

# 金屬材料의 소성피로 (下)

Braunschweig 工大 李 慶 鍾

例로서 圖 8 을 보임.

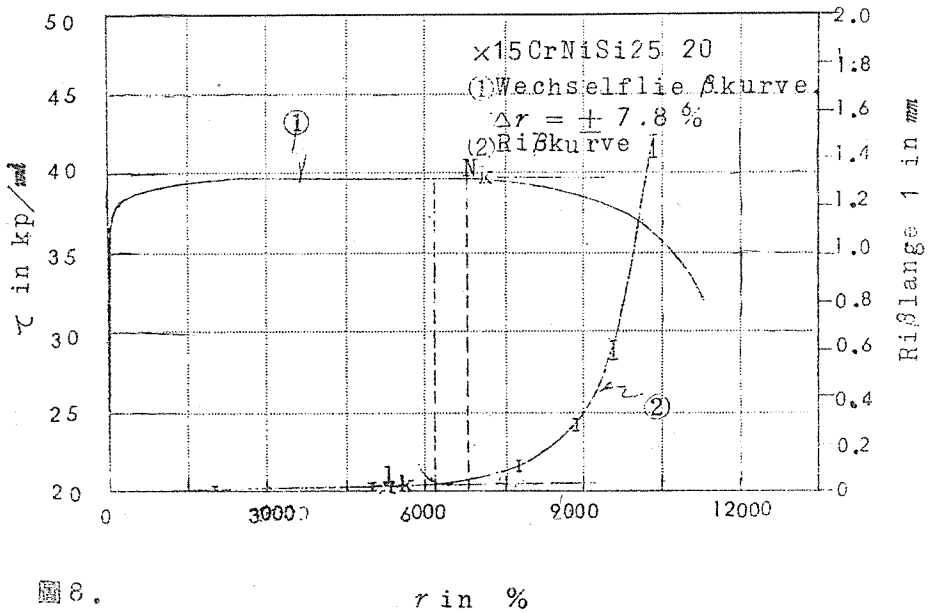


圖 8.

r in %

## 7. 高溫에서의 Plastoermüdung

이章에서는 高溫이 Plastoermüdung에 미치는 영향을 要約해서 설명하려고함. 高溫 Plastoermüdung은 實用的으로 대단히 重要한 것임. 그 理由는 機械作業時의 溫度變化가 plastcermung을 誘導하기 때문임.

圖9가 A1의 실험결과를 보임. 一定 變形振幅을 사용時 臨界回數  $N_{kr}$  對 溫度를 圖示했음. 溫度가 上昇함으로써  $N_{kr}$ 가 증가함. 이것을 高溫에서 延性이 낮아지기 때문임.

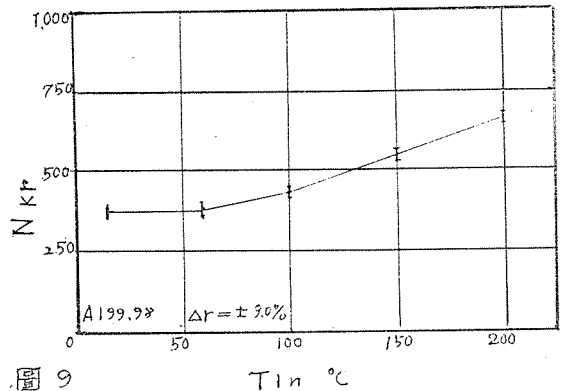


圖 9

T in °C

(10圖)에는  $N_{kr}$ 에 속하는 臨界應力  $T_{kr}$  對 溫度를 圖示했음.  $\tau_{kr}$ 는 溫度上昇으로 低下됨.

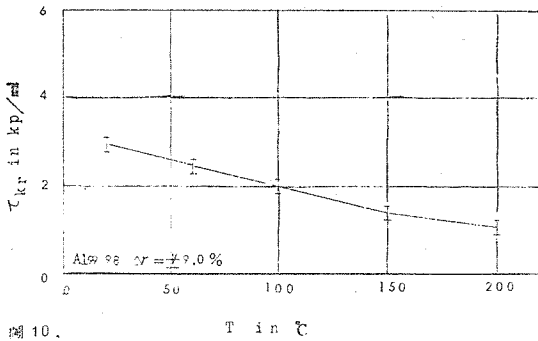


圖 10.

이와 對照해서 Armco鐵은 다른 舉動을 보임. 圖11이  $\tau_{kr}$  對 溫度를 보임. A1의 경우와는 반대로  $\tau_{kr}$ 가 약 250°C까지 증가하며 溫度가 그 이상 上昇하면,  $T_{kr}$ 가 다시 감소됨. 이 舉動과 一致해서 溫度가 上昇함으로서  $N_{kr}$ 가 처음에는 감소되어 250°C 근처에서 最低値를 갖게됨. 그 後는 다시 증가함. Armco鐵은 純粹金屬(例로 A1)에 比較하여 異常疲勞 現象을 보임.

