

建築構造 設計에 關한 小考 (3)

鄭 日 榮 서울공대교수

(3) 高層建物の 基本形

19世紀初에 Elevator 라는 鉛直交通 手段이 開發함에 따라 層數의 剛期的으로 增加하게 되었고 이때의 骨組樣式으로 Beam-Column Frames 이 主된 構造로서 使用하게 되었다. 그런데 Elevator의 發明에 따라 建物の 高層化는 可能하게 되었으나, 그림 3-1에서 알수 있듯이 40層이면 Structural Cost가 急激히 增加하게 되었다. 그 理由로는 風荷重에 의한것으로서 그림 3-2에서 살펴보면 그림 3-2의 (a) 曲線은 鉛直荷重만 일때의 單位面積當의 鋼材量을 나타낸 것이며 그림 3-2의 (b) 曲線은 風荷重으로 因한 鋼材量을 나타낸 것이다. 여기서 10層까지는 風荷重에 의한 影響은 그다지 크지않으나, 40層에서는 相當히 增加하기 始作하고, 60層에 이르면 鉛直荷重에 의한 境遇와 風荷重에 의한 鋼材量과 거의 같으며, 100層에 있어서는 도리어 늘어나서 鉛直荷重의 境遇의 2.6 倍이다. 따라서 beam-column frames는 經濟性이 問題視되므로 力學的으로나, 또한 經濟的으로 有利한 構造 開發이 要求되고, 風荷重은 剪斷壁體(Shear Wall)로 받게하고, 鉛直荷重을 Beam-Column Frames으로 받은 Frame-Shear wall System를 使用하면 대단히 有效할 것이다. 이와같은 剪斷壁體는 그림 3-3와 같이 여러 形體를 갖게된다. 그리고 建物の 高層化가 加速됨에 따라 가장 效果的인 System으로 考案된것이 tube system이다. 一名 core system으로서 Elevator, stair case service duct 등을 한군데 뭉아서 core를 이루게 되는데 그림 3-4와 같은 여러 形態로 나타낸다. 그리고 tube system의 다른 形態로서 좁은 間隙으로 配置된 外部기둥이 Spandrel beam과 剛結되어있는 構造System도 使用하게 된다.

