

解 說
-----

大韓熔接學會誌  
第8卷第3號 1990年 9月  
Journal of the Korean  
Welding Society  
Vol. 8, No. 3, Sep., 1990

## 被覆 Arc 熔接棒의 品質保證

孫 炳 榮\*

### Quality Assurance of Covered Arc Welding Electrodes

B.Y. Son\*

#### 1. 品質保證과 熔接概要

熔接構造物의 安定性, 信賴性은 熔接設計, 施工 및 管理로서 實現될 수 있는데 “熔接의 品質”은 궁극적으로 熔接製品의 品質保證으로서 判斷되어진다. 熔接施工管理에서 品質에 미치는 重要한 要素는 施工要領(書), 日程, 作業者, 機器, 資材, 安全 등이다. 그중에서 熔接材料의 品質은 매우 重要하며 熔接材料의 品質保證(Quality Assurance: QA) 및 製品責任(Product Liability: PL)은 使用者, 產業界 및 社會에 대하여 重要한 責任을 지게된다.

品質保證의 定義는 ISO에서 『All those planned and systematic actions necessary to provide adequate confidence that a product or service will satisfy given requirements for quality』 즉 『製品또는 서비스가 주어진 品質의 品質要求를 滿足하고 있음의 妥當한 信賴感을 주기 爲해서 필요한 計劃的 및 體系的活動의 모든것』이라고 表現한다. 따라서 熔接材料(棒) 메이커로서는 品質管理(Quality Control: QC), 統計的 品質管理(Statistical Quality Control: SQC), 綜合的(全社的) 品質管理(Total Quality Control: TQC) 活

動의 目的으로서 確保되는 結果가 品質保證이다. 材料(棒) 메이커로서는 品質保證體系에 依한 活動을 實行함으로써 高信賴性을 가진 製品의 品質을 保證하게 된다.

두가지 이상의 金屬을 이어서 物건을 만드는 方法은 人類의 歷史上으로 살펴보면 數千年前 부터 經驗으로 이어져왔다. 우리나라의 歷史에서도 梵鐘이나 칼등이 鑄造나 鍛造로서 만들어 졌고 約 2,000年前부터 製造技術이 實用化되었음을 볼 수 있다. 現在와 같은 熔接棒의 誕生과 發展은 1801年 Davy에 依한 arc 現象의 發見에서 그 시효로 하여 1907는 Kjellberg에 의해서 開發된 被覆 arc 熔接棒을 위시하여 19世紀 말경부터 材料 및 熔接 方法이 急速하게 發達하였다. 熔接金屬의 冶金學的 性能의 改善을 꾀하고 自動化를 爲한 方法으로서 서브머지드 熔接法이 開發된 後에 일렉트로슬래그 熔接法, 플라즈마 熔接, 시일드가스 熔接, 레이저 熔接, 전자빔 熔接, 컴퓨터를 利用한 自動制御 및 로보트등 새로운 熔接法이 實用化되고 있다[그림 1 참조].

熔接은 局部的으로 에너지를 주어서 材料를 接合하여 一體化를 하는 技術이며 모든 構造物이나 製品의 組立 및 加工技術로서 現代產業에서 重要

\* 正會員, 朝鮮線材株式會社

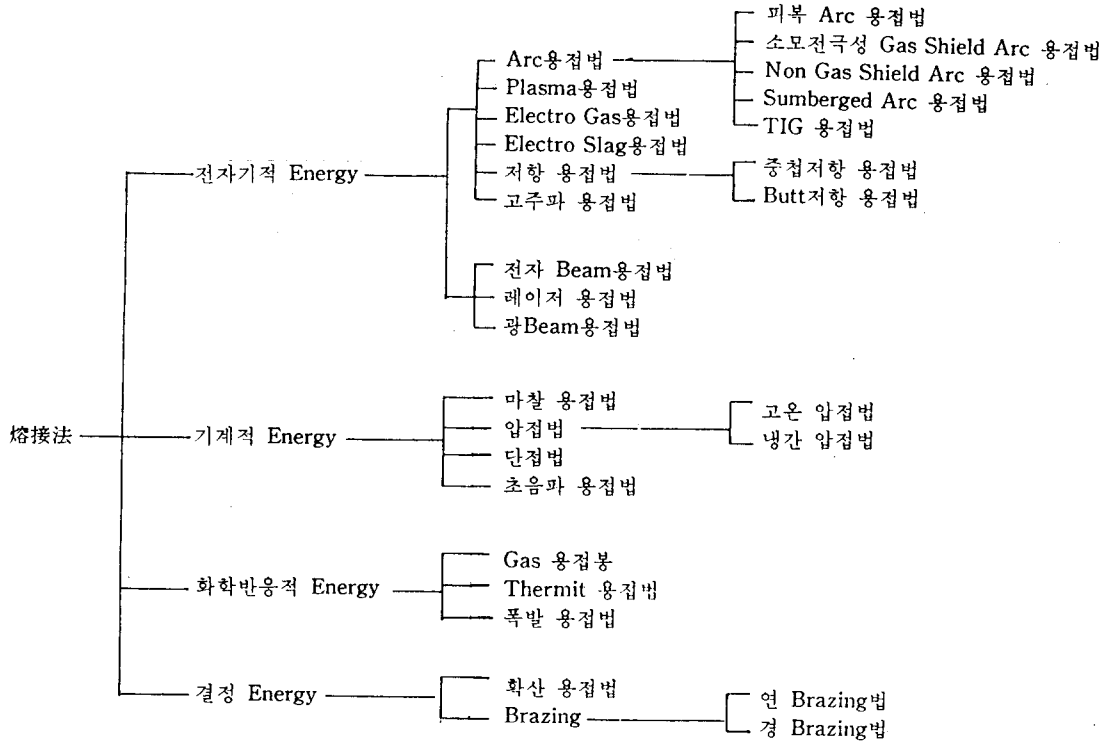


그림 1 熔接法의 分類

한 役割을 하고 있다. 熔接法은 리벨이음과 같은 機械的인 接合에 비해서 形狀을 自由로이 變形할 수 있고 重量이 가벼워지며 이음의 性能이 優秀하며, 材料의 經費를 節減할 수 있고 作業能率이 높아 構造物의 生産性向上과 空氣나 물에 대한 耐漏出性이 優秀한 點등 많은 利點이 있다. 그러나 한편 熔接이음은 冶金學的인 이음法이므로 熔接龜裂의 發生, 熔接熱에 의한 變形, 強度의 低下, 熔接構造物의 脆性破壞등의 問題와 材料의 選擇과 設計, 그리고 熔接施工의 適合性등의 施工과 管理的인 面의 철저함이 더 要求되기도 한다. 이와같이 일어날수 있는 缺陷을 最小로 줄이고 새로운 熔接法을 採用하는 問題, 能率向上과 原價節減을 위한 施工法의 研究, 한가지 種類의 熔接棒으로 많은 目的의 要求를 滿足시킬 수 없기 때문에 熔接部位의 信賴性向上을 위한 構造, 母材의 熔接性과 熔接材料의 知識 및 選擇 要領등 熔接技術者의 役割 또한 重要하게 된다.