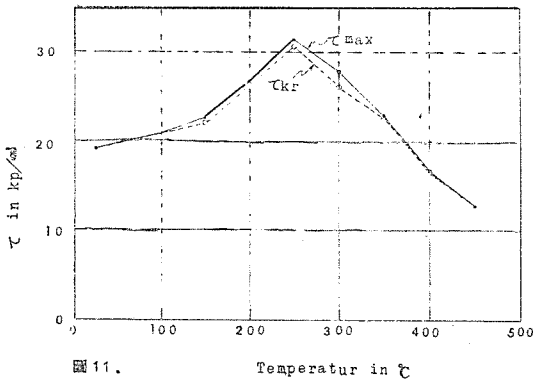


圖 11.

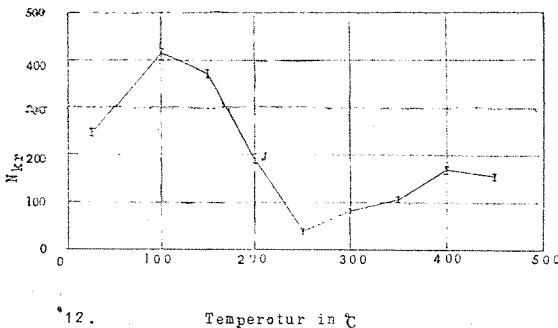


圖 12.

(圖 13)과 (圖 14)에는 또 하나의 例를 들음.

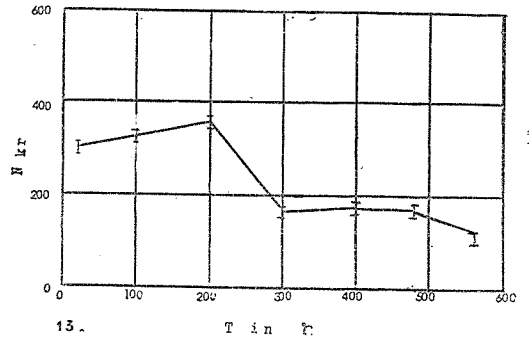


圖 13.

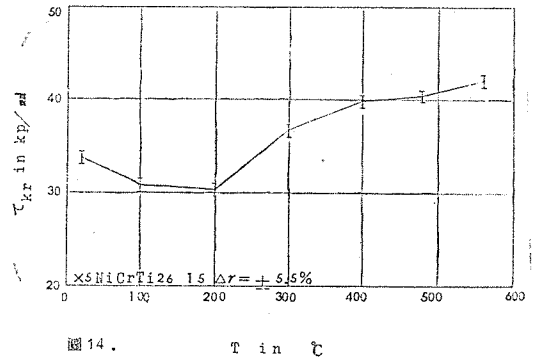


圖 14.

이번에는 터빈鋼의 疲勞試驗결과를 圖示했음(X5NiCrTi2615).

처음에는  $\tau_{kr}$ 가 純粹金屬의 경우와 같이 약 200°C까지 감소되었다가 그 이상의 溫度에서 다시 증가함. 따라서  $N_{kr}$ 도 溫度 上昇에 依하여 (약200°C까지) 증가하다가 그 이상의 溫度에서 다시 감소함. 試驗時 채용한 最高온도(약600°C)까지  $N_{kr}$ 의 증가현상이 나타나지 않았음.

이러한 異常現象을 Coffin이 다른 鐵鋼의 경우 발견했을때 그경우에는  $N_{kr}$ 대신 NB를 사용한 外에도 실험方法上 이곳에 발표한 것과 큰 差가 있음.

이 異常疲勞現象이 金屬의 擴散과 관계가 있음을 추측할 수 있음. Armco鐵의 경우 炭素의 擴散이 이 現象을 誘起한다고 가정하고 擴散方程式을 사용하여 異常現象이 나타나는 溫度를 계산할 수 있으나 시간상 이것을 省略함.

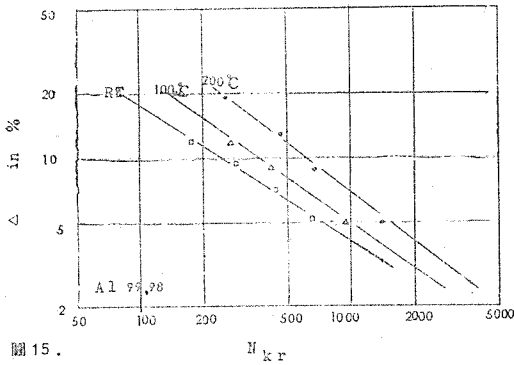


圖 15.

