

建築 計劃을 爲한 바닥판의 構造制限

曹 鐵 鎬

I. 序 論

II. 本 論

1. 재래의 방법

2. ACI 318-63의 方法

3. 日本建築学会의 新規準의 方法

4. 韓國規準의 方法

5. 面積法 (Area Method)

6. 모멘트一致法 (Moment Method)

III. 結 論

I. 序 論

建築物이 『美』를 나타낸다는 것은 비단 意匠美만이 아니라, 構造美도 包含된다는 것을 누차 강조해 왔다. 建物이 設計될 때 意匠과 構造計劃은 相互 關聯 밑에서 이루어져야 한다.

建物の 構造體의 可能한 形態에 따라 意匠이 꾸며진다는 것이 自然스럽게 無理가 없어 合理的인 均整을 갖춘 美를 나타내는 것이다. 따라서 建物の 設計는 建築計劃學이나, 建築意匠學 하나만으로 이루어지는 것이 아니라, 構造計劃에도 相當한 研究를 要한다.

그러나 現實的으로 建築設計와 構造計算은 分業이 되어 있고, 建築計劃에 종사하는 분은 構造計劃을 무시하고 모든 것을 決定한 뒤 本 設計 과정에서 構造計算만을 의뢰하는 경우가 왕왕 있어 合理的인 構造計劃이 이루어지지 못하는 例도 많게 된다. 이러한 경향은 構造計算이란 업무가 어렵고 숫자를 다루는 分業이라 아예 構造計劃도 여기에 속하는 것으로 보기 때문에 일어나는 현상이라고 볼 수 있다. 따라서 建築計劃에서 構造計劃은 틈이 생기고 마는 경우도 많게 된다.

鉄筋콘크리트 構造物에서 構造計劃에 가장 基本要素가 되는 것은 바닥판의 構造制限과 기둥 간격 즉 스패(span)이라 할 수 있겠다. 本論에서는 構造業務에 종사하는 사람을 위한 것이 아닌 建築計劃에 종사하는 분을 위한 바닥판의 構造制限에 대하여 論하기로 하고, 기둥 간격에 대한 것은 다음 기회로 미룰까 한다. 따라서 여기서는 바닥판의 構造制限에 대한 것을 數式이나 理論의 전개 보다는 實例 中心으로 이야기식으로 說明하고자 한다.

II. 本 論

鉄筋콘크리트 構造物의 바닥판은 대부분이 그 두께가 120mm이다. 이것은 아마 120mm 보다 더 두꺼우면 自重이 늘어나고, 더 얇으면 전기 배관등 다른 문제에서 해결이 잘 되지 않기 때문에 오랜 세월을 두고 우리 선배님들이 120mm의 두께를 상식처럼 지켜오고 있는 것으로 본다.

그럼, 두께 120mm로 可能한 바닥판의 넓이는 무제한일 수 있을까? 어떤 제한이 있을 것이다. 여기에 대하여 우리가 지금까지 써온 方法과 各國의 方法을 比較 說明하고, 다른 새로운 方法도 제시하고자 한다.

1. 재래의 방법

우리가 관습적으로 써온 방법은 『바닥판의 두께는 바닥판 단변순스팬의 40분의 1 이상으로 한다』는 것이다. 이것은 1961년 日本建築学会에서 제정한 바닥판의 構造制限이다.

여기에 의하면 두께 120mm로 可能한 바닥판은 4,800mm×4,800mm에서 4,800mm×9,600mm 및 단변순스팬이 4,800mm인 1方向바닥판까지 可能한 것이 된다.

그러나 4,800mm×4,800mm인 바닥판의 크기에서의 진동이나 처짐은 4,800mm의 1方向 바닥판보다 훨씬 유리하며 4,800mm의 1方向 바닥판은 조금 범위가 큰 크기로 느끼게 된다. 따라서 이 方法은 事實上 合理的이 못 되어 1971년에 規準을 改正할 때, 이러한 모순을 수정했다.

2. ACI 318-63의 方法

ACI 318-63의 방법은 日本建築学会의 1961年方法보다 훨씬 合理的이다. 『바닥판의 두께는 바닥판의 둘레를 180으로 나눈 값 이상으로 한다』고 규정되어 있다. 따라서 바닥판 두께가 120mm라면, 그 둘레는 21,600mm면 된다. 단변순스팬과 장변순스팬이 같게 되자면 5,400mm×5,400mm 이내면 可能하므로 재래의 방법인 4,800mm×4,800mm 보다 약간 큰 셈이며 단변순스팬이 장변순스팬의 반인 경우는 3,600mm×7,200mm이므로 재래의 방법에서의 4,800mm×9,600mm이라는 모순이 없어진다.

