른 時間強度에 대해서는 顯著한 영향을 미친다고 알려져 있다⁽¹²⁾.

Fig. 7은 熔接部에 殘留하는 初期擴散性 水素量을 一定하게 유지시킨 後, 反復荷重速度를 15cpm에서 800cpm까지 變化시켜 反復速度의 영향을 定量的으로 評價하기 위해 여러가지 反復應力水準에 있어서 破斷사이클 數와 反復速度와의 관계를 나타낸 그림이다. 또한 여기에는 $\Delta S_{max}=254\text{MPa}$ 의 最大反復應力이 作用할 경우의 母材에 대한 破斷사이클 數와 反復速度와의 관계가 함께 表示되어 있다.

Fig. 7에 나타난 바와같이, 同一한 反復應力하에서도 反復速度는 熔接本드部의 疲勞破斷사이클 數에 顯著한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 즉 最大反復應力이 254MPa로 作用할 경우 低速인 15cpm에서 그 破斷사이클 數는 불과 3.9×10^3 사이클 정도밖에 되지 않으나 200cpm으로 速度를 증가시키면 9.0×10^3 사이클로 증

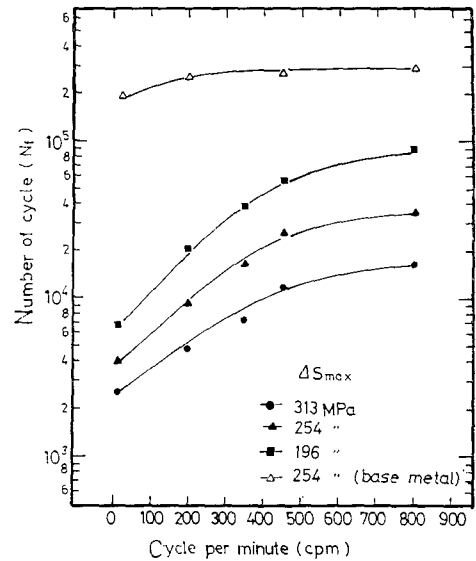
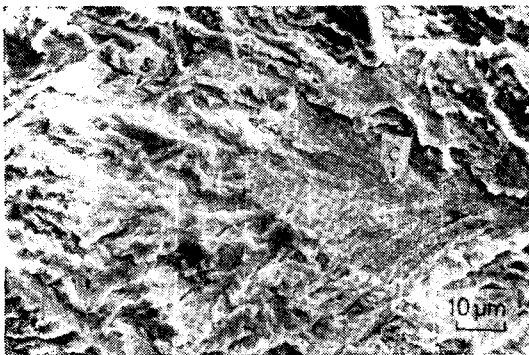
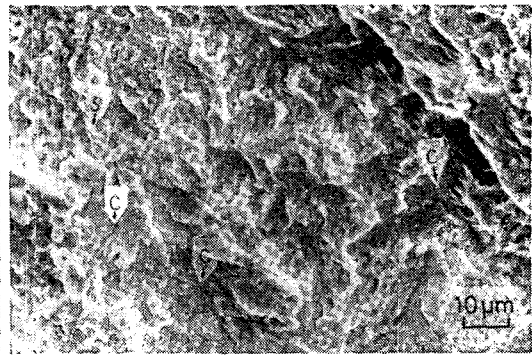


Fig. 7 Number of cycle to fracture vs. cycle per minute with the change of cyclic stress level

가하고 350cpm일 경우는 1.5×10^4 사이클, 800cpm으로 速度를 더욱 증가시키면 15cpm의 경우보다 약 9배 정도인 3.5×10^4 사이클로 그 破斷사이클 數는 反復速度가 증속됨에 따라 증가되는 경향을 알 수 있다. 또한 實驗範圍인 15cpm에서 800cpm까지의 破斷사이클 數 增加幅은 어떤 反復速度以下에서의 增加幅에 크게 依存하고 있음을 알 수 있다. 즉 450cpm 이하에서는



C : Quasi-Cleavage, S : Striation
(a) Weld bond 15cpm
H : 0.34cc/100gr W.M
 $N_f : 3.9 \times 10^3$



C : Quasi-Cleavage, S : Striation
(b) Weld bond 800cpm
H : 0.34cc/100gr W.M
 $N_f : 3.5 \times 10^4$

Fig. 8 Micro-fractographs of the weld fracture surfaces with the change of fatigue rate under same cyclic stress level ($S_{max} : 254\text{MPa}$)

反復速度가 破斷사이클 數에 顯著한 影響을 미치고 있지만 450cpm 이상의 高速인 경우는 破斷사이클 數에 대한 反復速度의 影響은 매우 적으며 그 사이클數 增加幅은 低速인 경우에 비해 完滿하게 增加하는 傾向을 알 수 있다.