一定溫度에서 變形振幅을 변경하면 다음과 같은 결과를 얻음. (圖 15)는 Al의 25°C, 100°C, 200°C에서의 결과를 圖示함.

종합하면:

- A) 變形振幅과 臨界回數  $N_{kr}$  間에는 高溫에서도  $N_{kr} \cdot \gamma_a = C$ 의 法則性이 成立됨.
- B) 溫度가 上昇하는 경우, 어느 크기의 振幅을 使用하든  $N_{kr}$ 가 증가함.

上述한 것은 純粹金屬의 경우 代表的 舉動이라 볼 수 있음.

이와 對照하여, Armco鐵과 X15NiCrTi2615의 경우는 그 高溫에서의 舉動이 다른.

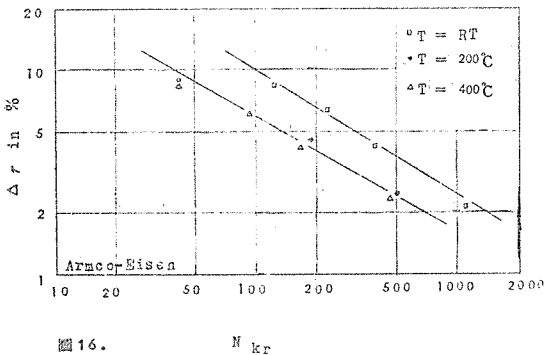


圖 16.

(圖 16)에 圖示한 바와 같이 Armco鐵의 경우 上記한 法則性  $N_{kr} \cdot \gamma_a = C$ 가 계속 成立되나 200°C에서의  $N_{kr}$ 는 全般的으로 어떤 振幅을 使用하든 25°C의 결과와 比較해서 늘 작음. (400°C에서의 결과도 比較할 것)

(圖 17)에는 X15NiCrTi2615의 결과를 圖示했음. 200°C에서의  $N_{kr}$ 는 25°C에 比較하여 증가되었으나 400°C에서 다시 감소되었음.

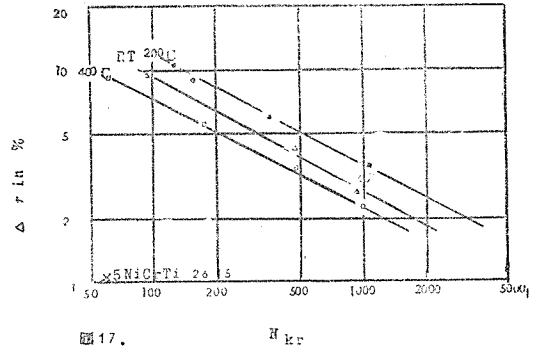


圖 17.

結論의으로 要約함: 實用上 Plastormüdang 이 高溫에서 生길때, 溫度上昇은 疲勞壽命을 향상 改善하는 方向으로 影響을 주는것이 아님. 作業 溫度 범위에 따라 異常現象이 나타날수 있음. 따라서 특히 鐵鋼材料 使用시 이點을 고려하여야 하는것이 重要함.

### 8. 滯留時間(Haltezeit, dwell time) 이 Pastoermüdung에 미치는 영향

理論의인 疲勞現象 연구에 있어서 지금까지는 應力繰返時의 체류시간이 疲勞壽命에 주는 影響을 고려하지 않았음. 실험적으로도 이 分野에는 별로 알려진것이 없음. 이 問題는 그러나 實用的으로 대단히 중요한 것임. 그 理由는 Plastormüdung이 생기는 경우를 보면 一般의으로 材料 自體가 應力에 依하여 一定한 塑性變形을 유지하면서 어느 시간동안 그곳에 머물러 있기 때문임. 그 後에 다시 應力의 方向이 變하며 또 一定 塑性變形을 유지하면서 잠시동안 머물르게된 例를 들면, 가스터-빈에 Plastormüdung이 나타나면 이 경우의 1振動數는 室溫에서 作業溫度에 도달했다가 이 作業溫度(高溫)에서 一定 時間을 체류한 後, 다시 室溫에 돌아올때 까지의 時間과 관련이 있음.

이 경우에 高溫에서의 체류시간이 疲勞壽命에 影響을 줄 수도 있음(勿論 材料에 따라서 影響이 다르게 됨). 또 하나의 비슷한 例는 高壓보일러의 경우임.

