

材料—應力—變形

威 成 權
S. K. Ham

Materials-Stress-Strain.

In designing structures, unfortunately, we are apt to put less importance on deformation and displacement problems than on stress analysis. Lack of due considerations for the deformation and displacement of structure induces vibrating floors, tilted or slided retaining walls, and other serious defects of structure.

Last year, We had a bitter experience of building collapse in the Taegu area. It started, I guess, with the break-down of certain weak member which was resulted from various factors, but, I believe, if there were a proper solid wall resistant against the side displacement of whole structure, at least, sudden collapse could be avoided. Usually, provision of bracings or solid shear walls resistant against lateral forces, and reinforcement of the critical points of a structure, require a little excess of material, i.e., a little extra money. Now, we are expecting high-rise buildings, 30 stories or more, in Seoul. To meet this. It could be pointed out that problems of load reduction such as light-weight partitions (Instead of heavy masonry, widely prevailed), improvement of construction methods should be sincerely investigated. As to the choice of the two structural systems, steel skeleton and reinforced concrete structure no clear definition is thinkable, but, in various standpoints, reinforced concrete structures are the first to be considered in this country, and for such regularly-partitioned, medium-height buildings as apartments, hotels, and hospitals, the structural brick-masonry system, developed successfully in USA., can be recommended.

一般的으로 構造力學이나 기타 構造工學에 관한 記述에는 構造體의 材料的 破壞를 主題로 하는 所謂 應力에 관한 問題는 比較的으로 強調되어 說明되어 있지만 構造體의 一部 또는 全部의 變形에 관한 記述에는 說明을 소홀히 하는 傾向이 있다. 물론 構造體는 어느 一部分이라도 破壞를 일으켜서는 안되는 것이므로 應力計算이 무엇보다도 重要하다고 보겠지만 變形에 관

한 配慮를 소홀히 한 나머지 振動이 심하여 使用目的에 合當치 못하게 된 바닥이나, 처짐이 심하여 지붕에 덮은 골스테인트板에 龜裂이 나는 경우, 밀려나가거나 기울어진 擁壁, 바닥의 固有振動과 機械振動이 一致하여 共振現象 끝에 破壞를 일으키는 梁, 鐵骨建物에서 要所마다의 bracing이 缺如하여 暴風時에 建物이 顛倒되는 경우, 鐵筋콘크리트 建物에서 適切한 剪斷壁을 考慮치 않음으로서 어떤 一小部分의 破壞가 導火線이 되어 全構造體가 一時에 崩壞하는 경우 등이 모든 現象은 構造物의 設計에 있어서는 變形에 대한 配慮를 應力計算 그 以上 重要視 할 것을 말한다.

우리나라에서는 近間 大部分의 建物이 鐵筋콘크리트造로 建造되므로 바닥의 振動과 같은 問題는 別般 重要한 問題로 여겨지지 않지만 構造計算規準에서 推薦하는 slab두께의 span에 대한 制限 1/50 (日本建築學會이라든지 單純支持 콘크리트梁의 키의 span에 대한 制限 1/24과 같은 것은 모두 變形에 대한 配慮에서 나온 것이다.

筆者가 強調하고 싶은 것은 柱體의 設計式이라 하면 $\sigma = \frac{\omega \cdot P}{A}$, $\delta = \frac{P \cdot l}{E \cdot A}$ 과 같이 應力式과 變形式을 함께 想起하여야 할 것이고 梁材의 設計式이라 하면 外應力式 內應力式인 $S = \frac{W \cdot l}{\alpha}$, $M = \frac{W \cdot l}{\beta}$, $\sigma = \frac{M}{I} \cdot c = \frac{M}{Z}$ $\tau = \gamma \cdot \frac{S}{A}$ 와 함께 變形式인 $\delta = \alpha' \cdot \frac{W \cdot l^3}{EI}$ 을 同時에 머리에 想起하여야 할 것이며 變形은 위의 式에서 보는 바와 같이 材料의 強度에는 關係가 없고 彈性率에만 關係가 있으니 鋼材의 경우와 같이 高強度鋼이나 低強度鋼이나 E값이 同一할 때에는 高強度鋼이라 하여 梁을 너무 얇게 設計하므로써 처짐에 관한 問題를 자아 내지 않도록 하는 見解도 가져야 되겠다고 믿는다. 그리고 鐵骨造나 鐵筋콘크리트 高層構造의 경우에는 主 frame의 外應力이라든지 每個部材의 斷面算定을 상세히 計算할 것은 물론이지만 豫期치 못한 外力(地震, 爆擊, 어떤 部分의 本意 아닌 破壞 등)에 對備하기 위하여 工事費에 큰 追加를 가져오지 않는 限度 內에 建物의 要所를 計算 以上으로 補強할 것이며 適切한 橫力抵抗壁의 配置에 의하여 全構造體를 總體의 應