現在 一般產業界에서 가장 많이 適用하고 있는

熔接法은 가스熔接, arc 熔接, 抵抗熔接등이며 材料로서는 被覆arc 熔接棒과 自動, 半自動熔接用 와이어이다. 被覆arc熔接法은 簡便, 低廉한 熔接棒과 簡單한 設備만 있으면 作業者의 技倆으로 形狀, 姿勢에 관계없이 가장 普便의으로 廣範圍하게 熔接을 할 수 있는 方法이다. 現在 우리나라에서 使用되고 있는 材料中에서 被覆arc熔接棒이 約 70% 나 되고 있다. 被覆arc熔接棒을 위주로한 品質保證에 대하여 記術키로 한다.

## 2. 被覆arc熔接棒 메이커의 品質保證

### 2.1. 概 要

被覆arc熔接棒(이하 熔接棒이라함, KS D 7004~D7035)의 品質保證에 對해 서는 體系的인 品質保證活動의 一環으로 熔接棒을 生産할때 使用하는 심선재, 被覆劑(플럭스原料), 固着劑(硅素소오다 등), 包裝材料 및 기타 부재료의 受入檢査

표 1 심선재의 화학성분

종류기호	화 학 성 분 %					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
SWRM11	0.09이하	0.03이하	0.35-0.65	0.020이하	0.023이하	0.20이하

그리고 生産工程中の 中間檢査, 製品出荷前의 製品檢査를 實施하여 熔接棒의 한개 한개의 品質을 保證하고 있다. 熔接棒의 重要生産設備는 酸洗設備, 伸線機, 直線切斷機, 被覆劑配合機, 混合機, 壓出塗裝機, 부랏싱·콘베이어, 乾燥爐, 마아킹·프린터, 計量裝置, 包裝機로 構成된다. 被覆劑를 固着劑로 均一하게 混合한 케일을 심선 돌레에 同心圓으로 壓着裝布하고 乾燥하여 만든다. 熔接棒의 生産工程은 그림 2와 같다.

2.2. 受入檢査

1) 線材(와이어 룯드)의 受入檢査

受入檢査는 鋼種, 鋼番(Heat NO., Ladle NO., 또는 Lot NO.), 線지름 別로 化學成分(KS D 3508) C, Mn, Si, P, S 5成分을 分析管理한다. 化學成分의 規格은 表 1과 같다.

목적에 따라서는 Ni, Cr, O<sub>2</sub> 등과 不純介在物도 分析하여 管理한다. S 및 Mn의 偏析檢査의 한例를 들면 아래와 같다. 熔解番號마다 random하게 n=10(400) 또는 n=5(200) sampling하여  $\bar{x} \leq 0.020$  일때 그 lot는 合格으로 한다. sample中에 0.022 인것이 包含될때 再次 n=10(400), n=5(200) 그 平均値를 判定하고 sample中에 0.023 이 넘는 것이 있을 때 및 基準値에 不合格이 있을 때 全束分析한다. Mn의 偏析檢査는 S의 경우와 同一하게  $R \leq 0.06$ ,  $0.38 \leq \bar{x} \leq 0.62$  일때 合格,  $0.06 < R \leq 0.10$  일때 再次  $R \leq 0.10$   $0.38 \leq \bar{x} \leq 0.62$  合格으로 한다. 이때의 統計의 考慮는  $\alpha = 0.05$ ,  $\beta = 0.10$ ,  $P_0 = 0.5\%$   $P_1 = 10\%$   $k = 1.85$ ,  $\hat{\sigma} = 0.00158$ 로 한다. 分析方法은 濕式과 發光·分光分析裝置 또는 螢光X線 分析裝置를 利用한다. 外觀은 線지름의 許容差  $\pm 0.50$ , 편경차 0.65mm 이하이어야 하고 녹이나 흠등 유해한 欠點이 없어야 한다.

2) 被覆劑의 受入檢査

被覆劑는 各 原料別로 產地, 粉碎單位로 分析하여 粒度, 化學成分, 比重, 粘度등의 檢査를 實施

한다. 主有効化學成分 및 몇가지의 副成分外에 P, S, Cr, Ni, Mn 등의 成分을 特別管理하고 含有水分, 結晶水도 check한다. 粒度는 표준체(KS A 5101), 粘度는 粘度計(ASTM D 446)로 測定하고 化學成分은 濕式 및 發光·分光 分析裝置, 螢光X線 分析裝置, 炭素 硫黃分析裝置, 原子吸光分析裝置로 分析한다.

3) 固着劑의 受入檢査

固着劑는 液狀 硅酸나트륨 및 液狀 硅酸칼리움(KS M 1415)등이 主로 使用되는데 種類別, 製造 lot no. 別로 化學成分, 比重, 粘度의 檢査를 實施한다. 混合固着劑는 混合比의 規定과 化學成分 및 水不溶分, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 檢査한다. 分析裝置는 原子吸光分析裝置를 使用한다.

4) 包裝材料의 受入檢査

包裝材料는 熔接棒의 吸濕性, 被覆劑의 脫落性, 耐衝擊性을 考慮하고 貯藏 및 輸送時 熔接棒의 安全保存에 매우 重要하다. 포장용 폴리에틸렌 필름(KS M 3509)은 收縮包裝을 함으로 필름의 方向, 두께, 인장강도, 신장률, 인열강도, 透濕度를 檢査한다. 마넨라 판지(KS M 7111) 및 외부 포장용 골판지(KS A 1502)는 평량(g/m<sup>2</sup>), 剝열강도(kgf/cm<sup>2</sup>), 水分을 檢査하고 表示仕樣의 印刷狀態를 檢査한다.

2.3. 中間檢査

1) 概 要

熔接棒生産에 있어서 中間檢査는 다음 工程으로 보내는 製品의 中間製品의 品質을 保證하고 工程 中間不良을 줄이며 製造原價節減에 절대적인 影響을 미친다. 또한 最終製品의 品質을 安定되게 確保하는데 매우 重要하므로 철저히 기해야 한다.