다음에는 본인의 연구결과와 一部와 발견된 法則性을 要約해서 설명함. (圖 18)은 체류시간

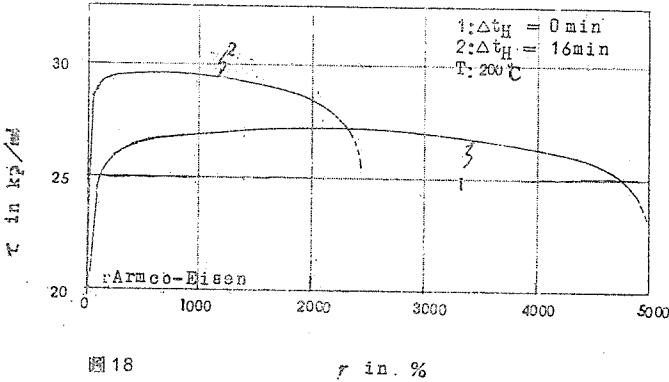


圖 18

(圖 19) 에는 二重對數의 으로  $N_{kr}$  對 滲透시간을 圖示했음.

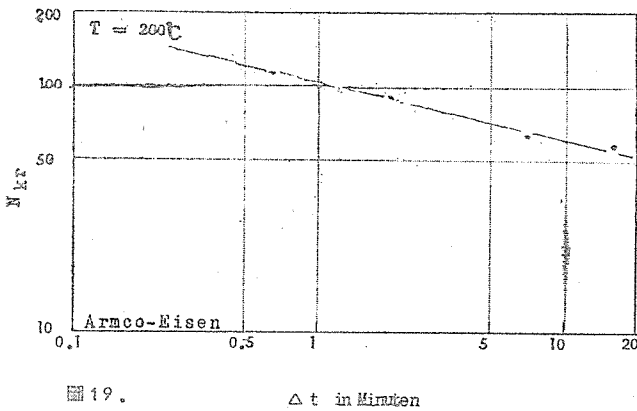


圖 19.

이 있을때와 滲透시간을 加하지 않을 때의 繰返應力—歪曲線을 圖示함. 明示된 바와 같이 滲透시간을 加함으로써  $k$ 가 감소할 뿐아니라  $T_{kr}$ 가 증가함을 알 수 있음. 다시 말하면 硬化現象이 나타남. (Armco鐵 200°C). 繰返回數當 滲透시간( $\Delta t_H$ )이 20分보다 적은 경우,

$\gamma_a \cdot N_{kr}^a \cdot \Delta t_H^b = C$ 라는 法則性을 얻었음.

Armco鐵의 경우  $T=200^\circ\text{C}$ ,  $\beta=0.25$   
AlCuMnPb의 경우  $T=150^\circ\text{C}$ ,  $\beta=0.24$   
이와는 반대로, Al의 경우, 滲透시간의 영향이 없음을 발견했음 ( $\beta=0$ ). 勿論 滲透시간 영향이 擴散現象과 관련된 것을 추측할 수 있음. 그 외에도 應力을 加하는 方法에 따라 破壞力學的인 고려함으로써 이 現象을 설명할 수 있을 것임. 아직까지는 이 分野에 큰 발전이 없음.

### 9. 結 論

이 강연의 目的은 첫째로 Plasto-ermüdung의 實用的 意義를 보이고, 이 分野에서 지금까지 알려진 연구결과를 사용함으로써 얻을 수 있는 理論的인 實用的 利得點을 몇가지 例를 들어 明示하는 것임.

과를 소개하려는 것임.

둘째로 Rie와 Stüwe가 제안한 새로운 評價法

을 사용함으로써 얻을 수 있는 理論的인 實用的 利得點을 몇가지 例를 들어 明示하는 것임.

### 投稿案内

## "과학과 기술"

#### — 論 壇 —

가. 學術研究論壇 = 産業發展에 寄與 할 수 있는 國內外的 最新 科學技術  
나. 學術情報 = 새로운 海外的 科學技術 情報 紹介

#### — 固 定 欄 —

가. 科學春秋 = 生活週邊에서 일어나는 여러가지 事例中 科學技術의 側面에서 指導 및 改善이 필요한 內容을 骨子로 한 것  
나. 내가 본 世界第一 = 筆者가 경험한 가운데 가장 理想的인 施設 및 運營方法 또는 존경할만한 人物의 研究態度 및 生活哲學의 紹介

#### — 原 稿 枚 數 —

- ① 論壇 기타 學術原稿—25枚內外 (200字 원고지)
- ② 科學春秋—6枚內外 ( " )
- ③ 내가 본 世界第一—13枚內外 (對象施設 및 人物의 스케치)
- ④ 寫眞—1枚 (명함판)

#### — 其 他 —

外來語表記는 文教部에서 指定한 표기법을 사용하고 도량형은 政府가 指定한 도량형 환산표로 표기 해야함