퍼 볼 것을 勸奨하고 싶다.

지나간 일이지만 去年에 있었던 靑丘大學事件은 위에서 말한 事實들을 뒷받침하는 좋은 敎訓이라고 생각된다. 물론 이 構造物의 倒壞는 어떤 局部部材의 破壞에서 始作된 것이다. 이 建物의 경우 最下層柱脚이 바로 그 部分이라고 推測되었다. 그 理由는 그 大部分의 斷面이 어느 上層의 柱斷面보다 적었고 그 部分이 施工된 時期가 三月初(이 時期에는 사람이 느끼는 地上溫度는 溫暖하지만 地表溫度는 日沒後에 곧 氷點에 내린다)에서 콘크리트가 初期 凝固時에 凍害를 입었을 것이 推測되고 또한 그 적은 柱斷面に 垂直 홈통이 지나감으로써 斷面을 더욱 缺損시켰기 때문이 아닌가 생각한다. 倒壞되었던 이 建物은 그 平面形이 120°로 된 三翼이 합쳐서 中央이 階段室로 되어 있었음으로 平面的으로 대단히 安定性을 가진 것이므로 一般적으로 風力에 대한 應力解析을 하지 않아도 좋은 程度였는데 最虛弱斷面인 最下層柱脚部가 어떤 衝擊과 같은 契機에 因하여 連鎖적으로 破壞를 일으켜 全建物이 瞬時に 倒壞된 것으로 믿어졌는데 構造計劃의으로 筆者가 遺憾스럽게 생각된 것은 그 開放된 最下層平面에서 階段室周圍에 쌓은 벽돌을 鐵筋콘크리트 橫力抵抗壁으로 꾸렸으면 어떤 도움을 받았을 것이라고 믿는 點이다. 서울에서도 나날이 都市의 高層化가 이루어져 가고 있다. 美國에서는 70層의 鐵筋콘크리트建物이 세워져 가고 있다고 한다. 우리들의 경우에는 적게 評價하여 30層 程度의 鐵筋콘크리트 高層建物은 지을 수 있지 않을까 생각된다. 그러나 이와 같은 일은 構造技術者의 힘 하나만으로서 이루어지는 것이라고만 생각하는 建築家나 施工者들이 혹시나 있지 않느냐 생각한다. plastering을 한 벽에 龜裂이 생기는 것이 不美하다고 하여 10層 程度의 建物에도 間壁으로 1m²平方에 450 kg/m²(사람 7~8人 무게) 高3m에 대하여 3×450=1.350kg/m(사람 22~23人 무게)에 該當하는 1.0B 赤煉瓦壁을 서슴치 않고 쓰는 建築家의 경우라든지 施工 即時로 slab上面을 平坦化하기를 꺼려서 後에 2cm以上이나 되는 바닥말을 바름으로서 1m²當 60kg(사람 1人 무게) 柱間隔 6m×6m 30層에 最下層柱 1本當 6×6×30×0.06≐65t(DIN 規準에 따르면 一般強度의 鋼鐵로서 柱主筋의 增加 22φ 22本)의 荷重增加를 일으키게 하는 것을 아무렇게도 생각지 않는 施工業者의 경우는 無能한 構造技術者와 서로 다를 것이 없다고 밖에 생각되지 않는다. 最新建築의 外觀을 재빠르게 본따기 위해 外壁을 curtain wall로 하는 建築家들은 볼 수 있어도 內部空間의 flexibility와 같은 見地에서 masonry partition을 쓰지 않도록 鏡意 努力하여 보는 建築家를 보기는 어렵다.