(4) 被害에 對한 對策

(7) 凍結

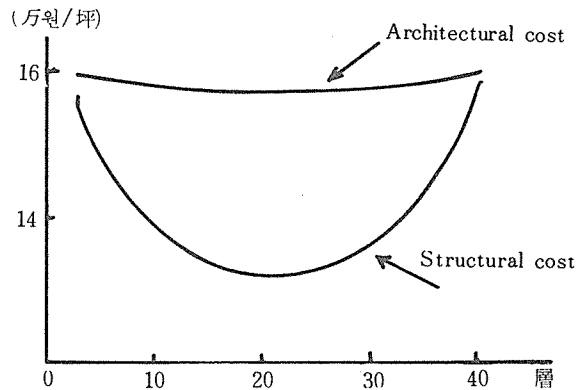


그림 3-1 層數에 따른 建設費

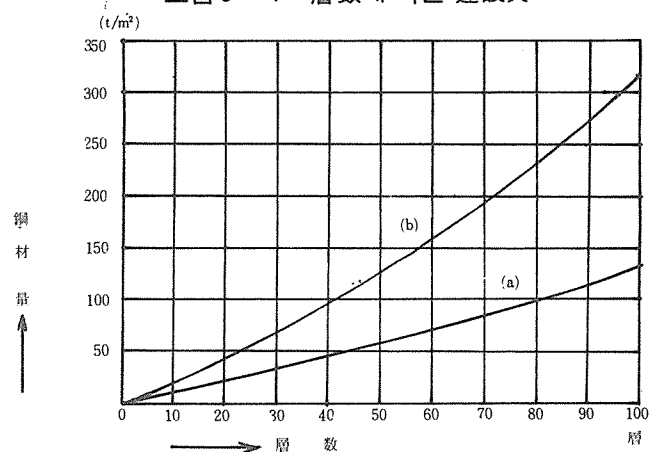


그림 3-2 層數에 따른 鋼材量

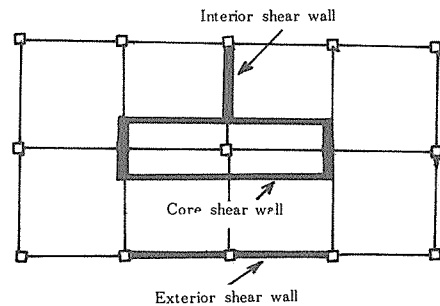


그림 3-3 剪斷壁體의 種類

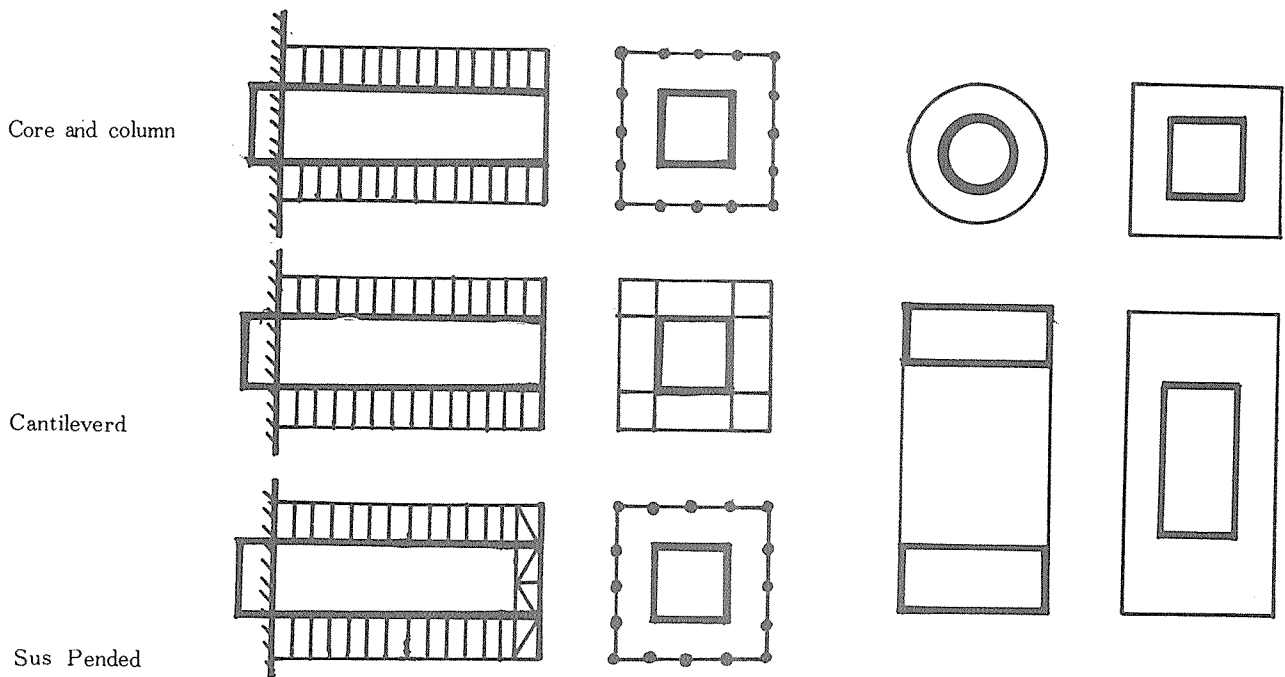


그림 3 - 4 Core의 形態

硬化된 콘크리트의 凍結은 콘크리트의 毛細管水의 凍結로 일어난다. 이때 물의 體積은 約9% 增大하고 이때의 壓力은 1,000氣壓以上이 되는수도 있으므로 空隙이 水分으로 充滿되어있을 境遇에는 콘크리트의 組織은 顯著하게 破壞된다. 따라서 一般的으로는 콘크리트의 品質이 나쁠수록 凍結의 被害를 크게 받는다. 그러나 毛細管의 間隙이 0.25mm되는 空隙으로 支持되어 있을때에는 얼음이 空隙쪽으로 膨脹할 수 있으므로 一種의 安全弁 役割을 하게 되고 有害한 壓力의 發生을 防止할 수 있다. 따라서 空隙을 만드는 氣泡 形成이 必要하고 이때 混和劑를 쓰면 콘크리트의 耐寒性을 높이는 作用을 하게 된다. 氣泡 形成이 콘크리트 體積의 5% 또는 그 以上이 되면 콘크리트의 強度를 顯著하게 低下되므로 2~4% 程度로 할 것이다.

