

建築材料의 研究 · 教育의 視点

早稻田大學教授 · 工博 田村 恭

…本 原稿는 지난 3月 15日 ~ 19日 5日間 漢陽大學校 企劃管理室 主催 第六回 經營 建築 講座에서 早稻田大學 理工學科 教授(工博) 田村 恭氏 의 講議內容 中 「建築材料」의 一部이다.

제공 : 漢陽大學校 企劃管理室

I. 緒 言

昨今の建築事情은 社會 · 經濟情勢의 變化와 國民의 生活樣式의 變貌에 隨伴하여 顯著하게 複雜하게 되었다.

또 蓄積된 高度의 技術과 數 많은 新材料의 登場을 背景으로 더욱 急迫해진 勞務事情等도 反映되어 施工法은 크게 變하러 하고, 建築生産 方式은 工業化의 方向으로 進展되어 가고 있다.

이것은 世界 各國이 모두 다 共通된 事實이며, 特히 1965年 코펜하겐에서 열렸던 CIB 第3回大會(主題: Towards Industrialised Building)의 報告에 詳細히 나와 있다.

오늘날 이와 같은 工業化의 推進에 따라 建築材料 或은 構成部品, 더우기 各種의 工法에 關하여 標準化의 움직임이 생기고 있으나 本稿는 이 工業化의 動向에 相應하는 建築材料의 研究 · 教育上의 視点에 關하여 論하기로 한다.

II. 建築生産의 近代化에 對應하는 建築材料의 研究 · 教育의 目標

1. 建築生産方式의 近代化의 潮流

明治 이후 100年에 걸치는 日本의 建築 發達을 建築材料面으로 볼 때 그것은 新材料과의 싸움의 歷史이며, 또 對話의 歷史였다.

洋風建築과 더불어 導入된 煉瓦 · 鐵 · 시멘트 · 유리等 數 많은 材料는 거의 西歐의 各國에서 수입된 것이었으나 이 未知의 材料의 國産化에 敢然히 뛰어들은 사람들을 비롯하여, 氣候 · 風土의 苛酷한 條件에 材料를 適應시키려고 努力한 사람들, 또 그것을 愛用하는 길을 연 사람들 等等 數 많은 先人들의 애기를 우리들은 記憶하고 있다.

建築材料의 發達は 第二次大戰后 十數年間에 걸친 움직임이 特히 눈부시다고 생각된다.

即 이 發展過程이야말로 昭和 30年을 契機로 한 高度成長期이며, 産業의 大規模化, 生活水準의 向上, 人口의 都市集中等 日本의 社會的 · 經濟的 活動上에 일어난 가지 가지의 影響이 建築界에 미치고 있다.

建築界에 있어서 需要의 急激한 增大와 그 質的인 變化, 基幹産業에 일어난 技術革新이 建築生産方式에의 波及, 或은 技能勞働者의 不足에 의한 生産構造의 變化等, 오늘날은 明治 以後의 建築發達史 中에서 가장 特筆할 만한 때를 만나고 있다.

即 建築技術은 高度化하고, 施工의 機械化가 強力히 推進되려 하고 있으며, 連續적으로 登場한 新材料는 새로운 機構와 內容을 갖춘 工場生産部材와 組立方式의 建築을 開發하여, 現場 勞動에 依存하고 있던 材料의 革命을 招來하였다.

또 施工現場에 있어서는 科學的인 管理技術로서 合理的인 品質管理의 手法과 PERT .CPM 等の 工程管理技術의 導入이 計劃되는 等, 建築生産方式을 둘러싼 社會的·經濟的·技術的인 모든 條件의 近代化의 動向은 지난날과 같은 視点에서 그것을 取할 것을 容恕치 않는다.

池辺陽 教授等은 이점을 捕捉하여 “新建築技術에 關한 市場調査”로서 建築生産構造變化의 予測, 新材料의 發展과 新工法의 動向을 分析하고, 建築材料의 生産業務를 비롯하여 建築設計와 施工業務上에 일어날 變化를 指摘하고 있는데, 그 變化의 核을 이루고 있는 것은 新材料의 登場과 工場生産化의 增進이다.

2. 建築材料의 研究 및 教育의 目標

UN의 유럽經濟委員會가 1959년에 開催한 “國家政策과 建築工事費”의 會議報告에서 建築의 工業化에 關하여 다음 性格을 가지고 있음을 指摘하고 있다. 即,

- 1) 生産의 連續性(需要의 一定한 흐름에 根據를 두고)
- 2) 製品의 標準化
- 3) 全生産過程의 統合
- 4) 作業組織의 高度化
- 5) 手工業의 機械化
- 6) 生産에 關한 研究와 組織的 實驗이다.

일찌기 建築材料의 研究는 大學 研究所等에 屬하는 學者者, 研究者의 손에 의하여서만 이루어지는 것 같이 생각되어, 實地 取扱되는 것보다 理論的이며 高度한 學術的 內容을 가지는 것을 貴重視하는 傾向을 어느새 強調해 왔다.

한편 建築材料 教育에서는 그 材料工學의 視点만이 強調되어 材料를 어떻게 選擇하고 또 그것을 使用할 것인가. 또한 그것이 어떻게 維持될 것인가의 建築技術的인 側面을 지나치게 輕視하는 傾向이 있었다.

그러나 實地와 分離된 材料研究나 教育 에서는 急激히 進歩發展해 가는 各種 新材料의 性質判定等의 問題에 當面하여도 現狀으로서는 그것을 消化하기가 不可能하게 되어 있다.

또한 要求가 苛酷해 가는 많은 建築材料研究의 要請이나 生産方式改善의 새로운 解釋에 關해서도 充分한 機能을 다 할 수 없게 되어 있다.

最近에 와서 學會나 協會等을 母體로 하는 委員會가 漸次로 組織되고 學界와 產業界와의 交流가 漸次로 活潑해지며 從來의 弊端은 次次 없어지려 하고 있으나 그 研究의 範圍는 當面한 社會的 要請이나 規格化의 要望에 限定되어 實情은 建築材料의 全部門을 덮을 程度는 못된다.