2) 심선의 檢査

심선은 常溫에서 伸線하여 규정의 길이로 切斷하여 使用한다. 심선은 특별히 指定이 없는한 熱

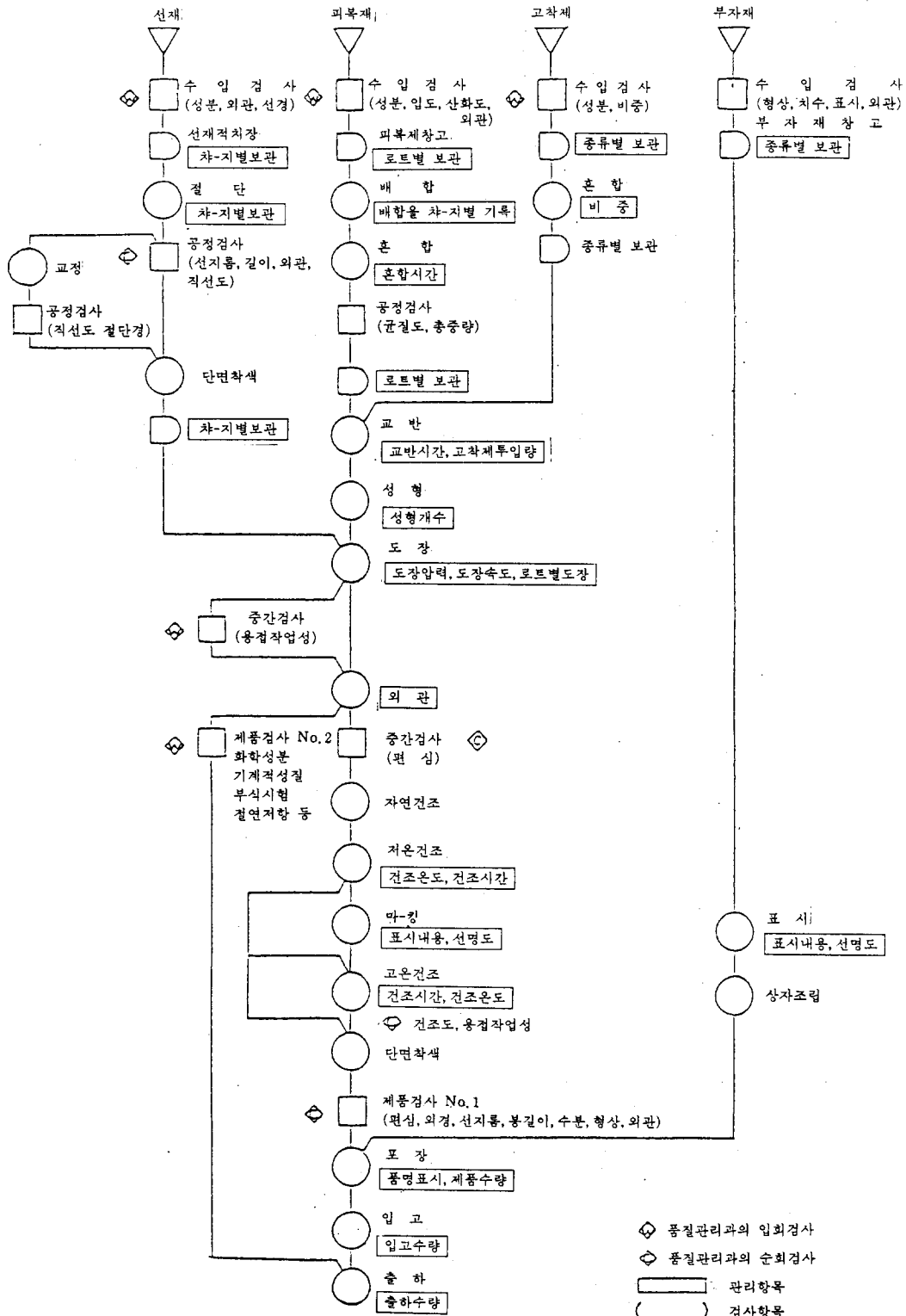


그림 2 生産工程圖

處理를 하지 않으며 arc 접촉부의 先端加工은 必要에 따라 할 수 있다. 심선의 각 지름은 許容差는  $\pm 0.05$  mm이며 切斷길이의 許容差는  $\pm 3$ mm로 한다. 曲線狀態는  $\leq 0.4$ mm이며 管理方法은 伸線工程에서는 보빙마다 測定하고, 切斷工程에서는 時間(10分 또는 20分)마다 測定管理한다. 심선의 表面에는 녹, 기름, 殘留潤滑劑 및 흠긋힘, 패임 등이 없어야하며 斷面의 이빨狀態등을 check 한다. 壓出塗裝工程에서 送線 트러블을 없애기 위해서 使用하는 닛뿔에 심선을 通過시키면서 切斷面의 걸림을 check 한다.

3) 熔接棒의 偏心檢査

熔接棒에 偏心이 있을 경우 熔接時에 arc의 쏠림, 熔接 비이드 및 熔接線의 不均一 등이 생기므로 철저히 管理해야 한다. 壓出塗裝中의 偏心矯正은 每 push 마다 2~3本の 棒을 집어 내어 測定하는데 이때 塗裝된 熔接棒이 乾燥爐로 흐르지 않도록 注意 해야 한다. 熔接棒의 偏心은  $\leq 3.0\%$ 로서 管理方法은 push 初回와 30 push 마다(또는 單位時間마다) 顯微鏡式 또는 電磁式 測定器로 測定한다. 偏心の 保證은 計量規準型 1回 sampling 檢査(KS A3103, 3104)에 의한다.

4) 熔接棒의 被覆지름 檢査

熔接棒의 被覆지름은 被覆系統 및 種類에 따라서 다르며 메이커의 配合 formula에 따라 다르다. 熔接棒의 被覆지름의 變動要因은 flux의 粒度, 硅酸소오다의 量에 主로 關係된다. 管理 및 檢査要領은 前項 偏心工程의 管理와 같고 지름의 統計的 管理方法의 見解는

$$U = \bar{X}_u - 2\sigma$$

$$\bar{X}_u = S_u + d_2 \cdot k\sigma$$

$$\bar{X}_L = S_L + d_1 \cdot k\sigma$$

$d_1, d_2$ 는 壓出塗裝前後의 收縮量이며  $2\sigma$ 管理以下의 U值에서 dies를 交換한다. 被覆지름의 測定은 萬能投影器로 한다.

