

공학 1 부

# 計測科學과 精密工業의 發展

韓國標準研究所 丁 元

## 1. 國家計測體系

어느 나라에서나 그 國家計測體系의 精密度와 正確度水準이 2次產業의 發達과 push-pull關係를 維持하면서 發展되어 나왔습니다. 모든 現代的 生産活動에 있어서 生産現場 測定機能의 精密度와 正確도가 品質管理 및 信賴度保障과 部品産業系列化에 얼마나 重要的 役割을 하고 있는지는 새삼스럽게 再言할 必要가 없겠습니다.

오늘날 우리나라 產業界가 눈부신 發展을 거듭하여 勞動集約體制를 脫皮하여 바야흐로 skilled labor爲主의 技術集約的 産業으로 轉換해 나가고 量的 伸張에서 質的 向上으로 革新되어야 할 時期에 到達하였읍니다. 바로 이 時點에서 當面하고 있는 難關이 精密度 障壁입니다. 이 難關을 克服하기 위하여 우리나라의 國家計測體系를 革新·強化하고 現代化시키는 한편 國際溯及性(international traceability)를 強化시키는 使命을 맡고 새로이 韓國標準研究所가 設立되었읍은 모두 잘 아시는 바입니다.

## 2. 精密工業과 計測科學

특히 最近 急激하게 發展해 나가고 있고 우리나라에서 그 育成支援과 先導가 時急하게 要望되고 있는 精密工業은 計測科學과 不可分의 密接한 相互作用을 繼續하고 있습니다. 즉, 既存 精密度 限界를 土臺로 한 精密工業의 發展으로 더욱 精密한 計測機器의 開發이 可能하게 되고

이것이 다시 精密工業의 水準 提高를 促進하고 支援해 나가고 있습니다. 이와 같은 相互作用에 의해서 오늘날 우리가 到達할 수 있는 精密度 限界는 人間과 機械의 計測能力의 極限에 挑戰하면서 나날이 높아져 가고 있습니다.

그 最近한 例로는 laser 干涉計를 利用한 超精密 距離測定 技術이 實用化되어 우리나라의 精密工業機械에도 널리 活用되고 있습니다. 그러나 laser 干涉計의 構造를 보면 알 수 있는 바와 같이 超精密 工作技術의 開發없이 이러한 實用化가 不可能했을 것입니다. 이러한 精密工作機械도 工具의 磨耗特性和 加工物質의 溫度膨脹特性을 充分히 考慮하지 않고 使用한다면 最終製品의 精密度나 信賴도는 全혀 保障할 수 없게 되어 버리고 맙니다.

最近에 實用化된 計數制御(digital control) 工作機械도 우리나라에 여러개 導入되어 品質管理와 生産性 向上에 크게 寄與하고 있습니다. 여기에서도 같은 問題가 따릅니다. 더구나 計數制御方式에서는 모든 物理量을 數字로 表示하는 過程에서 그 基準이 되는 單位量의 正確度維持가 定期的인 檢較正에 의해서 支援되어야 한다는 것을 充分히 認識해야 되겠습니다. 모든 生産工程管理에 重要的 位置를 차지하고 있는 溫度計測分野에서도 새로운 sensor들이 開發되어 그 精密度와 測定範圍가 繼續 擴大되고 있고 또 最新 電子回路技術의 發展으로 超精密 溫度制御裝置가 널리 普及 活用되고 있습니다. 그러나 水銀柱 溫度計나 熱電對(thermocouple), thermistor와 같은 從來의 溫度 sensor들이 그 使用狀

態에 따라 數個月 사이에 數度 乃至 10°C 以上の 經時變化(drift)를 이르킨다는 것이 알려져 있습니다. 이러한 sensor들의 長期的安定度와 thermal cycling의 影響을 究明하기 위한 努力이 꾸준히 繼續되고 있습니다. 當分間은 定期的인 檢較正에 의하여 繼續 監視하고 그 偏差를 補正해 주는 技朮에 缺 없습니다. 이와 같은 正確度 維持의 必要性은 生産技術의 高度化에 따라 要求되는 精密度가 높아질수록 더욱 切實한 問題로 浮刻되고 있습니다.

이와 같은 檢較正 支援의 重要性의 또하나의 例로 航空機의 空中給油를 위한 radar裝備의 경우를 살펴보면 高速으로 나르고 있는 tanker機와 receiver機가 可視距離內에 接近하는 것을 保障하기 위해서는 0.1% 正確度を 가진 試驗機器 29個를 가지고 radar 裝備를 檢較正해야 하며 또 이들 試驗機器들의 正確度を 維持하기 위해서 0.01% 正確도를 가진 計測標準器 25個가 所要된다고 합니다.

以上の 例에서 보는 바와 같이 生産技術과 裝備가 高度化되고 精密化 될수록 計測科學의 成果를 土臺로 한 正確度維持支援이 促求되고 있습니다.

### 3. 工業部門別 計測分野關聯度

美國에서 NBS가 1972년부터 1975년까지 3年間에 걸쳐서 實施한 National Measurement System Study의 資料中에서 石油化學工業, 機械工業, 鐵鋼工業 및 電氣電子工業과 20個 計測分野들과의 相關度 趨勢를 살펴보면 表 1과 같습니다. 여기에서 보는 바와 같이 길이·用度の dimension計測이 4個工業部門에 共通의으로 重要한 關聯을 가지고 있으며 특히 機械 및 鐵鋼工業에서 莫重한 位置를 차지하고 있는 것은 쉽게 理解할 수 있습니다. 그리고 힘 및 機械, 強度計測의 重要性은 再言할 必要가 없고 表面特性·放射線 및 標準試料(Standard Reference Material, SRM)가 重要視되고 있는 것도 注目할만 합니다. 특히 放射線計測이 非破壞試驗과 同位元素에 의한 磨耗特性 究明에 널리 活用되고 있

는 것이 反映되고 있습니다. SRM도 各工業部門에서 計測 및 材料分析의 信賴度 保障에 널리 活用되고 있습니다.