昨今の 建築材料의 研究上 特記될 만한 것은 從來 建築과는 全혀 無緣한 것이었던 石油製品이나 電氣製品의 메이커, 印刷業者까지도 登場되어 온 것이다.

이들 素材 메이커의 研究에서는 成功을 거둔 材料革命의 創造的 機能을 發揮하여 自己製品을 建築에다 바라직한 모습으로 積極的으로 投入하려고 하는 것이 있다.

또 建材 메이커의 研究에는 性能의 改善이나 새로운 目的에 副應한 處理加工, 或은 不足되는 現場勞働者를 背景으로 하여 二次加工의 高度化 또는 廣範圍한 部品化를 指向하는 것이 적지 않다. 또한 建設業者는 新材料에 依한 新工法의 開發이나 超高層建築等の 大規模의 프로젝트와의 增加에 隨伴하는 工期短縮, 코스트 低減이나 그 加工·組立 手段으로저의 機械施工化의 可能性을 追求하는데 建築의 工場生産化를 推進하려고 하고 있다.

이들 建築界의 諸般에 걸친 研究는 上述한 바와 같이 劃一的인 것이 아니며, 또 反面 實用化의 意圖나 目標에는 競争이나 浪費가 적지 않다.

오늘날의 建築材料界의 狀況의 裏面에는 이와같은 極甚한 先進 競争이 있다는 것을 잊을 수가 없다.

한편 生産方式의 工業化의 進展에 隨伴하여 技術者의 地位나 機能에도 큰 變化가 일어났다.

예를 들면, 岡東秀昭氏는 “工業化와 現場 監督者”의 著書 中에서 技術研究·企劃·開發·管理를 위한 創造力을 가진 技術者로서 材料의 取扱, 技術指導, 能率·生産計劃, 코스트 管理等の 役割이 強力히 要求되어지고 있음을 말하고 있는데 建築界에 있어서의 같은 動向을 建設經營社에 의한 “建設 現場의 職務와 權限”에 關한 調査中에서 엿 볼 수가 있다.

이와 같은 것을 보아서도 오늘날만치 建築技術者가 材料와 그 取扱을 비롯해서 廣範圍 知識을 必要로 하는 때는 일찌기 없었다.

또한 그를 爲한 材料教育은 從來와 같은 材料의

科學이나 工學에 그치지 않고 建築의 計劃이나 生産에 直結하는 綜合的 技術을 부여하는 것과 같은 密度 높은 內容을 具備하지 않으면 안된다.

Ⅲ. 建築材料 研究의 視点

1. 建築材料를 둘러싼 研究開發

前節에서 建築材料 研究의 目標에 關하여 敘述하고, 各 企業에서의 그 패턴을 表示했는데 一般 産業界에 있어서의 材料研究의 目標에 關하여 知久健夫氏는 다음과 같이 說明하고 있다. 即,

- 1) 새로운 것에 關聯되는 새로운 市場의 調査
- 2) 需要의 擴大에 連結되는 改善과 使用者에의 奉仕
- 3) 副産物, 廢棄物等の 經濟的 價値의 發見
- 4) 生産技術의 簡易化와 規格化
- 5) 確實한 供給資源
- 6) 品質管理의 改善助長
- 7) 새로운 販路의 開拓
- 8) 企業에 採擇하기 爲한 適性評價
- 9) 投資되는 研究와의 有效한 使用方法
- 10) 大量生産의 可能性
- 11) 使用者에 對한 새로운 知識의 普及
- 12) 새로운 思考方法

이다.

이것들은 建築生産에도 通하는 內容을 가진다. 그런데 知久氏에 의하면 材料學에는 세가지 立場이 있다.

即, 材料單一體나 複合體等の 物質로서의 本質을 究明하려고 하는 材料科學, 特定한 使用條件에 對한 基礎知識을 形成하기 爲한 材料工學, 더우기 加工·施工等の 生産에 結付되는 材料의 實用特性도 究明하려고 하는 生産材料學이다.

오늘날까지의 建築材料의 研究의 大部分은 이들 三者의 어느 것 하나에 固定하여 推進되어 온 感이 깊다. 그러나 이미 敘述한 바와 같이 材料研究의 態勢로서는 이들 세 立場의 모든 것을 包括하여 배워 얻는 것을 理想으로 하지 않으면 안되며, 또 지난날의 舊態에 의론할 必要도 없다.

2. 建築物의 性能과 建築材料의 性質과의 關係

이 工業化를 推進하는데 있어서는 材料의 尺數, 形狀 및 性質, 使用形式, 또한 部位로서의 性能等

여러 面에 걸쳐서 標準化가 疎忽되지 않으면 部材의 互換性이 窮乏해지고, 또 이것을 量産化하는 것도 低廉化하는 것도 되지 않고 만다.

即, 標準化는 生産機構를 合理化하고, 建築의 勞動生産性을 높이고, 勞動力의 流動化에 對處 하는 길이다.

따라서 그를 爲한 基本條件이 되는 建築物의 性質의 標準化의 問題에 各國이 모두 各各 커다란 研究課題로서 이에 對決하고 있다.

이 建築物의 性能에 關하여 英國의 建築研究所의 사람들이 가장 빨리 研究를 進行시키고 있으며 그 成果는 實際面에 있어서 施工規準 Standard code of practice로서 오늘날 活用되어 10章에 걸치는 機能의 要求 Functional Requirement의 規準을 주고 있다.

또 그간의 研究內容의 大部分은 壁·지붕·床의 部位로 나누어서 the principle of modern Building에 詳細히 紹介되어 있다.

그후 이와 같은 建築의 原理 乃至는 性能에 關한 研究가 많은 나라에서 採擇되어 어느것이 나 Performance Code 性能規準으로서 모두어 지려하고 있다.

即, 建築物의 性能概念 Performance Concept는 프랑스에서는 네개의 씨리즈로 나누고, 또 네덜란드에서는 세 特性으로 나누어 그 內容項目을 주는 等의 討議가 進行되고 있다.