(L) 摩耗

이것은 特히 通行이 激甚한 階段, 倉庫, ramp, 水門等에서 일어난다. 普通의 骨材를 使用한 콘크리트는 甚하게 摩耗한다. 따라서 摩耗에 抵抗性이 강한 콘크리트를 만들기 위해서는 물·시멘트 比를 0.45以下로, 單位시멘트量을 350kg/m³, 最大骨材치수를 30mm以下로 하여야 한다. 炭化珪棄, 天然alumina, 特殊slag, 金屬性 또는 石英과 같은 自然的으로 硬固한 骨材를 使用 하였을때에는 顯著한 損傷과 粉化現象을 일으킨다.

(C) 콘크리트 表面의 化學的 侵蝕

化學的作用의 原因으로 일어나는 콘크리트의 損傷은 主로 시멘트 페이스트(Cement paste)의 化學組成의 變化 또는 콘크리트 表面에 있어서의 鹽의 物理化學的인 相互作用에 의하여 일어난다. 그러나 非晶質의 珪矣等에 包含되어 있는 alkali가 gel를 形成하는 境遇 시멘트와의 反應에 이

한 骨材自體의 變化가 콘크리트를 破壞하게 되는 原因이 되는수도 있다. 여러가지 有害物質은 作用方法에 따라 3가지로 分類할 수 있다.

- ① 主로 「시멘트 크린카」에서 遊離된 石灰 또는 이미 炭爰化한 石灰를 溶解하여 接合物質을 減少시킨 物質
- ② 「크린카」成分의 하나의 反應으로서 새로운 化合物을 만듦으로서 콘크리트 品質을 低下시키는 物質
- ③ 物理化學的 性質에 따라 콘크리트에 害를 주는 鹽의 存在 等

하여간 콘크리트를 侵蝕性에서 지키기 위하여서는 콘크리트를 될수있는데로 稱密히 하여 表面의 侵蝕을 막는 것이 重要한 일이다.

(2) 溫度 및 火災

溫度가 均等하게 上昇할 境遇 콘크리트 500°C 까지 견딜 수 있으나 Cement paste와 骨材와의 溫度膨脹이 相異하므로서 여기서 組織이 崩壞하기 始作한다. 外部에서 急激히 高溫으로 加熱할 境遇에는 그림 3-5에서와 같이 隅角部에서 마감 mortar이 떨어져 나가기 始作하는데 콘크리트가 硬固하면 할수록 彈性係數의 값이 크고 熱의 傳導率이 좋으므로 溫度差로 因하여 큰 損傷을 받게 된다. 그리고 그림 3-6에서 알듯이 溫度가 上昇하면 彈性係數가 내려가므로 火災時에는 처짐이 增大하고, 鐵筋은 熱에 의하여 더 큰 被害를 받는다. 그러나 鐵筋이 被覆콘크리트에 의하여 保護되고 있는限 그 危險한 被害는 어느 限度內에서 阻止하게 된다. 普通 實驗에서 말하는 火災에 의한 被害는 部材 가까이에서 集中的으로 熱를 加하였을 경우를 말하고 있으나, 實際로는 構造物 全體로서의 問題 일 것이다. 經驗에 의하면 鐵筋콘크리트 架構가 大火를 만