Fig. 8은 同一한 最大反復應力 條件, 즉 254MPa의 力이 作用할 경우 低速인 15cpm에서 3.9×10^3 사이클 後에 破斷된 破面(a)와 800cpm에서 3.5×10^4 사이클에서 破斷된 破面(b)를 走査型 電子顯微鏡으로 관찰한 破面들이다.

이에 의하면, 低速인 15cpm에서 破斷된 破面 上에는 水素誘起 疑壁開破面이 크게 形成되어 있으나 800cpm에서 破斷된 破面은 水素誘起 疑壁開破面이 15cpm의 경우보다 작게 形成되었음을 觀察할 수 있다⁽¹⁵⁾.

以上の 破面 考察 結果, Fig. 7에서 反復速度가 낮아짐에 따라 破斷사이클 數가 감소하는 것은 다음과 같은 原因때문인 것으로 생각된다. 즉 反復速度가 低速일수록 最大荷重이 作用하는 時間이 그만큼 오랫동안 유지되어 이리인해 1사이클당 균열 先端으로 擴散되는 水素量이 많게 되어 水素誘起 疑壁開破壞를 유발시킬 수 있는 臨界水素量이 反復速度가 높은 경우보다 容易하게 形成될 수 있기 때문인 것으로 思料된다.

3.4 擴散性 水素 霧圍氣下에서의 疲勞균열 進展機構

以上の 균열進展舉動을 微視的破面을 통하여 考察한 結果, 擴散性 水素를 포함하고 있는 熔接본드부의 疲勞균열은 스트라이에이션, 水素誘起 疑壁開 그리고 스트라이에이션과 水素誘起 疑壁開가 混在된 樣相으로 크게 3가지로 分類할 수 있었다.

먼저, 水素誘起 疑壁開 균열進展을 생각하면 식(1)로 주어지는 條件에서 균열進展은 이루어진다고 思料된다⁽¹⁶⁾.

$$\sigma_a [\pi(C+C_1)]^{1/2} \geq F_m(C_H) \quad (1)$$

여기서, σ_a : 작용응력

C : 主 균열길이

C_1 : 微小空洞의 균열길이

C_H : 單位면적내의 水素 集積度

F_m : 格子응집강도

式(1)을 圖式化하면 Fig. 9와 같이 된다.

즉, 균열先端에 형성되는 3軸 應力場에 水素가 擴散集結되어 이것이 一定臨界值에 도달되면 균열先端의 格子間 凝集強度 [$F_m(C_H)$]는 균열先端의 破斷強度 [$\sigma_a [\pi(C+C_1)]^{1/2}$]以下로 低下되어 미소균열이 發生한다.

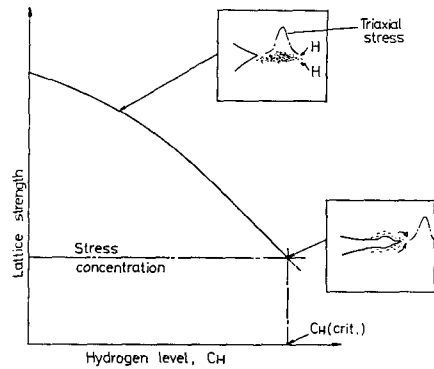


Fig. 9 Schematic diagram to illustrate equation (1)

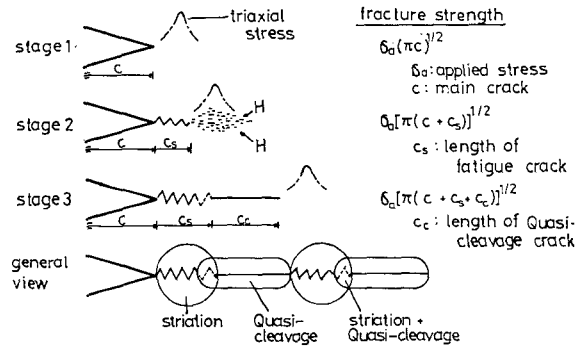


Fig. 10 Possible model of fatigue crack growth and Quasi cleavage fracture under hydrogen environment

이러한 미소균열은 주균열과 연결되어 점진적인 균열 進展이 이루어진다.