그 區分方式는 서로 다르지만 그 內容은 거의 같으며, 그 基本的인 생각으로서 發表되어 있는 프랑스의 空間性能에 對한 類別을 表 1에 表示하였다.

表 1 建築物의 性能區分

(1) 씨리즈 1

生理學的인 要求에 關한 것으로서 住居者의 健康의인 環境이나 充分한 休養의 機會를 주는 條件(音響레벨·安樂의레벨·空氣清淨度·照明度·美學的레벨·安全性)의 規準을 주고 있다.

(2) 씨리즈 2

家庭生活을 爲한 施設의 適切度로서 空間의 尺數·서비스設備의 標準을 말하고 있다.

(3) 씨리즈 3

建築物의 耐久年限·防火·爆發에 對한 抵抗性에 關하여 말하고 있다.

(4) 시리즈 4

維持保全에 要하는 費用과 勞力이 될 수 있는데로 근소할 것을 말하고 있다.

이와 같은 各시리즈別 特性은 어느 것이나 工學的 觀點에서 整理되어진 것인데, 構法的性能, 機能의 要求, 防災的 性能, 維持管理性能에 關한 것으로 認識할 수가 있다.

勿論 建築物에 對한 이들 要求性能은 建築物의 種類에 依하여 다르며, 또 建物 全体로서 그 機能要素의 存在形態를 보아야 하기 때문에 特定한 部位를 獨立시켜, 或은 또 特定의 使用材料만 絞집어서 評定할 수는 없다.

또 使用材料의 性質은 部位 機能과 반드시 結合되는 것은 아니다.

그러나 設計條件으로서 要求되는 原則的인 事項을 基礎로 하여 建築에 要求되는 性能과, 材料에 要求되는 것과를 對應시켜 再整理하면 다음과 같 이 된다.

表 2 建築物의 性能에 關聯되는 材料의 性質(田村)

建築物의 性能	材料의 性質
強度·構造的 安定性	強度·彈性係數·疲勞強度·구 리프強度
局部的 損傷에 對한 抵抗性	硬度·우그러드는데 對한 抵抗性·耐摩耗性·耐衝擊性
安 全 性	吸濕膨脹係數·乾燥收縮係數·熱膨脹率·熱軟化點
接合部 強度	接着強度·保釘力
防水·防濕性能	吸水速度·吸水率·透水性·吸濕率·透濕率
熱的 性能	比熱 熱傳導率·熱流率·熱線 反射率
音響的 性能	吸音係數·音透過損失係數·防 振性
光學的 性能	光線反射率·光線透過率·光擇 度
防火性能	引火點·着焰性·展焰性·燃燒 性·熱傳導率
耐久性能	可溶性·耐藥品性·耐候性·耐 오손性·耐光性·耐凍害性
快 適 性	感觸性·心理的 이미지·害蟲 의 蔓延性

그러나 그 內容에 있어서는 이 關聯은 결코 單純한 것이 아니다.

예를 들면 構造部材에 要求하는 強度, 構造的 安定性 하나를 絞집어 들더라도 材料의 性質에 關한 檢討는 그것이 使用되는 部材로서의 機能을 前提로 하여 콘크리트·鋼, 或은 木材라고 하는 材料 自體의 個存性(그 強度·特性이나 그에 關한 要因의 影響, 缺點係數等)을 考慮하여 더욱 靜的 또는 動的載荷의 條件을 包含하여, 또 單一體뿐 아니라 接合部의 條件도 합쳐서 幅 넓게 또한 詳細한 內容을 表示하지 않으면 안된다.

이것은 마무리의 材料에 對해서도 마찬가지이며, 예를 들면 陶磁器 타이루를 붙이는데 쓰이는 몰탈의 性質은 使用部位의 機能, 밀판條件이나 그것이 붙여지는 타이루의 品質, 그 붙이는 工法을 前提로 하지 않는 限 問題되지 않는 것을 意味한다.

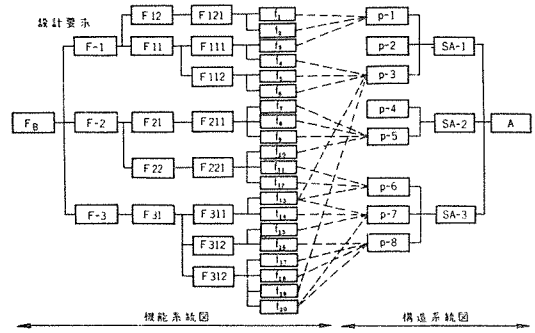


圖 - 1 設計要求와 시스템 圖 (正井氏原案)

이와같은 생각에 立脚하여 材料에서 部位를 包含한 性能檢討를 構法上의 層別構成으로서 捕捉하는 方法이 이미 數次 發表되어 있으나 工法까지도 考慮한 많은 材料의 合成시스템으로서 그것을 捕捉할 必要가 있다.

더욱 또 하나 複雜한 것은 이와같은 材料合成시스템이 힘·音·熱이라고 하는 作用因子의 個個에 對하여, 各各 다른 시스템의 樣態를 가지고 대응한다고 하는 事實이다.

예를 들면 “仕上材-骨組-仕上材”의 한 系列이 이룩하는 役割에는 要求되는 A라고 하는 性能에 對해서는 直列的인 系列을 가지고 作用하는가 하면 別途의 B라고 하는 性能에 對해서는 並列的인 系列의 形態를 取할 때도 있다는 것이다.

따라서 部位-材料에 걸치는 機能分析은 信賴度

工學等的 積極的인 導入을 前提로 하지 않고서는 解決이 되질 않는다.

美國材料試驗協會가 1966년 “試驗과 서비스性能과의 關係”에 關한 심포지움을 열었는데 그중에서 캐나다 建築研究所의 R. E. Legget所長이 美國建築審議會에서 있었던 建築의 性能概念에 關한 協議會에서 말한 W. Gillett氏의 다음 레포트를 对照하여 設計프로세스·試驗方法·標準規格과의 關連을 論하고 있다.