3. 日本建築学会의 新規準의 方法

日本建築学会에서는 1971年 鉄筋콘크리트 構造計算規準의 改正 作業에서 바닥판의 構造制限의 모순도 수정하였다.

그 수정 결과는 약간 복잡한 式으로 표현되었는데 바닥판의 두께가 120mm인 경우, 재래의 4,800mm×4,800mm를 만족하면서 4,800mm×9,600mm이란 모순만을 제거하게 된 것이다. 新規準에 依하면 4,800mm×4,800mm 에서 3,840mm×7,680mm이내면 두께 120mm로 可能하게 된 것이라 ACI 318-63과 比較하면 5,400mm×5,400mm 보다는 작은 4,800mm×4,800mm을, 3,600mm×7,200mm 보다는 약간 큰 3,840mm×7,680mm의 구조제한으로 된 셈이다.

4. 韓國規準의 方法

1972年 建設部의 의뢰를 받아 大韓建築学会에서 制定한 規準의 바닥판의 構造制限은 우리가 日本의 재래규준을 써온 관습과 같은 범위에서 수정된 1971年の 日本建築学会의 方法에 따른 것으로 알고 있다. 따라서 韓國規準의 바닥판의 構造制限에 依하면 바닥판 두께 120mm로 可能한 바닥판의 크기는 4,800mm×4,800mm에서 3,840mm×7,680mm 까지의 범위가 되며 세분하여 나열하면 다음과 같게 된다.

4,800mm×4,800mm, 4,700×4,900
 4,600 ×5,100 , 4,500×5,300
 4,400 ×5,600 , 4,300×5,800
 4,200 ×6,100 , 4,100×6,400
 4,000 ×6,800 , 3,900×7,300
 3,800 ×7,900 , 3,800mm1 方向바닥판

이러한 바닥판의 크기 범위를 算出한 式과 根據는 大韓建築学会誌 1974년 5월 p 47 『建築構造計劃

에 관한 研究』를 참고하기 바란다.

실제 例로서 국민학교 교실의 기둥 간격이 한쪽으로 4,500mm이고 한쪽은 7,200mm에 2,400mm의 복도를 둔 경우, 보폭이 300mm라면 바닥판의 크기는 4,200mm×6,900mm가 되어위에 열거한 제한의 4,200mm×6,100mm를 초과하므로 120mm 두께로서 韓國規準의 바닥판 構造制限에 어긋나는 計劃이 되게 된다. 이런 경우 두께는 125mm로 하든지 4,500mm 중간에 보(Beam)를 둠으로서 바닥판의 크기가 2,250mm×7,200mm 보폭이 300mm라면 사실은 1,950mm×6,900mm로 두께 120mm가 可能하게 해결할 수 있다.

5. 面積法 (Area Method)

ACI 318-63이 바닥판의 둘레를 一定하게 한데 반하여, 같은 두께의 바닥판의 구조제한은 면적이 一定하도록 한 方法이다. 구체적으로 말하면 바닥판 두께가 120mm인 경우 바닥판의 면적은 26.00m² 이내면 된다는 방법이다. 이 方法에 依하면 단변, 장변순스팬이 같은 경우 5,100mm×5,100mm, 단변이 장변순스팬의 반인 경우 3,600mm×7,200mm으로 ACI 318-63과 韓國規準의 中間値가 되는 것을 알 수 있다.

앞에서 例를 든 국민학교 교실의 바닥판의 크기가 4,200mm×6,900mm이면 그 면적이 28.98m²로 26.00m²를 초과하므로 역시 두께 120mm로는 해결되지 않는다. 이 方法은 面積이란 개념에서 출발한 方法이므로, 建築計劃을 하시는 분은 간단히 바닥판 두께 120mm인 바닥판의 크기 범위는 26.00m² 이내라고 기억해 두시면 쉽게 實務에 利用할 수 있어 좋으리라 본다.