表 1. 4個工業部門과 各計測分野와의 相關度趨勢

計測分野	工業部門	石油化學	機械	金屬鐵鋼	電氣電子
1. 길이·角度		◎	◎	◎	◎
2. 質量·부피·密度		◎	○	○	
3. 힘·機械強度		○	◎	◎	○
4. 壓力		◎	◎	○	·
5. 流量		○			
6. 表面粗度		·	○	○	○
7. 振動·衝擊			○	·	·
8. 音響		·			○
9. 溫度		◎	◎	◎	◎
10. 濕度		·	○	○	·
11. 流體熱力學量		◎	·	·	
12. 低溫		◎			
13. 電氣		·	·	·	◎
14. 電磁波			·	·	◎
15. 光度·照度					◎
16. 原子·分子特性		◎			◎
17. 表面特性		◎	◎	◎	◎
18. 放射線		◎	○	○	◎
19. 標準試料·化學分析		◎	○	◎	◎
20. 時間·周波數					·

□微微 ·若干 ○多小 ◎重要 ◎不可缺

### 4. Measurement Assurance Program (MAP)

從來의 正確度維持는 計測標準이나 計測機器의 檢較正에만 依存하고 있어서 그 活用方法이 適合하지 못하면 正確度 維持를 保障할 수 없는 被動的인 方法이었습니다. 그래서 國家標準機關에서 維持되고 있는 計測標準을 生産現場에서의 計測正確도에 直接 連結시키고 普及 傳播하는 새로운 方式으로 MAP가 NBS에서 開發되어 意欲의으로 推進되고 있습니다. MAP에서는 그 特性이 安定하고 輸送에 適合한 被測定物體를

指定하여 精密하게 測定한 다음 이것을 生産現場에 보내서 指定된 節次에 따라 測定하게 하고 이것을 다시 NBS에서 再測定하여 이 一連의 測定結果들을 統計處理함으로써 計測 機器·人員·計測環境·節次·結果處理 등의 計測全般의 信賴度を 綜合적으로 評價하고 경우에 따라 그 未備點을 分析해서 補完하도록 하여 生産現場에서의 計測信賴度を 保障하는 方式입니다. 이 事業은 美國全域에 普及되고 있으며 初期의 길이·角度·質量·溫度·電氣의 分野에서 다른 計測分野들로 擴大되고 있으며 生産現場에서 要求되는 正確度を 維持하고 生産性を 높이는데 크게 寄與하고 있습니다.

### 5. 材料特性의 測定

위에서 言及한 여러가지 物理量의 測定機能外에 材料特性의 測定分野에도 많은 發展이 이루어지고 있습니다. NBS에서는 初創期부터 이 分野의 研究의 重要性이 認識되어 improved use of materials through better characterization 이 그 主要機能의 하나로 明記되어 있습니다. 이 機能이 強化되어 IBS, Institute of Materials Research, IAT 등으로 改論된 것은 1960年입니다. 特히 材料特性이 使用에 따라 劣化되는 過程을 究明하려는 failure analysis와 非破壞評價(nondestructive evaluation, NDE)方法의 開發이 活潑하게 推進되고 있습니다.

이러한 材料研究에서 高溫에서 長時間 使用해도 熱電特性이 變하지않는 새로운 熱電對物質이 開發되었으며 또 stainless steel의 welding 및 casting과 corrosion特性을 크게 支配하는 ferrite와 austenite의 比도 後方散亂 Mössbauer 效果를 利用하여 從來 磁氣測定方法보다 훨씬

손쉽게 正確하게 測定할 수 있게 되었습니다.

또 高壓送電塔에 쓰이는 ceramic絶緣體는 거기에 걸리는 힘에 依해서 microcrack이 形成되고 이것이 傳播되어 結局 catastrophic destruction이 일어나는데 이 microcrack形成時에 생기는 소리를 檢出할 수 있게 되고 이 소리發生頻도와 stress-strain特性과의 相關關係를 알게 되어 使用途中에 그 破壞時期를 豫測할 수 있게 되었습니다.

### 6. Zero Failure

위에서 말한 바와 같이 材料特性의 測定技術이 發達하고 그 劣化過程에 對한 知識이 蓄積되어 감에 따라 效果의인 材料選擇에 依해서 모든 部品材料의 信賴度を 均衡있게 維持하고 그 有用壽命을 一致시킴으로서 指定된 期間동안 100% 信賴度を 保障할 수 있는 Zero Failure를 實現할 수 있게 되리라고 期待됩니다. 이러한 材料特性의 信賴도에 對한 知識은 必要以上の 高級材料의 濫費를 줄여서 生産原價를 節減시킬 뿐 아니라 有限한 資源을 最大限으로 活用하고 節約保存한다는 觀點에서 더욱 重要視되어 가고 있습니다.

### 7. 맺는 말

以上으로 計測科學의 最近의 發展과 精密工場과의 密接한 相關關係를 몇가지 例에 對해서 說明해 드리고 材質特性測定の 重要性에 關해서 그 一面을 紹介하였습니다. 特히 計測科學과 여기에서 言及한 工業部門들과의 緊密한 協助의 必要性을 거듭 強調하고 앞으로 우리나라에 精密工業을 土着化시키고 育成 發展시키는데 함께 努力해 주시기 부탁드립니다.

너도나도 기술배워 이룩하자 과학한국