“모름지기 建築物의 性能은 建築物 또는 그 集合体에 대하여 適切한 構造이어야 하며, 構法이나 使用材料의 注意事項에 依한 要求를 올바로 充足시켜주는 것이 아니면 안된다.

따라서 그것은 科學的基盤에 의한 判定에 따라 受容될만 한 技術로 부터 導出된 判定試驗의 結果나 導出되는 要求에 합치하는 科學的 特性을 提供하는 것이 아니어서는 안된다.”

이 原則에 立脚하여 性能試驗은 適切한 理論的 知識으로서는 予言하기가 不適當한 때에 必要하게 되는 것으로서 建築界에 있어서의 性能概念의 受容은 그것이 測定方法의 概念과, 密接한 關聯을 가질 때에 採擇되어져야 한다.

그리고 標準試驗法을 採用하여 틀린 解決이 나올 余地없이 傳達할 수 있는 試驗結果를 提供해주는 것이 아니어서는 안되게 되어 있다.

오늘날까지 우리나라의 建築材料의 規格標準化는 相當한 進展을 보이고 있으나, 規格化의 實態는 從來 工場規格의 延長과 같은 것이라고 생각하는 폐단이 있었다.

그러나 建築物 或은 그 部位에 要求하는 機能이나 性能의 概念을 明確化하며, 한편 構成部品에 對한 理論的·實驗的研究를 거듭하여 점차 시대의 要望하는 性能基準을 確立하고, 그 方面에서 材料의 具備해야 할 性質을 再檢討하려고 하는 方向으로 나가고 있다.

3. 建築材料의 性質

建築材料의 性質은 工學的으로만 解釋하여 왔으나 建築物의 性能과의 關聯에서 探究되지 않으면 안된다.

이와같은 意味에서 表 2를 그 基本的인 諸性質의 點에서 類別하면 以下 넷으로 된다.

1) 物理的 性質

2) 機械的 性質

3) 化學的 性質

4) 耐久的 性質

이들 各項目에 對한 內容을 表示하면 다음과 같다.

1) 物理的 性質

物理的 性質로서 考慮할 事項을 다음에 表示한다.

a. 比重·密度

b. 吸水性·透水性·乾燥性

c. 透水性·透濕性·透氣性

d. 吸濕膨脹·乾燥收縮

e. 熱傳導率·熱膨脹性

f. 吸音性·遮音性

g. 光線透過·反射率(轉射係數)

h. 燃燒性·展焰性

i. 色·處理(表面性狀)·外觀

比重·密度·單位容積重量은 材料의 輕重을 判定하는 基準이 될 뿐 아니라 때때로 強度·吸水性·熱傳導率等과 相關性을 가지며, 또 作業上의 性能을 類推하는 機能分析의 基準이 되는 利點도 가지고 있다.

嚴密하게 吸水性을 評價하기 위하여는 毛細管引力等을 함께 判定하지 않으면 안되지만 大概 材料의 吸水性의 有無의 判斷은 吸水速度·吸水率에 의하고 있다.

또 透水性에 對하여는 透水壓·透水係數가 그 基準으로 되어 있다.

이 물에 대한 性質이 耐久性이나 作業性等과 關聯을 가지는 重要한 指標라는 것을 잊어서는 안된다.

吸濕膨脹·乾燥收縮性은 環境濕度의 變化에 隨伴하여 吸濕이나 放濕을 일으킬 材料에 대하여, 또 熱膨脹率은 같이 溫度나 日射에 의하여 伸縮을 일으키기 쉬운 材料에 있어서 使用上 重大한 行動의 原因이며, 部材의 組立上의 注意할 要點이 된다.

그리고 이들의 材料中에는 異方性을 나타내는 것도 있으므로 그 値는 各方向을 考慮하지 않으면 안된다.

熱傳導率은 熱絶緣機能을 求할 수 있는 斷熱·保溫材料等의 가장 重要한 機能이다.

熱傳導率은 같은 多孔質의 物質이라도 氣孔의 構造에 의하여 性能이 틀리며, 또 材料의 吸濕에

의하여 몹시 변하기 때문에 濕氣의 影響에 의한 差異도 분명히 할 필요가 있다.

또 建築物의 結露防止에 關하여는 構法的으로도 생각하지 않으면 안된다.

音에 대한 性質로서 室內의 音響調整의 目的으로 使用되는 것에는 吸音材料를, 또 騒音의 차단 등의 目的에 對하여는 차음성이 우수한 것을 선택하지 않으면 안된다.

이들 音響特性은, 設計의 目的에 의하여 그 효과 때때로 문제된다.

유리 등의 透明한 材料로는 透光率이 또 不透明한 材料는 反射率의 測定에 의하여 그들의 光學的 性質이 測定된다.

그러나 使用目的에 따라서는 光의 擴散性이나 特定波長의 光에 대한 吸取性이 良否의 判定要點으로 되는 수도 있다.

材料의 燃燒性·展縮性은 防火試驗의 結果에 對하여 建築基準法에 對하여 格이 붙여진다.

이에 對하여 建物의 用度·規模나 構造에 對하여 各部位에 있어서의 使用可能의 程度가 規制된다.

各 波長의 光線의 反射率의 測定의 結果에서 色을 數值化하여 表示할 수 있다. 또 大概 色標體系에 對한 色彩番號로 表示하는 수가 많다.

그러나 實際의 外觀으로는 이 外에 色感이나 質感이 關聯을 가지며, 이들 心理의 效果와 結果를 總合의 結果로 捕捉할 必要가 있다.

2) 機械的 性質

힘을 받는 部分에 使用되는 構造材料는 勿論 其他 各材料에 있어서도 強度等은 材料選擇의 最 重要한 基準이 되는 性質이며, 使用形式이나 形狀과 함께 다음 的 性質이 研究되지 않으면 안된다.

a. 強度 b. 彈性·塑性 c. 구리프 d. 疲勞限強度 e. 硬度 f. 引張의 抵抗性 g. 耐摩耗性 衝擊強度 h. 接合強度

大體로 強度는 伸張·壓縮·曲折·剪斷·비틀림 等 試驗으로 求해지는데 材料의 種類에 對한 用途도 거의 定해져 있고, 代表的인 1, 2의 強度測定結果로 其他의 性質을 類推하여 使用되는 수도 많다. 그러나 材料에 對하여는 周圍의 溫度 變化에 對하여 強度가 低下하는 것도 있고, 低溫脆性 高温軟化의 傾向에 對하여는 強度·彈性的 面에서 可

使限界를 分明히 하는 것이 必要하다.