6. 모멘트一致法 (Moment Method)

바닥판의 단변 최대휨모멘트가 같은 두께의 바닥판에는 同一하게 하므로써 단변 방향의 철근 배근을 동일하게 하는 방법으로 그 式은 약간 기억하기 힘든 식이 되므로 構造를 전공하시는 분들이 利用하면 좋으리라 본다. 그 式은 두께 t를 $t \geq \frac{\sqrt{k}}{30}$ 로 (단, $k = \frac{\lambda^4}{\lambda^4 + I}$, $\lambda = \frac{l_y}{l_x}$) 두께 120mm 일 때, 단변 장변순스팬이 같은 경우, 5,100mm×5,100mm 단변이 장변순스팬의 반인 경우, 3,700mm×7,400mm의 범위내므로 面積法과 韓國規準의 中間値가 되어 습

理的이라 본다.

이 方法에 依한 바닥판의 크기를 정하면 단변방향의 주근 배근 간격이 동일함이 편리한 것을 알 수 있다.

Ⅲ. 結 論

建築計劃에서 바닥판의 構造制限을 알고 있으면 기둥 간격의 『모듈』을 정하는데도 도움이 되며, 構造計劃까지도 可能하게 한다. 따라서 가끔적 韓國 規準에 依한 바닥판의 構造制限에 依하면 좋겠지만 本論의 ACI方法이나 面積法에 의해도 좋으리라 본다.

기둥 스패인이 6,000mm×6,000mm의 建物에서 바닥판 두께를 120mm로 하자면 中間에 보(Beam)를 배치해야 한다는 것도 이러한 制限에 依한 것이다.

本論에서 例를 든 국민학교 교실인 경우 두께 120mm를 만족하기 위해서는 부득이 4,500mm 사이에 보(Beam)를 배치하면 보폭이 300mm라 할 때 단변순스패인이 1,950mm의 1方向 바닥판이 되어, 計算上 必要한 主筋 間隔은 D10-@492mm. 最少 鉄筋比인 溫度筋은 全斷面의 0.2%이므로 이에 의한 配筋 間隔은 D10-@297mm. 또 다른 制限인 主筋의 最少 間隔은 韓國規準에서 D10-@200mm로 되어 있으므로 부득이 D10-@200mm로 配筋해야 하므로 主筋은 計算上에 비해 246%나 더 配筋되는 셈이다. 또 하나의 문제는 단변순스패인 1,950mm에 鉄筋을 밴트(굽힘)하기가 힘들게 된다는 점이다.

따라서 국민학교 교실을 9,000mm×7,200mm를 기본단위로 한다면 기둥 간격은 6,000mm로 하여 6,000mm×7,200mm에는 보(Beam)를 하나 배치하여 3,000mm×7,200mm 보폭을 300mm라 할 때 2,700mm×6,900mm의 바닥판으로 해결하여, 교실 하나는 기둥 간격의 1.5배로 잡으면 될 것이다.

이러한 간단한 바닥판의 구조제한이 合理的이고 經濟的인 建築計劃에는 무시 수 없는 사항이라고 본다.

面積法을 數式으로 표시한다면

두께 t 는 $t \geq \frac{\sqrt{\lambda}}{42.5} \ell_x$ (단, $\lambda = \frac{\ell_y}{\ell_x}$) 로서 표현 된다.

따라서 두께 $t=150mm$ 로서 제한할 수 있는 바닥판의 크기는 40.64^{m²}가 됨을 알 수 있다. 6,000mm×6,000mm인 바닥판은 두께 150mm로 可能하다는 것도 간단히 알 수 있는 것이다.

여기서 주의 할 것은 1方向 바닥판인 경우는 그 面積을 단변순스패인에다 장변은 단변순스패인의 2배라고 보고 計算하여 制限해야 하는 것이다.

筆著의 拙稿가 建築計劃을 하시는 데 多少나마 도움이 된다면 甚多幸이겠으며, 많은 指導鞭撻을 해 주신 스승 先輩님들께 無限한 感謝를 드립니다.

—참 고 문 헌—

1. 曹鐵鎬, 『建築構造計劃에 관한 研究』
建築學會誌 5月, 1974
2. 曹鐵鎬, 『建築計劃을 위한 部材 斷面 假定法』
建築士 8, 9, 10月, 1972
3. 曹鐵鎬, 『建築構造設計 및 積算 資料化에 관하여』
建築士 12月, 1974