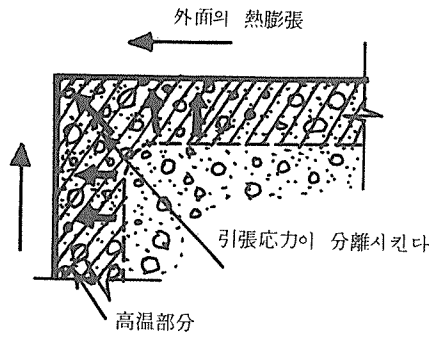


그림 3 - 5 火災時的 콘크리트 모서리가 剥落하는 경우

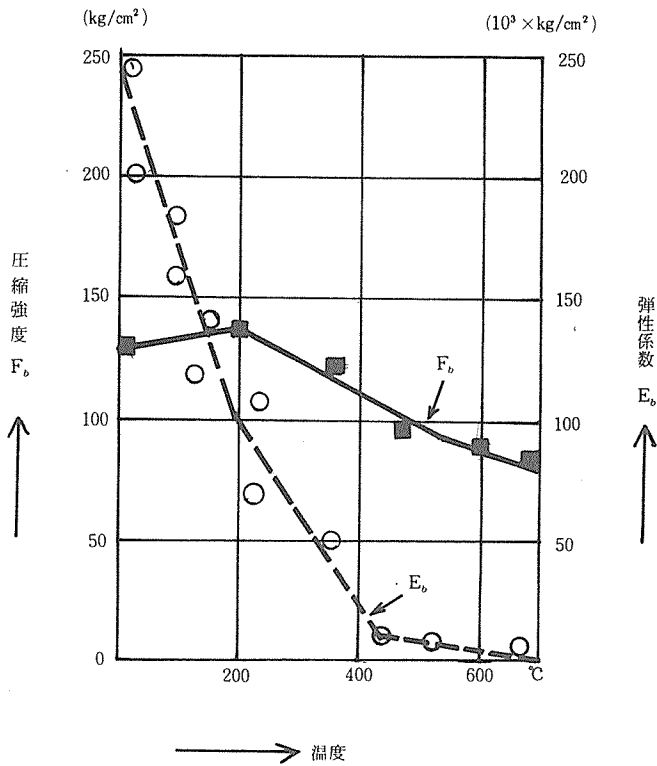


그림 3 - 6 高温時的 콘크리트 強度 및 彈性係數

날때 잘 견디어 내기 때문에 몇번이고 補修하여 쓸수있다. 低強度 콘크리트와 mortar는 대단히 硬固한 콘크리트에 比하여 熱의 傳導가 나쁘고 變形能力이 크기 때문에 높은 溫度差에 잘 견딘다. 따라서 最高強度의 콘크리트로 된 Prestressed Concrete 보는 石灰mortar 또는 輕量骨材의 시멘트 몰탈의 말랑말랑한 保護로 火災에 對한 抵抗力이 높아진다. 그리고 火災때 火焰의 發生範圍를 制限하기 위하여 倉庫와 같은 建物에서는 防火門을 가진 防火壁으로 區劃하게 되어있으며 이위에 約 3cm幅의 伸縮 이음部分을 最高30m 間隙以內에 設定하면 된다. 煙突 作用을 하는 通風口를 頂上部에 가진 dome形 天井으로 지붕을 区分하는것도 廣大한 倉庫의 火災를 局部化하는데 效果가 있다. 특히 火災에 強한 콘크리트는 벽돌의 破片 또는 耐火벽돌의 破片를 骨材로하여 만들면 가장 耐火性이 있는 Concrete 를 얻을수 있다. 一般的으로 大略 1,600°C