5) 乾燥後의 被覆의 殘留水分檢査

熔接棒의 乾燥는 軟鋼用棒의 경우  $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ , 베이킹棒의 경우  $350^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ 에서 時間函數로 實施한다. 工程에 異狀이 없는 한 每 lot 마다 水分의 check는 實施할 必要는 없고 銘稱別 每初回 出爐分(또는 定時間)에서 1回 試料를 採取

하여 迅速水分 測定器로 水分을 測定한다. 베이킹棒은  $400^{\circ}\text{C}$  高溫爐에서 殘留水分을 放出시켜 測定한다.

6) 外觀 選別 檢査

乾燥爐에서 出爐된 製品을 콘베이어로 흘러 보내어 肉眼으로 被覆의 흠, 龜裂, arc部의 狀態 및 길이( $\leq 3$ mm), 棒 홀더部(머리 露出部)의 길이( $25 \pm 5$ mm,  $20 \pm 5$ mm,  $30 \pm 5$ mm)를 全數檢査한다. 不良 熔接棒에 對해서는 不良分析을 實施하여 앞 工程에 情報를 feed back하고 즉각 措置가 取해 지도록 해야 한다.

7) 熔接棒의 作業性 檢査

熔接棒의 作業性 檢査는 1 lot마다  $n=1$ 의 試料를 採取하여 熔接時의 arc 狀態, 용입, 스패터의 多少, 슬래그의 덜힘, 슬래그 除去性, 비이드 外觀, 再 arc性, arc 쏠림, 全姿勢에서 熔接作業의 評價등을 check한다.

8) 被覆劑의 耐脫落性과 耐屈曲性 檢査

熔接棒 被覆의 耐脫落性 檢査는 包裝되지 않은 狀態 또는 所定의 容器속에 넣어 1m 높이에서 落下시켜 脫落量과 狀態를 check 한다. 棒의 耐屈曲性 試驗은 熔接棒을  $45^{\circ}, 60^{\circ}, 90^{\circ}$ 로 굽혀서 屈曲된 內外面의 龜裂과 脫落狀態를 check 한다.

9) 配合被覆劑의 檢査

被覆劑의 配合은 手動또는 自動配合으로 壓出塗裝機의 容量에 맞는 重量으로 容器에 定量化하고 重量의 過不足을 check 한다. 誤配合 및 異材混入의 check는 螢光 X線 分析裝置 또는 溫式分析으로 Mn, Fe 成分 또는 特定成分의 含量을 迅速分析하여 工程에 情報를 提供한다.

10) 包裝 및 貯藏管理

熔接棒의 基本包裝單位는 5kg이며 包裝의 表示로서 熔接棒의 種類, 電流의 種類, lot, no., 製造年月日, 치수, 무게, 使用심선을 確認해야한다. 特殊目的의 注文品은 棒의 마크·프린팅과 一致如否와 內外包裝에 注文仕樣을 표시한다. 內外包裝의 接着狀態와 PE 필름의 收縮密着 狀態를 check하고 貯藏倉庫는 水分이 直接接觸되지 않도록 해야 한다. 積載는 荷重에 의한 包裝의 破損이 되지 않게 해야 하며 荷役, 輸送 등 流通에 있어서 製品 保護과 品質의 變化가 없도록 해야 한다.

### 11) 生産設備의 整備와 管理

熔接棒의 生産全工程은 加工, 測定個所가 많기 때문에 機械設備의 安定性이 매우 重要하다. 生産設備의 豫防保全(Preventive Maintenance : PM), 治工具 및 檢査設備의 整備와 精度管理, 作業環境의 清潔정돈은 製品品質向上, 信賴性向上과 human error를 最小化하여 經濟的인 生産活動을 하는데 絶대 필요하다.

## 3.3. 製品檢査

### 1) 概 要

熔接棒의 製品 檢査는 熔接金屬의 機械的性質, 化學的 性質 등을 主로 檢査한다. 嚴格하게 檢査한 原·副資材, 완벽한 生産工程에서 生産된 製品이라도 各 種類의 製品은 各各 散布가 있으므로 製品의 品質은 均一하지 않다. 出荷製品에 대해서는 最終의 製品檢査를 하여 記錄을 유지한다. 製品檢査의 試驗 및 檢査方法은 國家規格(KS, JIS 등), 그외에 團體 및 協會規格(ASTM, AWS, ABS 등)에 依據하여 實施한다. 熔接 및 材料의 種類에 따라 特別히 指定하는 該當項에 따라 性能檢査를 實施한다.

### 2) 샘플링 檢査

製品檢査는 出庫品質의 保證體制로서 完製品入庫後에 샘플링하여 1 lot에서  $n=1$ 의 試驗檢査로 한다. 必要에 따라서는 被覆劑 및 심선의 化學成分도 檢査한다. 軟鋼用의 경우 lot no. 變更이 없을 경우 100~300 ton 生産單位를 1 lot로 할 수 있다. 檢査項目을 社規에 따라 實施한다.

### 3) 作業性 및 Fume 檢査

熔接棒 1 lot에서  $n=1$ 의 製品 檢査用으로 採取한 試料로서 乾燥狀態, 偏心, 被覆劑의 脫落, 保護筒의 形成, 스패터, 용입, 비이드外觀, 스래그 流動, 全姿勢에 있어서 適合性 등을 check한다. 高溫에서 蒸發한 金屬이나 被覆劑의 鑛物性 분진이 大氣中에서 冷却하여 浮遊하는 것이 熔接 fume이다. 人體에 미치는 有害強度는 fume의 化學成分 및 粒子 狀態에 따라 다르다. 熔接은 분진 작업으로 規定되며 作業場은 換氣裝置와 呼吸用 保護具를 使用토록 定하고 있다. 熔接棒의 特性上 無fume棒의 製造는 不可能하고 低fume棒은 生産하고 있으며 메이커에서 規定하여 管理하고 있다.

### 4) 熔接金屬의 性能檢査

熔接金屬의 品質을 確認하기 위해서 試驗 및 檢査를 實施하고 試驗結果를 仕様書에 定한 合否判定基準과 比較하여 合格, 不合格의 判定을 한다. 熔接은 高溫에서 熔融, 凝固現象을 同伴하기 때문에 材質의 變化와 殘留應力이 發生하여 熔接性能을 떨어 뜨리기도 한다. 主要 試驗의 種類은 아래와 같다.