또 木材·石材와 같이 甚히 異方性을 表示하는 物, 콘크리트와 같이 調合·材令에 對한 硬化反應이 進展하여 強度가 變化하는 것은 各各 그 條件을 分明히 하지 않으면 안된다.

材料中에는 應力—歪의 關係가 時間과 더불어 甚히 變化하여 複雜한 力學的 舉動을 나타내는 것이 있고, 또 長時間의 載荷에 對하여 그립프 變化를 自아내기도 한다.

또 되풀이되는 荷重에 對하여 輕소한 回數로 破斷하는 것도 있고, 使用上의 安全性에 對한 明確한 指標은 이 結果로서 導出되지 않으면 안된다.

硬度는 다만 材料의 硬軟을 나타내는 것으로 생각되기 쉬우나 色層 其他의 材料로서는 그 價値가 作業上의 加工特性과도 關聯을 가져 材質을 檢査하는 基準이 된다.

고무·프라스틱 등의 材料로는 이에 對하여 柔軟度나 重合度를 判定하고 있다. 또 硬度는 其他의 強度와 의 相關性을 基礎로하여 非破壞檢査의 手法로서도 考慮되고 있다.

마감材料의 表面에 일어나는 創傷·摩耗衝破等의 局部的 損傷을 判斷하는데 f, g, 項에 表示한 各種의 試驗이 이루어진다.

이들은 部位로서 性能試驗에 通하는 것이며 틀리는 判定는 誤用의 結果를 나타낼 憂慮가 있다. 材料의 使用目的·部位의 條件을 考慮하여 實施되어야 한다.

溶接·接着·釘等에 對하여 接合되는 材料의 強度는 剪斷強度·接着強度·保釘力 등의 測定에 對한 判定이 必要하다.

그러나 이들은 接合作用의 程度, 試驗의 方法等에 對하여 結果는 甚히 變化하여 特히 實驗室試驗의 資料의 判讀에는 充分한 檢査를 必要로 한다.

3) 化學的 性質

化學的 性質로서 여러 項目이 問題되지만 主된 것은 表示하면 다음과 같다.

a. 組成(化學組成, 化學構造, 分子量, 重合度 不純物含有量) b. pH值 c. 反應速度 d. 熱軟化點, 燃燒性, 發煙性 組成으로서 化學性分 그것이 問題가 되는 수도 있고, 特히 化學構造나 重合度, 或은 不純物의 含有量이 其他의 物性과의 關聯에 있어서 採擇되지 않으면 안될 때도 있다.

또 타이루·煉瓦와 같이 그 體中에 含有되는 可

溶性塩類의 量은, 白華等의 問題에 關聯되는 檢討의 必要事項이 된다.

塗料나 接着劑에 關하여는 使用되어 있는 溶劑의 種類나 그 蒸發速度가 作業管理上의 指標로 되며, 시멘트等에서는 凝結·硬化速度·水和熱의 發生等이 反應速度를 判定하는 基礎가 된다.

瀝靑· 고무· 프라스틱等의 有機質材料에서는 組成等 外에 熱軟化性·燃燒性이나, 그 燃燒時에 發生하는 有毒가스의 種類와 量이 防災上 問題로 된다.

4) 耐 久 性

材料의 劣化現象은 本來 그에 加해지는 物理的·化學的, 或은 機械的인 作用에 의한 反應, 乃至는 損耗現象이며, 前項까지 叙述한 物理的性質, 化學的性質等 中에 包含하여 생각할 것이지만 이들의 損耗는, 作用因子의 몇 개인가에 複合하여 야기되어 있으며, 建築的으로는 耐久性이라는 別個의 카테고리로 생각하는 것이 좋다. 以下 그 主된 것을 列舉한다.

a. 耐久性 b. 耐蝕性 c. 耐候性·耐오존性 d. 凍害抵抗性 e. 耐朽性 물에 의하여 加水分解되고, 或은 水和膨脹되기도 하여 甚히 侵害 當하는 것이 있다.

또 吸水에 의하여 強度 其他의 性質이 甚하게 低下되는 것도 있으며, 使用上 問題를 일으킨다.

이 傾向을 判定하는 데는 水中侵蝕, 煮沸, 乾濕 返復等의 作用을 加하여 試驗한다.

耐蝕性은 酸·알카리·塩類에 當했을 때의 材料에 일어나는 蝕害의 程度에 의하여 判定되어 그 電氣化學的現象은 結果的으로는 破裂·崩壞等의 形態를 取한다.

그러나 腐蝕은 藥劑의 種類, 濃度, 雰圈氣의 條件에 의하여 程度가 다르며, 材料의 使用目的, 部位 條件에 對한 注意가 必要하다.

材料가 日光의 風雨에 露出되었을 때에 일으키는 變質現象을 웨자링(劣化·風化), 그 刺戟條件에 견디기 위한 抵抗性을 耐候性이라 부르고 있다.

一般的으로 屋外의 條件下에서 長期間 폭로하는 屋外 曝露試驗에 의하여 그 程度를 推知하며, 耐候性을 判定하는데 있어서 屋外條件을 시뮬레트한 促進曝露試驗等도 行해 진다.

고무系의 材料로는 오존이나 汚染空氣의 作用에 의하여 比較的 短期日로서 脆化하는 劣化現象이

보여지며, 應力條件下에서 使用되는 材料에 이 傾向이 甚하다.

특히 屋外에서 使用되는 屋根葺材·水密材料에 關하여는 오존의 影響은 無視할 수 없다.