元來 赤煉瓦는 外裝에도 쓰일 수 있고 重機 없이 손쉽게 다룰 수 있는 precast structural unit라고 볼 수 있으며 bearing wall 즉 荷重支持壁에 쓰이는 것이 그 本來의 使命이라고 생각된다. 筆者가 알기에는 호텔 등의 間壁으로 赤煉瓦를 쓸 때에는 0.5B는 고사하고 세워쌓기로 하여도 橫力에 대한 抵抗이나 房과 房사이의 通音같은 것에 대해서도 支障이 없다고 한다. 本協會會長의 實見談이나 기타 文獻報告에 의하면 美國에서는 hotel, apartment, hospital, office와 같은 上下間壁을 一定하게 놓을 수 있는 建物은 赤煉瓦bearing wall로서 15層 또는 그 以上 높이로 짓고 있다고 한다. 그리고 놀라운 것은 그 最下層의 벽두께가 15cm라고 하며 그와 같은 벽돌이 一般벽돌보다 質이 어느 程度 좋다할 뿐 施工도 免許를 얻은 一般煉瓦工의 技術程度로서 좋다고 한다. 筆者가 評價하기에는 우리나라 煉瓦工의 技術에 의하여도 最下層 1.0B두께로 上記한 種類의 建物의 경우 walk-up限度로 5層 程度까지는 無難히 지을 수 있다고 믿어진다.

高層建物에 鐵骨이나 鐵筋콘크리트냐 라는 말을 간혹 듣게 된다. 20層에서 50~60層의 경우 日本과 같은 地震國을 除外하고 高層建物은 鐵筋콘크리트로도 세워지고 鐵骨로도 세워진다. 이와같은 事實은 兩者間에 어떤 뚜렷한 得失의 判定點이 없음을 意味한다.

때에 따라서는 우리나라와 같은 경우에는 建設費가 좀 더 들더라도 自己企業體의 PR의 意味에서 鐵骨造를 擇하게 되는 경우까지도 생각할 수 있다. 鐵骨造의 重大한 短點은 모든 構造體를 耐火材로서 被覆하여야 한다는 點이며 이것은 鋼材가 火災時의 高溫에서는 荷重을 支持못하게 됨으로서 주저앉는 까닭이며 모든 部材를 콘크리트로서 被覆하게 되면 鐵骨造로 한 意義가 없어지고 斷熱材로서 잘被覆하는 데에는 많은 費用이 드는 것이 큰 難點이다. 鐵筋콘크리트造의 重要한 缺點은 무엇보다도 거꾸집 問題와 工期에 관한 問題인 것 같다. 이런 點에 비추어다 아다시피 PC, PS에 대한 關心이 나날이 높아져 가고 있는 것이지만 이에 관하여 回想되는 것은 우리나라 政府廳舍가 PC와 같은 組立式으로 建設된다고 하여 그當時 反論의 하나로서 그와 같은 構造體는 카아드로서 만든 建物과 같다고 한 外國評論의 한 句節을 引用한 사람도 있었고 아무래도 Rahmen과 같은 剛構造보다는 弱할 것이다 라는 發言도 있었다. 이와 같은 反論들이 100% 正當하다고는 믿을 수는 없겠지만 지난번에 英國에서 PC式建物이 어떤 擊衝에 의하여 한 모퉁이가 몽땅 崩壞한 事實과 서울驛前의 鐵筋 콘크리트建物이 都市計劃에 따라 헐릴 때 기둥이 몇個 남지 않을 때까지 넘어가지 않는 것을 보고 그와 같은 反論에 대한 實感을 느꼈다.