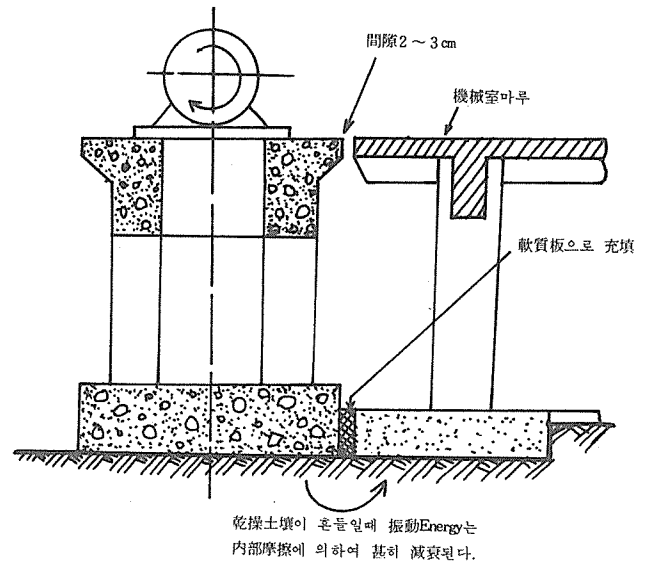


그림 3 - 7 防振構造

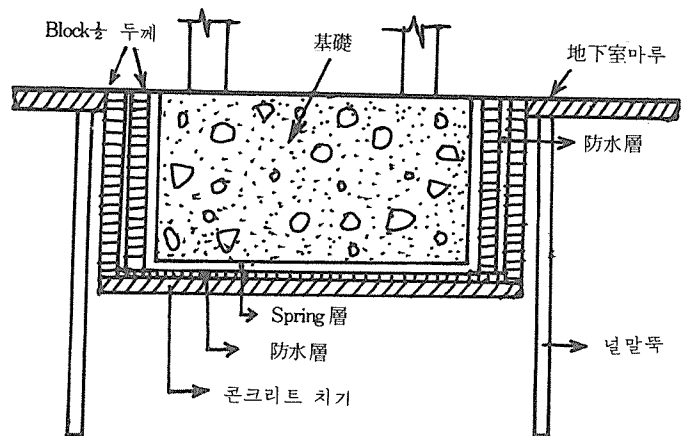


그림 3 - 8 地下水가 있을때의 基礎

程度의 溫度에서 콘크리트는 溶解되기 때문에 建物火災時에 構造物의 主体를 이루고 있는 콘크리트가 溶解되어 흐르지 않으면 1,000°C 以下의 火災라 判斷할 수 있다. 이와같은 性質을 利用하여 콘크리트 部材를 구멍 뚫는다. 假令 鑿은 鋼鉄 pipe에 酸素를 導入하여 燃燒시켜 必要한 溫度까지 올려 구멍을 뚫은 溶解穿孔法에 利用된다.

(□) 振動

이것은 一定한 振動數를 가진 周期的인 刺激 또는 連續的으로 넓은 振動帶域를 가진 周期的인 刺激 또는 衝擊이나 打擊運動 등에서 일어난다. 最初의 境遇를 強制振動 第2의 境遇를 自由振動을 일으킨다고 한다. 이와같은 振動的의 傳播는 發生하는 힘을 弱하게 하므로, 傳播를 阻止하거나 共振를 抑制하므로서 防止된다. 첫번째의 境遇로서 周期的인 慣性力이 支持材에 加한다는 것은 機械自体의 動的 負荷를 뜻하므로 機械製作者는 廻轉하는 機械를

될수 있는대로 Balance를 잡게하는것이 必要하다. 다음에 振動의 傳播를 避하기 위한 가장 重要한 構造原理는 그림 3-7와 같이 機械의 下部構造를 隣接한 建築部分에서 떨어져게 하면 된다. 經驗에 의하면 振動은 굳어진 먼지 層을 通하여서도 傳達 되기때문에 이음部分은 부드러운 變形可能한 材料를 使用하여 막어야 한다. 그리고 振動 Energy를 吸收하기 위하여서는 乾燥된 굳어지지 않은 建築地盤이 有利하다. 왜냐하면 地盤이 内部摩擦에 의하여 Energy를 熱로 變化하기 때문이다. 地下水는 그로 인하여 土壤이 彈性을 가지게 되고, 그 組織이 振動減衰를 적게하므로 振動을 잘 傳達한다. 따라서 基礎가 地下 中에 있을 境遇에는 그림 3-8와 같이 約 5cm의 「코루크」板, 「STYLOPOL」 등의 緩和層을 設定하면 된다.

(5) 龜裂機構

콘크리트 建築物에 일어나는 龜裂에 關하여, 이것이 어떤 原因으로, 어디에, 어떤 모양으로 일어나며 어째서 問題視되는지 또한 問題視되지 않은 龜裂과 區別하여 記述하고자 한다. 이와같은 龜裂을 크게 나누면

① 構造的 龜裂

長期的——不同沈下, 凍傷, 溫度応力에 의한것.

短期的——振動, 火災에 의한것

② 材料的 原因으로 인한 龜裂

收縮性——콘크리트의 硬化乾燥에 同伴되는것 또는 原材料의 特性에 의한것.

膨脹性——鐵筋의 發錆에 의한것, 原材料의 特性에 의한것

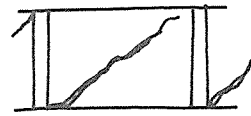
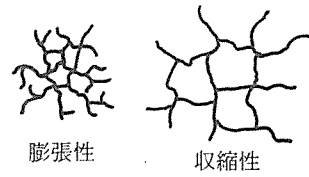
으로 区分되며, 龜裂이 建物에 危險한 結果를 가지고 오는지에 여부는 龜裂幅의 크기, 龜裂의 깊이, 龜裂의 數, 龜裂의 原因別과 持續性 또는 繼續하여 發達 하는지에 따른다. 먼저 構造的 要因으로 發生하는 龜裂을 살펴 보면 基本的으로 設計上의 問題와 環境의 影響에 의하여 생기는 것으로서 一般的으로는 長時間에 걸쳐서 일어난다. 다음에 材料的 原因에 의한것으로서는 시멘트의 異狀 凝結에 의한것, 初期의 急激한 乾燥에 의한것, 混和材料의 影響, 콘크리트의 硬化前의 體積收縮, 沈降等에 의한것, 骨材의 特性에 의한것, 콘크리트의 硬化乾燥에 同伴되는 收縮에 의한것으로서 그 龜裂 Pattern는 그림 3-9와 같다.