多孔質에서 물을 빨아들이기 쉬운 窯等製品, 石材·시멘트製品에서는 含有水分의 凍結에 의한 凍害가 때때로 觀察된다. 이 耐凍害性은 急冷試驗, 高低溫反復試驗이나 急冷에 의한 熱衝擊試驗을 行하여 重量減 其他의 性質의 變化에 의하여 判定된다.

白蟻·木喰虫을 비롯하여 食虫害의 被害를 받기 쉬운 材는, 食虫害에 對한 抵抗性을 正確히 捕捉하여 두는 것이 必要하다.

또 이와같은 被害를 防止하기 爲한 蟻防劑, 防虫劑의 效力試驗은 같은 規準下에 檢討되어야 한다.

한편 甚하게 濕潤化한 地域이나 部位에서 使用되는 材料로는 朽菌이나 곰팡이斑의 害가 問題되기 때문에 腐朽菌의 培養等에 의한 低抗性的의 判定이 必要할 것이다

4. 建築生産 過程에서의 問題點

從來 建築材料의 分野에 있어서 材料의 加工性, 組立性의 良否나 그에 要하는 作業의 能率等은 木材의 乾燥, 木材다듬기, 石材加工法, 콘크리트의 調合, 混體法等의 근소한 事項을 除外하고 下請業者나 現場勞動者에 關聯되는 것 (Building Craft science)으로 取扱하여 生産面에서 그 材料의 作業性을 論하는 일은 적었다.

그러나 熟練勞動者의 不足에 따라 여러가지 事故誘發의 問題가 일어난다든지, 或은 工場生産의 進度가 높아짐에 따라 材料의 使用形式에 變化를 생기게 했다. 또 한편 漸次 登場하는 新材料에는 從來의 材料와는 相違한 作業性의 評價를 求하는 것도 많고, 建築材料의 適否가 作業上의 良否나 施工方式을 併合하여 생각해야 할 必要를 갑자기 생기게 했다.

또 工期短縮을 위해서는 長期에 걸친 作業을 強要하는 塗壁材料等은 좋지 않으며, 乾式工法의 採用이나 工場生産化가 必要하게 된다.

構造的으로 輕量化를 피하지 않으면 안되는 高層建築에 있어서는 重量의 輕減, 資材運搬의 面에서 重點을 둔 材料에 對한 計劃이 要求된다.

“下地”로 되는 構造體와의 關聯에서 마감材料의

種類나 強度·硬度가 決定되는 일도 적지 않다.

다음 設計에 表示된 工法이나 마감의 程度에 適應性이나 材料의 選擇의 使用의 面이 問題가 된다.

施工에 關聯하여 要求되는 材料의 性質을 表示하면 表 3과 같다.

表 3 施工에 關聯하여 要求되는 材料의 性質(田村)

作業區分	工法上的 問題點	關聯되는 材料의 性質
貯藏	保管環境·保管方法·貯藏期間	變形·變質·危險性·汚染
運搬	運搬設計·運搬能率·運搬經濟性	形狀·尺數·重量·強度·硬度·汚染
本作業	施工條件·使用機器·作業能率·作業上的注意·經濟性·安全性	強度·硬度·方向性·加工難易性·마감의 如否
養生	養生環境·養生의 方法·施工期間	變形·變質·硬化不良

保存·貯藏時에 問題가 되는 材料의 性能에는 貯藏期間中에 일어나는 비틀림·變形·吸濕·乾燥·틈의 갈라짐·곰팡이 斑의 發生·變質·腐敗·引火性·爆發等을 들 수 있다.

따라서 그 種類에 의하여 充分한 注意를 하지 않으면 안되는 것도 있다.

運搬할 때 材料의 性質로서 形狀·尺數·體積·重量·包裝形式이나 運搬에 要하는 所要期間·破損防止等의 保護措置의 如否·運搬方法·運搬距離의 經濟性이 問題로 된다.

本作業에 對하여는 加工作業의 難易度(尺數·強度·硬度·組織의 方向性이 關係된다) 必要한 加工機器, 最大加工度(尺數·強度) 加工中의 注意할 事項의 多寡, 接合이나 取付의 難易度(接着性·保釘力·溶接性)마 감의 處理(휘니샤비리티·페인타비리티·接着性)를 들 수 있다.

養生에 關하여 問題로 되는 點은 硬化速度·硬度·汚染性이다.

이와같은 作業性의 測定法으로서 從來부터 定量的인 測定手法의 確立이 問題로 되어 왔으나 오늘날에는 統計의 品質管理가 導入되어 그 品質의 變動特性에 의하여 作業에 對한 適應性이 檢討되어 있다.

또 作業性을 直接 測定하는 試驗으로서 作業—時間研究와 그 生體負擔을 人間工學의 으로 捕捉하려고 하는 試驗도 行해지고 있다.

5. 情報의 處理

材料研究의 進行方法上에 요 數年 사이 커다란 變革이 싹트기 시작했다.

變動하는 要因에 對한 作業의 管理에 美國에서는 電子計算機가 이미 實用化 되고 있다. 이와 같은 프로그램의 編成을 包含한 基礎的研究가 積極的으로 進行되지 않으면 안된다.

一例로서 電子計算機에 의한 콘크리트의 調合設計等의 實例를 들 수 있다. 이와 같은 電子計算機의 使用은 오늘날 有效한 手段으로 되어가고 있다

材料의 研究를 프레하프리카이손工場의 生産能率의 研究, 建築部材의 作業性等에까지 展開하여, 材料의 取扱面에서 製造裝置나 勞動者와의 一連의 시스템을 觀察하여, 部材生産이나 組立作業의 合理化를 꾀하려고 하는 다이나믹 프로그래밍의 解析에는 電子計算機의 使用은 必須다.

또 많은 研究內容은 材料의 種類 調合等의 內的 因子 내지는 加工法, 使用上의 雰圍氣, 養生法等의 多數의 要因을 包含한 實驗研究가 强要되는 것이 常例다.

그러나 이들의 條件의 모든 것을 組合한 試驗研究의 實施는 그 프로그램數를 複雜하게 하고 反復 되풀이하여 結果를 檢討하는 것을 考慮하면 그것을 短時日에 더욱이 근소한 勞力과 費用을 가지고 行하기는 到底히 不可能하다.