Fig. 10은 擴散性 水素 霧圍氣下에서 균열先端을 起點으로 하여 成長하는 疲勞균열 進展의 段階의 舉動을 모델화한 것이다.

균열先端에 3軸 應力場이 形成되어(stage. 1), 이리인해 균열先端에는 多數의 活動슬립面이 發生하여 一定 臨界值의 水素가 균열先端으로 集結될 때까지 疲勞 균열이 成長한다(stage. 2). 이러한 疲勞균열先端에 一定 臨界值의 水素가 集結하여 上述한 水素誘起 疑壁開 破壞機構에 의해 균열이 進展된다(stage. 3).

4. 結 論

重要한 結果들을 要約하면 다음과 같다.

(1) 새로이 考察·開發한 動的 임플란트 試驗機는 熔接部의 疲勞破壞特性을 매우 簡便하게 評價할 수 있다.

(2) 熔接 본드部の 高應力低사이클 疲勞強度는 熔接部에 殘留하는 初期擴散性 水素量에 매우 敏感하게 영향을 받으나 10^6 사이클 이상의 低應力高사이클 疲勞強度는 殘留擴散性 水素量에 거의 영향을 받지 않으며 이러한 疲勞強度의 最大值는 母材疲勞強度의 80% 정도에 이른다.

(3) 一定한 初期殘留 水素量下에서 疲勞균열進展은 高應力低사이클 疲勞에서는 水素誘起 疑壁開破壞機構에 의해서, 低應力高사이클 疲勞에서는 스트라이에이션機構에 의해서 支配적으로 이루어진다.

(4) 反復荷重速度의 變化는 熔接本드部の 疲勞破斷時間強度에 顯著하게 영향을 미친다.

(5) 一定한 反復應力의 條件下에서 그 疲勞速度가 低速일수록 水素誘起, 疑壁開破面은 더 크게 形成된다.

參 考 文 獻

- (1) George. E. Linnert, Welding Metallurgy, American Welding Society, pp. 240~242, 1967
- (2) 荒木透 外 3 人, 金屬의 疲勞破壞, 丸善株式會社, pp. 15~51, 1975
- (3) 鈴木春義, 田材博共著, 溶接金屬學, 産報出版, pp. 153~181, 1978
- (4) N.J. Petch and P. Stables, Delayed Fracture of Metal under Stactic Load, Hydrogen Damage, American Society for Metals, pp. 9
- (5) Jack T. Brown and Willian M. Baldwir. Jr, Hydrogen Embrittlement of Steels, Hydrogen Damage, American Society for Metals, pp. 94~99, 1977
- (6) H. Granjon, The Implant Method for Studying the Weldability of High Strength Steels, Metal Const. Vol. 1, pp. 509~515, 1969
- (7) 日本溶接協會, 低溶接割れ感受性高張力鋼板の特性, WES 3001-1982
- (8) 日本溶接協會, インプラント形 溶接割れ試驗方法, WES11104-1980
- (9) 日本溶接協會, インプラント試驗の原理と溶接割れの應用, 日本溶接學會誌, Vol. 44, No. 9, pp. 18~29, 1975
- (10) 佐藤, 寺崎, 山下, 單層溶接の局所集積水素濃度におよぼす溶接諸條件の影響, 日本溶接學會誌, Vol. 48, pp. 504~509, 1979
- (11) H. Granjon, Cold Cracking in Welding of Steels, International Symposium of Crcking and Fracture in Welds, JWS, 1971
- (12) 般保熙康, 西島敏, 金屬の疲勞, 丸善株式會社, pp. 140, pp. 243~248, 1973
- (13) 日本規格協會, 溶接金屬の水素測定方法 JIS Z 3113, 1975
- (14) 大野悟 等, 擴散性水素に關する檢討一捕集液と測定器具, 日本溶接學會誌, Vol. 46, No. 7, pp. 37~43, 1977
- (15) 日本溶接學會, 鐵鋼溶接部の破面寫眞集, 黒木出版社, pp. 88~90, pp. 402~404, 1982
- (16) Kenneth Easterling, Introduction to the Physical Metallurgy of Welding, Butterworths, pp. 190~191, 1983