#### ① 破壞試驗

##### i) 機械試驗

引張試驗, 굽힘試驗, 衝擊試驗, 硬度試驗, 피로試驗, 크립試驗

##### ii) 化學試驗

化學分析試驗, 腐蝕試驗, 水素量試驗

##### iii) 金相試驗

마크로組織試驗, 顯微鏡組織試驗

##### iv) 破壞인성試驗

COD試驗, K值試驗

##### v) 熔接性試驗

硬化性試驗, 龜裂感受性試驗, 이음性能試驗

#### ② 非破壞試驗

外觀檢査, 放射線透過試驗, 超音波探傷試驗, 磁粉探傷試驗, 耐壓試驗, 浸透探傷試驗.

## 3. 原子力 및 壓力容器用 被覆Arc 熔接棒의 品質保證體系

### 3.1. 概 要

우리나라 原子力 發電所는 1970年代에 外國業體 主導에 의한 Turn-Key Base로 建設되었던 方式을 脫皮하고 1980年代에는 主契約者의 位置에서 原子力發電의 技術自立化와 R&D를 通하여 國產化率과 信賴性을 높이는 發電所를 建設하게 되었다. 現在 우리나라는 加壓輕水爐(PWP)用 原電 8基, 重水爐(PHWR)用 原電 1基가 稼動中에 있고 2基의 加壓輕水爐型 原電이 建設中에 있으며 3基가 計劃中에 있다. 原子力 發電所는 安全性確保와 放射能 汚染으로 인한 環境 保全 問題 때문에 嚴格한 品質保證을 要求하고 있으며 原資材 製造業者 및 供給業者에 대해서는 品質保證 시스템 프로그램(Quality System Program)이 要求되고 있다. 原子力發電設備의 部品 및 原資材 製作과 關

聯된 規定은 우리나라의 境遇 主로 美國機械協會 (ASME)에서 發刊하는 ASME BOILER & PRESSURE VESSEL CODE를 適用하고 있으며 熔接棒의 製造過程(工程)과 品質保證도 이에 準하고 있다. ASME B & PV CODE는 11개 section으로 構成되어 있으며 各 section은 使用 目的과 製品의 種類(ASME Sect. III 또는 Sect. VIII)에 따라서 適切한 section을 발해 使用한다. 資材製造 또는 供給者는 品質保證 program을 文書化하여 ASME 또는 “N” stamp 認定證 所得者(“N” Certificate holder)로 부터 審査(Survey)를 받아 品質保證 體制 認定 證明書(Quality System Certificate: QSC)를 發給받게 되며 인로서 原子力 部品 製作業體에 熔接棒을 納品할 수 있는 資格을 獲得하게 된다.

### 3.2. 組織, 機能, 責任과 權限

#### 1) 組織

ASME CODE에서는 品質保證 活動은 直接 品質에 影響을 미치는 作業을 하지 않는 獨立된 個人 또는 그룹의 品質監査 部門을 둘 것을 要求하고 있다.

#### 2) 機能

組織上 獨立된 品質保證 部門(部 또는 課)의 業務의 機能을 明示하도록 되어 있다.

#### 3) 責任과 權限

品質保證 活動을 遂行하기 爲하여 組織의 責任과 權限을 明確히 해야 한다. 品質保證 責任者는 ASME CODE와 品質保證 Program 要求事項에 一致하지 않는 業務나 事項이 發生하면 工程의 進行을 中止 시킬 權限을 갖는다.

### 3.3. QS 매뉴얼의 發行과 管理

品質保證 PROGRAM을 確立하고 이것을 QS 매뉴얼로서 文書化 해야 한다. 重要項目은 다음과 같다.

- ① 品質保證 方針 ② 工場의 組織
- ③ 品質保證規程 ④ 設計 管理
- ⑤ 外注, 原材料의 管理 ⑥ 生産 시스템
- ⑦ 試驗 檢査 ⑧ 文書 管理
- ⑨ 計測 管理 ⑩ 設備 管理
- ⑪ 不一致 製品處理 ⑫ 教育和 資格
- ⑬ 監査 ⑭ 品質保證 記錄書 管理

### 3.4. 設計 管理

#### 1) 概要

原子力 機器用 熔接材料는 受注 生産品으로 取扱되고 購買者가 明示한 技術 仕樣에 따라 品質設計를 하여 技術標準書를 作成하여 生産한다.

#### 2) 納品 指示書 및 技術標準의 作成

使用者의 販賣示方書에 따라 納品 指示書 및 技術標準이 作成된다.

#### 3) 納品 指示書

納品 指示書에는 購買者로 부터의 購買示方書에 對應하여 반드시 일련의 管理番號(Heat NO. 또는 Lot NO.)를 부여 한다. 納品 指示書와 關連된 全文書는 반드시 管理番號를 붙여서 管理하게 하고 必要한 書類를 즉시 찾을 수 있도록 한다.

### 3.5. 外注 및 原材料의 管理

#### 1) 外注工場의 調査와 等級부여 및 監査

原子力用 熔接棒의 製造에 必要한 原資材를 購入하는 外注工場에 對해서는 「外注工場 調査表」에 따라서 品質保證體制를 調査하고 問題가 있으면 시정을 要求하여 體制를 改善시킨다. 「外注工場 等級 評價表」를 作成하여 等級을 부여하고 購買擔當者는 外注工場 購買를 原則적으로 하고 1년에 1回 以上 品質 監査를 實施하여 品質保證 體系가 維持되게 된다.

#### 2) 原材料의 受入과 管理

原材料는 原材料 發注 示方書에 따라 發注, 購入, 受入 절차를 밟고 一般用 原材料와 區分된 特定한 場所에 貯藏한다. 線材(와이어 룯드)는 코일마다 必要한 項目을 check하고 受入檢査中이거나 否 判定이 나도 特定 場所에 保管하여 原資材의 移動時에는 반드시 品質保證 部署의 承認을 받아야 한다.

### 3.6. 生産 시스템

#### 1) 生産 指示

購買 示方書(Procurement Spec.)가 使用者로 부터 承認된 後 熔接棒을 受注한다. 販賣擔當 部署는 生産 依頼書를 發行한다. 工場에서는 生産 依頼書에 따라서 生産計劃 및 工程計劃을 세워 品質保證 部署長의 承認을 받아 發行한다. (홀드 포인트 1) 生産 시스템의 體系는 그림 3과 같다.

## 2) 原材料의 準備

生産計劃 및 工程計劃에 따라 必要한 原材料를 準備한다. 「原子力用 被覆劑 拂出 許可書」 및 「原子力用 심선材 拂出 許可書」를 發行하고 品質保證 部署長의 承認을 받아 生産 現場에 拂出한다(홀드 포인트 2)

## 3) 生産工程과 中間檢査

各 生産工程에 있어서 作業者에 의한 工程 check(15項目) 및 品質保證課員에 의한 中間檢査(20 項目)를 遂行하여 그 報告書를 品質保證 部署長에게 報告하여 承認을 받는다.