그래서 假設을 만들어 實驗計劃을 세우고 抽出한 標本에서 母數를 推定한 然後에 假設을 檢討하여 危險率이 分明한 客觀的結論을 導出하는 實驗計劃法이 使用되고 있다.

그 統計의 手法에 빠져 結果를 過信하는 것은 危險하지만 短期間에 廣範한 實驗을 行하여 結論을 導出하는데는 가장 優秀하다.

이 實驗計劃의 데이터 處理도 要因數가 적고, 組合이 근소할 때는 相關分析은 그다지 難事는 아니지만 各種의 要因이 서로 얽히고 설키는 複雜한 內容을 가지는 計劃은 그 計算이나 分析은 容易한 일이 아니다.

莫大한 人力을 들여도 目的을 達하기 힘들 때가 적지 않다.

이와같은 데이터 處理上으로는 차라리 電子計算機의 活用을 꾀하는 것이 훨씬 能率的이며, 또한 正確하게 行할 수 있는 利點을 갖는다.

大林技研의 高橋·中根氏는 人工輕量骨材의 粒度 配列의 試驗結果의 整理에 있어서 그 成果를

実證하고 있다.

이와같은 데이터處理의 手法는 今後 더욱 더 活用되어지지 않으면 안된다.

建築材料의 性質試驗 或은 性能試驗의 結果는 널리 公表되어 산 情報로서 建築生産에 널리 活用되어야 한다.

이와같은 意味에서 公的機關으로 建材試驗 센터가 遂行되고 있는 役割은 크다.

특히 昨今 材料의 知識이 缺乏된 나머지 材料가 誤用되고 或은 不注意하게 加工, 組合되어 甚한 缺陷이나 損傷을 생기게한 例가 많고, 그 原因이 材料에 起因하는 事例가 적지 않으며, 올바른 材料의 知識의 普及을 必要로 한다.

그러나 生資料를 그대로 表示하는 것보다 차라리 使用上の 여러 條件을 勘案하여 또 그것이 應用되는 部位에 要求된 性能에 비추어 어떠한 것이라는 評定事項을 나타낼 수 있으면 아주 便利하다.

CIB 31 作業委員會는 이를 위한 基本 리스트 Master list of properties를 모으고 있다.

或 材料나 部材의 性能規準이 分明해지고 選定の 方針이 確立되면 이에 발맞추어 쉽게 材料의 選定이나 工法의 標準을 求할 수 있을 것이다.

最近 日本 建築센터에 있어서 이 材料의 性能을 評定하기 위한 委員會가 設置되어 星野昌一教授를 委員長으로하여 檢討가 시작되고 있는데 그 活動이 期待 된다.

IV. 建築材料教育의 視點

1. 教育場所에 있는 學生

建築材料教育은 그 對象者가 若年 勞動者, 工業 高校生徒, 大學建築學科學生, 建築技術자로서의 再研修生 등이 있다.

將來에 있어서 職業의 環境을 考慮하여 組織化된 指導가 이루어져야 한다.

工學의 創造的 學習法은 說明하는 高橋利衛教授는 그 序說에서 學生은 넓은 知識의 模倣者가 아니고 創造者로서 記憶機械가 아닌 생각하는 갈대로서, 받아 들이는 者가 아닌 發見者로서 教育하여야 할 것을 시준하고 있다.

이를 위하여 現象의 背後에 숨은 것을 總合的 視點에서 捕捉하는 法과 생각하는 法의 重要性을 指摘하고 있다.

특히 將來 建築家, 或은 建築技術者로서 建築界에서 中堅으로 活躍하는 사람들은 各職能間에 걸치는 넓은 知識을 가지며, 그들의 움직임을 整合해가는 能力이 없어서는 안된다.

그를 위하여는 研究나 教育을 通하여 技術 革新과 對決할 積極的인 氣力을 具備시켜 주어야 하며 또 많은 資料나 情報를 分析判斷하여 總括하여 評價할 수 있는 才能이 要求된다.

따라서 이를 위한 正確한 職業情報를 주는 것으로서 建築材料의 教育에는 적어도 다음 네 가지의 視點이 包含되어 있지 않으면 안된다.

- 1) 建築物의 構成要素로서의 材料에 對한 視點
- 2) 生産過程에 있어서 作業標準品質 管理等的 材料에 對한 視點
- 3) 維持保全, 防災의 面에서의 材料에 對한 視點
- 4) 材料의 經濟性에 對한 視點

2. 建築材料教育의 프로그램

建築材料의 教育은 넓은 視野에서 行해져야 함을 말했는데, 例를 들면 大學 學部를 들드라도 그 限定된 年限으로 그것도 建築材料의 講議만으로서는 遂行될 수도 없다.

그것은 建築計劃, 建築構造力學, 施工法等을 비롯하여 他種敎科目的 進度和 더불어 學生의 思考力, 理解力을 길러 다시 實驗·實習을 섞은 스텝을 가지고 學習計劃을 準備하지 않으면 안된다.

더욱이 建築材料의 講義中에는 可能한 限 積極的인 視點을 가지는 敎科가 準備되어야 할 것이다.

다음으로 參考삼아 第2學年에서 第4學年에 걸쳐 2코스(材料科學코스·材料工學코스)로 나누어 編成되어 있는 오스트리아의 시드니大學 建築工學科의 敎授內容의 一例를 表 4에 提示한다.

더욱 教育의 濃度를 높이기 위해서는 教育의 一環으로서 作業研究나 電子計算機에 의한 데이터處理, 生産管理의 教育도 어떤 形式으로든 積極的으로 導入되어야 할 것이다.

V. 結 言

過去에 있어서 建築材料 또는 그 取扱에 關하여는 經驗이나 直感이 重要視되어 情報의 커뮤니케이션이 有效하게 살려지는 例는 드물었다.