(7) 施工과 龜裂

施工時의 龜裂發生에 對하여 다음과 같이 몇가지로 나누어 생각하기로 하자.

① 콘크리트 運搬에 의한것.

運搬은 運搬時間과 運搬方法으로 나누어 생각하게 되고 運搬 時間에는 時間의 길이에 의한 影響과 그 사이에서의 콘크리트 溫度의 變化가 問題視된다. 우선 運搬時間은 콘크리트의 物性에 여러가지 影響을 주게되는데 龜裂發生하는 機構로서 沈降龜裂을 들을수 있다. 이것은 콘크리트

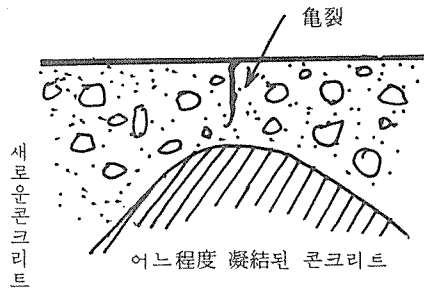
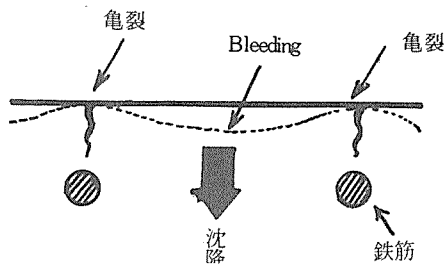


不同沈下에 의한 構造的 龜裂



溫度応力에 의한 龜裂

그림 3-9 龜裂 Pattern



새로운 콘크리트

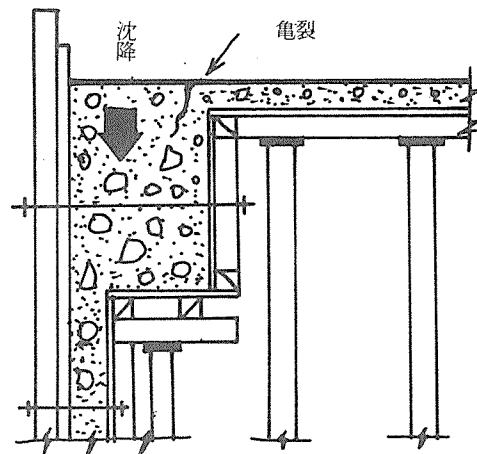
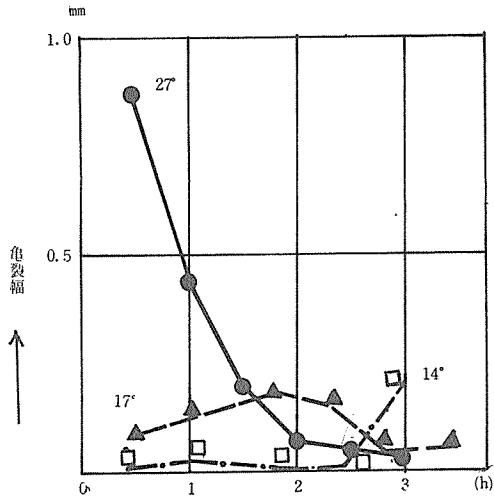