## 4) 製品 檢査

包裝된 製品은 製造番號 別로 「製品檢査規格」에 따라 製品檢査를 施行한다(6 項目).

## 5) 製品の 合格承認 및 入庫

品質保證 部署長은 製品檢査를 完了하여 製造記 錄, 中間檢査 체크 시트, 製品 조사 結果 및 材料 試驗證明書(Certified Materials Test Report)의 內容이 納品 仕様書 및 ASME CODE를 滿足하는 지 確認하고 그 製品の 入庫를 許可한다(홀드 포 인트 3). 入庫許可된 製品은 色別할 수 있도록 하고 別途 積載한다.

## 6) 出 荷

체크 시트에 依해서 出荷 指示書, 製品の 表示 및 製品の 外觀等を 對照 確認한 後 出荷한다.

## 3.7. 試驗 檢査 및 檢査 機器의 管理

### 1) 試驗 檢査

Heat no. 또는 lot no.(製造 番號)의 區分에 對해서는 ASME CODE에서 嚴格한 定義가 주어 지고 있다. 製品檢査는 製造番號別, 사이즈別로 「製品檢査規格」에 따라 實施한다. 試驗檢査를 實施하는데 있어서 特히 重要한 것은 試驗片의 對照 管理과 分析誤差의 日常管理이다. 試驗 檢査 工程에 있어서의 識別, 對照, 誤差 管理등에 對해서는 詳細하게 標準으로 規定하고 check해야 한다. 原子力 機器의 製造에 있어서는 實際 使用되는 施工 條件下에서 性能檢査를 하는 것이 重要하다.

### 2) 檢査 機器의 管理

試驗 檢査를 實施하는데 있어서 重要한 問題는 檢査 機器가 正確함을 保證해야 하며 「計測管理

規定」에 依據해서 實施해야 한다.

### 3) 試驗 檢査員의 教育과 資格

熔接作業, 非破壞檢査, 化學分析등은 그 結果가 試驗하는 檢査員의 技倆에 左右될 境遇가 많으므로 ASME CODE에서는 非破壞檢査, 熔接등의 檢査員의 認定, 教育 訓練등에 對해서 規定하고 있다.

## 3.8. 不一致 製品の 處理

### 1) 概 要

不一致 製品の 處理는 「不一致 製品 處理 規程」에 依據하여 處理하고 必要에 따라 品質保證 部署長이 주재하여 品質委員會(Material Review Board)를 開催하여 現品の 處理 方法 및 再發防止 對策을 審議, 決定한다. 品質保證 部署長은 製品の 移動 禁止 및 識別 表示를 行한다.

### 2) 不一致 製品の 定義

#### ① 工程 異狀 製品

生産工程上의 制約條件을 벗어난것과 不良計測 器로 測定한것.

#### ② 檢査 不合格品

原材料, 半製品 및 製品으로써 受入檢査, 中間檢査, 製品檢査 및 性能確認 試驗에서 不合格된 것.

#### ③ 品質標準에서 벗어난것

檢査 規格內에 들더라도 日常의 工程 能力으로 보아서 管理限界를 벗어난 것.

#### ④ 損傷品

運搬또는 保管中에 事故에 의하여 損傷된것.

### 3) 不一致 製品の 處理 시스템

不一致 製品の 處理는 不一致 製品 處理 體系에 따라 處理한다.

## 3.9. 品質 監査

品質 監査는 外部 監査(3.5項에서 記述)와 內部 監査가 있고 「品質 保證 規定」에 따라 實施한다. 工場內部 監査는 工場長이 委員長이 되어 各 課를 監査하고 經營陣의 監査는 外部 監査者에게 依頼 하여 받도록 한다. 監査는 미리 準備된 체크 시트 를 使用하여 行한다. 監査 結果는 監査한 部門의 責任者에게 報告하고 不一致의 指摘된 個所및 그 是正 項目은 是正 計劃 및 實施에 대하여 結果 報