그러나 新材料가 연차 登場하여 大部分의 部門

表 4 시드니大學建築材料工學코스 (第 2年) 教科目內容 (Prof. J. S. Gero)

<p>1. <i>Concrete: Materials and Properties</i></p> <p>1.1 Concrete : composition, functions of paste and aggregate.</p> <p>1.2 Materials : cement, aggregate, water.</p> <p>1.3 Basic Properties : workability, consistency, strength, curing, creep, admixtures.</p> <p>2. <i>Concrete Mix Design</i></p> <p>2.1 Minimum and Average Quality.</p> <p>2.2 Mix Design Procedure.</p> <p>2.3 Corrections for Moisture in Aggregates.</p> <p>2.4 Corrections for Aggregate Grading.</p> <p>2.5 Lightweight Concrete : design procedure, physical properties, advantages, disadvantages.</p> <p>3. <i>Mixing, Transporting and Placing of Concrete.</i></p> <p>3.1 Manufacture : storage, batching by weight, batching by volume.</p> <p>3.2 Mixing : time of mixing, type of mixers.</p> <p>3.3 Transporting and Handling : methods of transportation.</p> <p>3.4 Placing : vibration, surface finishes, forms.</p> <p>3.5 Inspection : need for inspection and testing, strength tests, site supervision and control.</p> <p>4. <i>Bricks, Mortar, Stone.</i></p> <p>4.1 Bricks, chemical and physical properties, selection of bricks, defects in brickwork.</p> <p>4.2 Mortar : requirements of mortar, materials for mortar, defects in mortar.</p> <p>4.3 Stone : natural stone, reconstructed stone, defects in stonework.</p> <p>5. <i>Metals</i></p> <p>5.1 Ferrous Metals : cast iron, wrought iron, steel, stainless steel, defects in ferrous metals.</p> <p>5.2 Aluminium : chemical and physical properties, corrosion, finishes, joining, defects in aluminium.</p> <p>5.3 Copper : chemical and physical properties, workability, defects in copper.</p> <p>5.4 Brass and Bronze : physical and chemical properties, workability, defects.</p> <p>5.5 Zinc : physical and chemical properties, workability, coatings, defects.</p>	<p>6. <i>Timber</i></p> <p>6.1 Physical properties of wood : structure, types, moisture content, recognition of different species.</p> <p>6.2 Defects in Timber : checks, shakes, splits, knots, gum veins, sloping grain, effect on strength.</p> <p>6.3 Other Physical Properties : shrinkage, temperature, durability.</p> <p>6.4 Stress Grading.</p> <p>6.5 Timber Connectors : nails, screws, shearplates, toothed plate connectors, bolts, split rings, gang-nails, glues.</p> <p>6.6 Dimensional Stability.</p> <p>6.7 Preservatives.</p> <p>6.8 Plywood.</p> <p>6.9 Particleboard.</p> <p>6.10 Termites and Borers.</p> <p>7. <i>Plastics, Paints and Adhesives.</i></p> <p>7.1 Physical and Chemical Properties.</p> <p>7.2 Workability.</p> <p>7.3 Defects.</p> <p>8. <i>Durability.</i></p> <p>8.1 Timber.</p> <p>8.2 Stone.</p> <p>8.3 Metals.</p> <p>8.4 Clay Products.</p> <p>8.5 Concrete.</p> <p>8.6 Plastics.</p> <p>8.7 Paint.</p> <p>8.8 Adhesives.</p> <p>9. <i>Thermal and Moisture Movement.</i></p> <p>9.1 Timber.</p> <p>9.2 Stone.</p> <p>9.3 Metals.</p> <p>9.4 Clay Products.</p> <p>9.5 Concrete.</p> <p>9.6 Plastics.</p> <p>9.7 Paint.</p> <p>9.8 Adhesives.</p>
---	--

에서의 工法이 새로운 技術의인 理念에 의하여 改革되어지고 있는 이때 그 基盤을 이루는 材料의 使用法이나 生産方式에 重点을 둔 建築材料의 研究 乃至는 教育의 展開가 期待된다.

勿論 그것은 建築材料의 部門만으로 遂行될 수 있는 것은 아니지만 建築生産과 그 管理에 關聯하는 모든 組織體系를 通하여 達成되지 않아서는 안 된다.

그리고 從來 일컬어져온 設計——材料, 材料——施工 等の 空間을 메울 뿐 아니라 建築生産의 近代化를 促進하는데 있어서 큰 役割을 하지 않으면 안 된다.

參 考 文 獻

- (1) CIB : Toward Industrialised Building 1965
- (2) 新建築技術에 關한 市場調査委員會 : 新建築技術에 關한 市場調査, 1967年 10月, 카빈월工學會
- (3) Econ. Com. for Europe : Government Policy and Building Cost, 1959, Geneva,
- (4) 岡本秀昭 : 工業化와 現場監督者, 1967年 1月, 日本勞動協會

- (5) 建設經營社 編輯部 : 建設現場의 職務와 權限, 1967年, 建設經營社
- (6) 知久健夫 : 材料研究의 方法, 材料, 1964年 9月, 日本材料學會
- (7) British Standard Institute : Building Standard Code of Practice. Cp. British Standard Institute.
- (8) Building Research Station : principle of Modern Building, Vol. 1. 3rd E. 1959, HMSO. Vol. 2. 1st E. 1961, HMSO.
- (9) 正井正 : 機能分析, 初版, 1967年 11月, 産業短期大學
- (10) I. Bazovsky : 信賴性的 理論과 變用 (櫻田譯) 初版, 1958年 6月, 日刊工業新聞社
- (11) R. F. Legget : Performance Concept in Building, ASTM STP 423, 1997. ASTM.
- (12) 高橋, 中根 : 人工輕量骨材의 粒度配列, 日本建築學會論文報告, 1967年 10月
- (13) 建材試驗센터 : 建材試驗센터會報, 建築材料 (各號) 工業調査會
- (14) CIB. W31 : Amaster list of properties for Building Materials and products, CIB. Rt No.3. 1964. CIB.
- (15) 高橋利衛 : 工學의 創造的學習. 第3版, 1967年, 오우社
- (16) J. S. Gero : Teaching of Building Materials Archtctural Science Review. 1967年 9月

교통공무원교육원 강사 李 圃江 옮김