그림 3-10 沈降龜裂



콘크리트를 비이기 시작하여 打設한 때 까지의 時間

그림 3 - 11

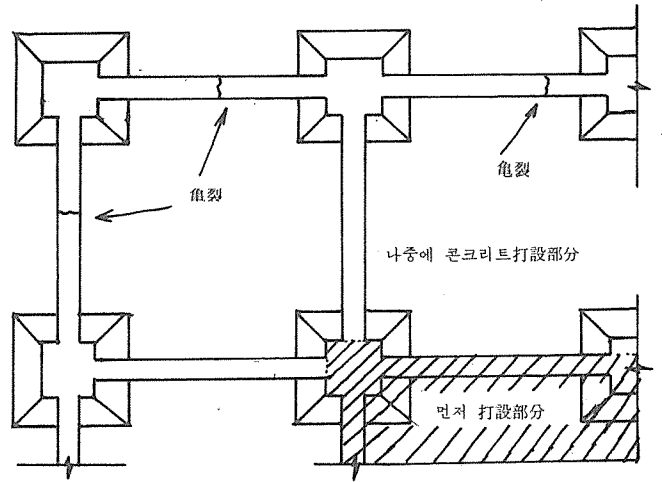


그림 3 - 12 콘크리트 打設 時期의 差異에 의하여 發生한 龜裂

表面에서 鐵筋으로 向하여 龜裂의 數가 增加하여 龜裂幅이 減少된다.

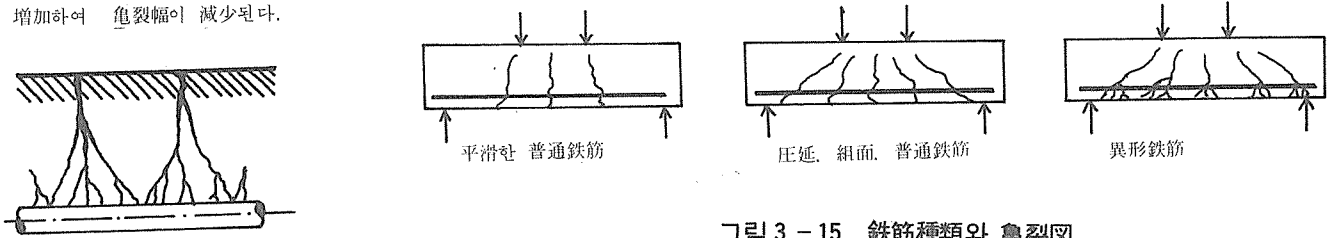


그림 3 - 13 콘크리트의 龜裂分布

鐵筋과 結合이

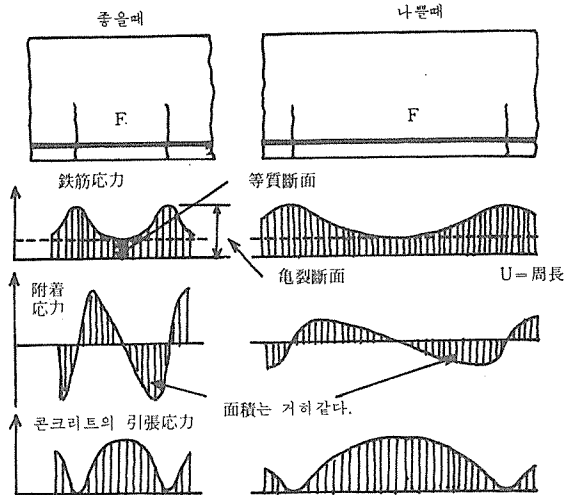


그림 3 - 14 鐵筋과 콘크리트의 附着応力變化

打設后 水分의 上昇, 固形物의 沈降라는 分離現象으로서 그림 3 - 10에서와 같이 鐵筋이 配置된 윗部分의 沈降은 鐵筋의 妨害로 沈降의 差異가 生기고, 그 表面에 龜裂이 生기게 된다. 이와같은 現象은 콘크리트 打設后 1~2時間內에 나타내고 이것을 沈降龜裂이라 한다. 이와같은 沈降龜裂의 다른 例는 같은 그림 3 - 10에서 볼수 있다. 다음에 콘크리트의 運搬時間이 길어지면 一般의 保水性이 좋아지고 Bleeding이 減少되고 沈降도 적어진다. 따