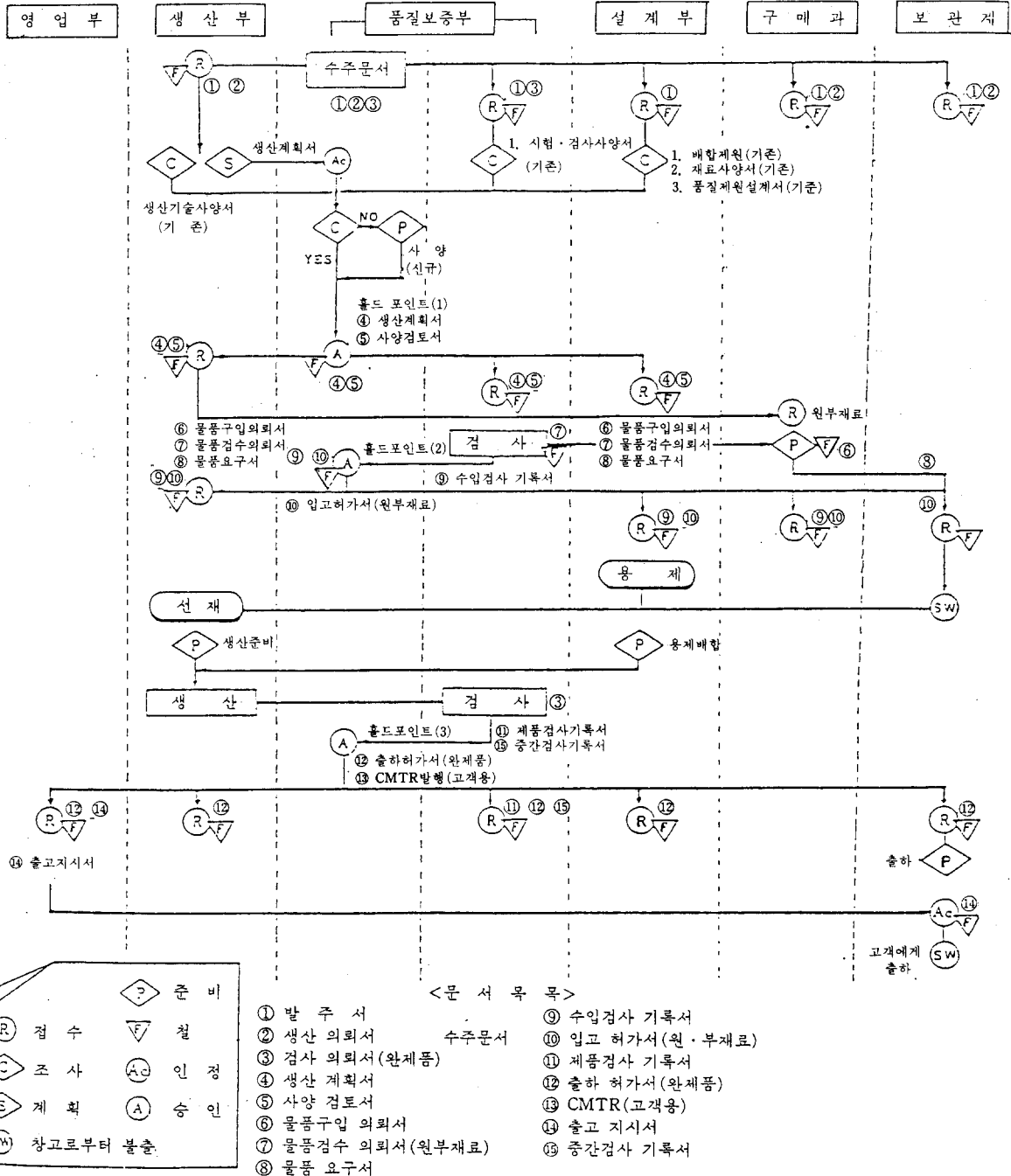


그림 3 生産시스템 體系圖

告를 하도록 한다. 監査는 原則的으로 年 1回 實施하도록 한다.

### 3. 10. 區分 管理의 原則

原材料, 生産工程의 中間製品 및 最終製品에 이르기 까지 識別 表示, 文書管理, 設備管理, 클레임 處理 등 原子力 機器用 熔接棒은 管理規定 및 標準에 따라 一般熔接棒과 區分하여 管理해야 한다.

## 4. 熔接棒 使用者의 品質保證

### 4. 1. 概 要

熔接棒을 使用하는 施工者側 즉 熔接構造物(熔接製品)의 品質을 保證하기 위해서는 工程 및 日程, 設備, 資材, 施工順序, 作業員의 技倆, 技術, 코트스, 熔接準備, 事後處理, 여기에 追加하여 安全衛生, 環境保全 등의 施工計劃을 樹立하고 實施하여 철저히 管理하는 것이다.

熔接構造物의 用途와 使用條件에 알맞게 設計하여 關聯作業과 試驗檢査 등을 調和시켜 施工 함으로써 安定性과 信賴性을 確保할 수 있다.

### 4. 2. 熔接棒의 選擇

熔接棒은 多品種, 多用途이기 때문에 어떤 熔接部分에도 安全하게 性能이 保障되고 使用하기 쉬운 萬能의 熔接棒은 없다. 熔接性, 母材, 經濟性, 專用性, 能率性, 後熱處理의 有無, 치수의 公差, 熔接作業者의 技倆 등을 考慮하여 最適의 條件下에서 特性을 살려 安全하고 便하게 使用할 수 있는 熔接棒을 選擇해야 한다.

### 4. 3. 熔接施工에 있어서 留意事項

設計圖와 示方書에 表示된 內容에 依據해서 詳細한 施工計劃書(細部施工要領書)를 作成하여 바른 施工이 될 수 있도록 해야 한다. 日程이나 資料의 計劃과 管理가 不備하여 工程에 無理가 생겨 熔接品質에 損傷이 가지 않도록 해야 한다. 熔接順序, 熔着法, 運棒法 등을 미리 강구하여 熔接部에 缺陷을 남기지 않도록 하고 특히 變形을 極小化시켜 能率熔接이 되도록 한다.

### 4. 4. 熔接 準備

熔接準備는 熔接施工 計劃에 따라 作業 全工程

에서 가장 安全하고 信賴性이 높은 熔接構造物을 完成하기 위하여 諸般 問題를 檢討하는 前段階로서 철저히 確認되어야 할 事項이다.

### 1) 圖面 및 仕様書

圖面 및 仕様書는 充分히 check하여 意圖하는 實內容을 理解하고 必要하면 關聯部門과 協議를 하고 關聯工程과 施工 要領書도 檢討한다.

### 2) 母 材

熔接은 짧은 時間에 局部的으로 急熱, 팽창, 收縮, 急冷을 同伴하는 冶金的 反應의 操作이므로 熔接하는 母材의 材質을 꼭 確認해야 하며 材質에 따라 熔接棒을 選擇하고 熔接施工上의 注意事項(豫熱 및 後熱處理 등)을 決定해야 한다.

### 3) 熔接作業者의 技倆

施工에 要求되는 技倆資格과 能力을 가진 熔接作業者가 適正 人員만큼 確保되었는지 確認하고 不足할 때는 外注, 支授, 育成하는 方法으로 對處하도록 한다. 作業者의 能力과 技倆의 成果가 熔接의 品質에 큰 影響을 미치는 點을 考慮하여 QA 및 TQC에 關聯한 責任과 品質保證體系內에 있어서 機能을 位置지워 준다. 作業者의 技倆向上에도 힘을 써야 한다.

### 4) 熔接關聯 設備 및 補助裝置

作業者의 技倆이 優秀해도 不安定한 姿勢나 나쁜 習慣의 姿勢로 熔接을 하면 熔接部에 缺陷이 發生하기 쉽고 作業能率도 오르지 않는다. 關連設備는 完全하고 作業量을 消化하는데 充分한지 檢討해야 한다. 熔接關連 設備, 付屬 및 補助裝置(治·工具 포함)를 選擇하여 使用하면 아래와 같은 利點이 있다.

① 製品의 精密度를 높이고 熔接部의 信賴性이 높아진다.

② 作業이 쉽고 便利하며 熔接能率が 오른다.

③ 熔接 뒤틀림을 防止하며 外觀이 美麗하고 補修, 修正의 費用이 안든다.

### 5) 熔接이음과 홈

熔接이음은 여러가지 種類가 있는데 熔接強度, 母材의 板두께, 構造物의 荷重 등에 따라 適切한 홈을 加工한다. 適正한 이음의 形狀은 熔接法, 姿勢, 機器, 施工條件 등에 따라 變할 수 있고, 베벨 形狀, 루트間隔, 直線度, 角變形 및 그 分布가 包含된다. 홈은 周邊의 녹, 페인트, 기름, 스래그,

스퍼터등을 除去하여 흡의 清潔을 維持한다.

#### 6) 가접(Tack Welding)

가접은 部品을 組立하여 構造物의 形態를 바르게 하고 흡을 바르게 잡아 주며 치수를 維持하기 위하여 本 熔接前에 實施하는 熔接法으로 아래 事項을 留意해야 한다.

- ① 技倆이 優秀한 作業者가 熔接한다.
- ② 本 熔接할때와 같이 慎重을 期하여 熔接한다.
- ③ 治·工具를 使用하여 흡안에는 熔接을 避한다.
- ④ 가접의 位置는 部品의 끝, 角, 重要強度 部分과 應力이 集中하는 곳을 피하도록 한다.
- ⑤ 가접은 龜裂이 생기지 않도록 한다.

### 4.5. 本 熔接의 施工 要領

#### 1) 概 要

本 熔接에 있어서는 熔接順序, 熔着法, 運棒法, 뒷면과내기, 裏當材의 選擇등을 檢討하여 熔接部에 缺陷이 생기지 않고 變形을 적게하여 能率의 이고 滿足한 作業이 되도록 한다.

期待한 熔接이음을 얻고 作業失敗의 再發을 防止하기 爲해서는 設定된 熔接條件을 正確하게 實行하여야 하며 全工程의 信賴性和 原價節減도 確保되도록 自主管理를 圖謀해야 한다.

#### 2) 豫 熱

豫熱은 다음과 같은 境遇가 豫見될 때 實施한다.

- ① 熔接熱에 의해서 熱影響部가 急冷되어 胞化되거나 硬化되어 균열이나 收縮變形이 염려될 때.
- ② 母材의 熱傳導가 커서 熔融金屬이 母材로 充分히 용입되지 않을 때.

#### 3) 熔接作業

熔接作業은 適正電流, 層數, 熔接速度등 適正한 熔接條件을 遵守해야 한다. 熔接棒의 乾燥는 一般棒은 70℃~100℃, 低水素系棒은 300℃~400℃에서 1時間再乾燥를 하고 乾燥後의 大氣中 放置는 2~4時間으로 한다.

#### 4) 熔接後의 熱處理

熔接熱에 依해 變形을 하려는 힘이 拘束에 依해 構造物內에 남고, 아무리 注意해도 構造物의 殘留

應力과 뒤틀림을 完全히 없앨수 없다. 따라서 熔接後에 이것을 除去하기 위하여 後熱處理를 實施해야 한다. 熔接直後熱은 硬化部의 軟化와 水素放出을 目的으로 하고 一般의 高溫, 短時間이 특징이다. 熔接後熱處理(PWHT)는 熱影響部의 軟化, 熔接部의 延性 및 切欠靱性向上, 應力腐蝕 균열 防止, 殘留應力의 완화를 目的으로 하고 加熱時間, 冷却 등 熱處理 조건과 溫度管理는 철저히 해야 한다.

#### 5) 缺陷의 補修와 끝손질

熔接部에 發生한 缺陷中 補修를 해야할 기공, 스래그 混込, 균열, 非破壞檢査에 依한 內部缺陷등은 充分히 파내고 再熔接을 한다. 끝손질의 경우는 熔接棒의 種類, 熔接條件에 따라 불록, 오목 形등의 비이드가 形成됨으로 構造物의 強度를 고려하여 切削등의 손질을 해야 한다. 變形손질에 있어서 冷間加工을 할때는 材質變化가 일어나지 않게 留意해야 한다.

#### 6) 安全과 衛生

熔接作業은 高熱과 強烈한 아아크가 發生함으로 保護用具를 착용하여 火傷 및 눈 피부등의 災害를 防止해야 한다. 熔接中 感電事故에 대한 對備도 해야 한다. 熔接中 熔融金屬과 그 周邊에서 發生하는 微細한 金屬酸化物(Fume)도 多量吸入하지 않도록 換氣도 充分히 해야하며 亞鉛鍍 鋼板을 熔接할때는 특히 留意토록하고 低 fume 熔接棒도 選擇토록 한다.

### 5. 맺음말

熔接은 3~4秒동안에 일어나는 大氣에 開放된 電氣爐 冶金反應과 같은 特性때문에 熔接棒 한개 한개가 最終으로 熔接構造物의 性能을 決定하는 重要한 製品이다. 그런데도 그 熔接棒의 性能을 簡單하게 能率의으로 信賴性높게 檢査하는 方法은 確立되어 있지 않고 있다. 아무리 檢査를 嚴格하게 하여도 品質의 確保는 어렵고 生産者의 出荷檢査나 使用者의 受入檢査는 샘플링 檢査에 依存한다. 따라서 生産者는 熔接棒의 品質向上과 散布를 줄이기 爲해서 原副材料의 安定화와 作業標準에 重点을 둔 管理의 徹底, 生産設備 및 計測器의 精

密化와 自動化, 그리고 設備의 整備保全에 徹低해야 한다. 熔接構造物의 品質保證은 技術上의 問題로서 形狀이 複雜하여 定量的인 把握이 어렵고, 設計를 위시하여 熔接以前의 工程이 構造物의 品質에 影響을 주며, 人間의 모럴, 個人의 技倆에

많은 關係가 있으므로 熔接棒 生産者와 使用者가 緊密히 協助하여 品質情報를 交換하고 有機的인 管理 시스템을 만들어 熔接의 品質保證에 最善을 다하는 길 밖에 없다.

### 대한용접학회지 투고 안내

본 학회지는 회원 여러분의 지식과 기술향상 및 각종정보의 전달 매체로서 발간하려고 노력하고 있으나 아직도 내용이 불충분하며 다양한 기사가 게재되지 못하고 있습니다.

본 학회지의 발전을 위하여 회원 및 비회원을 불구하고 독자의 투고를 환영합니다. 특히 현장에 계신 회원께서는 새로운 정보나 용접기술발전에 유익하다고 생각되시는 Know How 등을 적극적으로 투고하여 주시면 감사하겠습니다.

기사내용은 연구논문, 기술보고, 강좌, 해설, 전망, 수상, 논설, 기술자료, 지상토론, 문헌소개, 회원의 소리, 회원사 소식 등 이며 투고하신 원고에 대해서는 소정의 투고료(연구 논문, 회원사 소식제외)를 지불하고 있습니다.

- 1) 투고자격 : 회원 및 비회원
- 2) 투고주소 : 대한용접학회사무국  
대전직할시 유성구 장동 171  
한국해사기술연구소 내  
TEL No. (042) 861-2696, 820-7810  
FAX No. (042) 861-1172
- 3) 투고시기 : 수시