라서 運搬時間이 짧으면 沈降이 커지나 콘크리트는 充分히 流動性을 지니고 있으므로 龜裂이 比較的 적다. 또한 運搬時間이 極端하게 길어지면 沈降이 적어지므로 龜裂이 또한 적다. 그러나 이와같은 現象은 氣溫에도 關係하여 더울때에는 콘크리트 表面에서 水分의 蒸發이 極심하여 凝結이 빨리 進行되고 運搬時間이 짧은쪽에 沈降龜裂이 顯著한 處에 옮겨지고 추울때에는 이와 反對인것을 그림 3 - 11에서 알수 있다. 콘크리트 運搬 方法으로 여러 가지 있으나 이것이 適正하게 使用하고 있는限 龜裂發生에 關하여 問題된다고 볼수 없다. 이 以外에도 거푸집의 變形에 의한 初期龜裂, 水和熱에 의한 龜裂, 硬化后의 體積變化에 의한 龜裂 等を 들을수 있다. 여기에 主要한것은 施工「스케줄」로 因하여 龜裂 發生에 影響을 주는수가 많다. 假令地下의 흠막이 計劃으로서 建物の 中央部의 基礎 콘크리트를 그림 3 - 12에서와 같이 먼저 施工하고 나중에 周圍를 파서 그 部分의 基礎를 施工할 때에는 中央部의 콘크리트는 相當히 材令이 經過하여 收縮이 進展되어, 垜地周圍에 새로이 콘크리트를 打設할 때에는 收縮速度가 적은데 比하여 새로이 콘크리트 打設한 周圍에서는 콘크리트의 收縮速度가 크기 때문에 相對的으로 中央部의 콘크리트로 因하여 拘束되기 때문에 그림 3 - 12에서와 같이 外周의 基礎部分의 地中보에 龜裂이 發生하게

된다.

(L) 構造物에 있어서의 龜裂

① 鐵筋種類에 의한 보의 龜裂型 鐵筋 콘크리트 보에서의 鐵筋은 콘크리트와의 共助를 無視하고 全 31張力을 鐵筋이 負擔한다고 하여 算定하는데, 常用 荷重下에서의 콘크리트와 鐵筋의 變形의 差異로 龜裂이 發生하는데 이때의 龜裂幅은 鐵筋의 腐食憂慮上 0.2~0.3mm를 넘어서는 않된다. 勿論 이 數値는 콘크리트 表面上에 核當하게 되는데 鐵筋에 附着되어있는 콘크리트는 計算上에서 얻은 값보다 큰 變形能力을 가지고 있기때문에 龜裂은 鐵筋으로 向하여 分岐되는 結果, 龜裂幅이 分散하여 幅이 縮少된다는 것을 그림 3-13에서 알수 있다. 이와같은 微細한 龜裂은 濕氣가 鐵筋까지 浸透할 수 없다는 것은 大氣의 濕氣가 먼지와 結合되어 石灰華를 形成하므로써 콘크리트內的 龜裂은 融着되어 安定하게 된다. 龜裂의 幅과 間隔은 鐵筋應力만으로 關係되는 것이 아니라, 콘크리트와의 結合의 性狀, 콘크리트의 種類와 그 引張強度, 콘크리트內的 鐵筋量 및 鐵筋의 配置에도 關係된다. 이와같은 因子가 많기 때문에 計算에 의한 解明에서는 지금까지 信賴할만한 結果가 얻어지지 않았기 때문에 龜裂試驗의 統計的인 利用에 의하여 어느程度까지 概念을 얻을수 있었다. 그림 3-14는 附着와 콘크리트의 引張強度와의 共助를 概念的으로 나타낸 것이다. 여기서 附着이 크면클수록 콘크리트의 引張力는 한個의 龜裂이 引張強度에 到達할 때까지 急激히 蓄積된다. 따라서 附着는 龜裂間隔이 좁으면 同時に 龜裂幅도 縮小되는 效果가 있다. 따라서 그림 3-15와 같이 鐵筋表面이 平滑한 鐵筋일때 보다 異形鐵筋일 境遇에는 龜裂幅이 좁아질뿐 아니라 鐵筋에 向하여 여러가래로 分岐되어 自然히 龜裂幅이 적어진다. 콘크리트의 強度가 높을수록 龜裂와 龜裂사이에는 높은 引張應力이 許容되므로 龜裂間隔이 增大하는 한편 結合이 좋아지므로 龜裂幅의 增大도 阻止된다. 龜裂의 問題는 콘크리트에 初期應力을 줌으로써 생기게 된다. 따라서 斷面內에 引張應力이 생기는 것을 억제하므로써 解決하게 된다.

물 자 절 약

범 국민적으로 소비절약 운동에 적극 참여하여
경제 난국을 극복하자.

정부시책의 호응 본회 및 각시도지부 전국회원은
자율적으로 솔선 수범하자.

1. 수입 물자 절약하여 국제수지 개선하자.
2. 근검절약 생활화하여 경제자립 이룩하자.
3. 폐물자 활용하여 국산대체 추진하자.

〈주요시책목표〉

유류 절약	10%
전력 절약	10%
공급 요금	3%
수용비	5%