

바닥슬래브 구조시스템의 변경에 따른 진동성능 분석

Analysis of Vibration Performance by Changing of Floor Slab Systems

안상경* · 정형일* · 정재은* · 나 운*

Ahn, Sangkyung, Jeong, Hyungil, Jung, Jaeun and La, Woon

Key Words : Vibration Performance(진동성능), Floor Slab Systems(바닥슬래브 시스템)

1. 서 론

최근 건축자재의 성능개선과 강재의 많은 사용에 따라 장스팬화, 경량화가 가능하여 바닥슬래브 구조물은 기계의 작동이나 사람의 움직임 등에 의한 동적하중에 의해서 진동이 유발될 수 있는 가능성이 높아졌다. 이러한 건물 바닥슬래브에서 발생하는 진동의 양상은 가진되는 동적하중의 특성과 구조물의 동적특성의 상호작용으로 영향을 받게 된다.

현재의 사무실에서는 사무공간의 절약과 업무의 효율성을 위하여 과거에 사용하던 CRT모니터가 LCD모니터로 교체되었다. LCD 모니터는 CRT모니터에 비하여 가볍고 무게 중심이 높아 CRT모니터에 비하여 상대적으로 진동이 많이 발생하는 구조로 되어 있다. 또한 사무환경 또한 모든 업무가 컴퓨터에 의하여 처리됨에 따라 컴퓨터 모니터를 보는 시간이 과거에 비하여 비약적으로 늘었다. 이러한 상황에서 사무공간에 발생하는 진동은 컴퓨터 모니터의 진동으로 감지되며, 과거에 몸으로 느끼던 진동을 시각적으로 느낌으로써 사용자들은 진동에 대하여 더욱 민감하게 느끼게 되었다.

바닥판 구조물의 동적거동은 여러 가지 인자들의 상호작용으로 인하여 나타나게 된다. 가진되는 동적하중의 위치, 구조물의 고유진동수 그리고 감쇠율과 강은 인자들에 의하여 영향을 받는다.

사무용 건물의 바닥슬래브 구조는 일반적으로 큰보와 작은보로 구성되며, 바닥슬래브의 고유진동수는 큰보와 작은보의 강성에 따라서 결정된다. 일반적으로 건물의 바닥슬래브에서 발생하는 진동을 제

어하기 위해서는 특별한 경우 동조질량감쇠기(Tuned Mass Damper: TMD)를 이용하는 경우도 있지만 설계단계에서는 대부분 바닥슬래브의 고유진동수를 조절하여 가진하중에 대한 공진영역을 피하는 방법을 많이 사용하고 있다. 일반적으로 바닥슬래브에서 발생하는 진동을 저감시키기 위하여 바닥슬래브의 고유진동수를 높게 유지하도록 하지만 이러한 경우 비경제적인 설계가 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 효율적인 진동설계를 위하여 큰보와 작은보로 구성된 바닥슬래브시스템의 변경에 따른 진동성능을 분석하였다. 큰보와 작은보의 강성비에 따른 진동성능을 분석하였다.

본 논문에서는 보행자에 의하여 발생하는 건물 바닥슬래브의 진동을 저감시키기 위하여 TMD를 효과적으로 적용할 수 있는 방법에 대하여 연구하였으며, 실 건물에 설치하여 진동제어효과를 분석하였다.

2. 바닥슬래브 구조 시스템

2.1 보의 배치

일반적으로 사무용 건물의 바닥슬래브 구조시스템에서 보의 배치는 건물의 층고와 설비의 배치 등에 따라서 코아월과 평행하게 배치되기도 하며 또는 직각방향으로 배치되기도 한다. 그림 1은 큰보와 작은보를 모두 코아월과 연결하는 형태로 배치된 전형적인 형태를 보이고 있다. 그림 2는 큰보는 코아월과 기둥을 연결하고 작은보는 큰보와 직각방향으로 연결하는 형태를 취하고 있다. 일반적으로 그림 1과 같이 배치를 하게 되면 큰보와 작은보의 크기가 동일하게 설계하며 시공성이 향상되고 상대적으로 층고를 줄이는 효과를 얻을 수 있다.

다음으로 그림 2와 같이 보를 배치할 경우에는 큰보에 하중이 집중되게 되어 큰보가 커지는 단점이

† 안상경; 삼성물산 건설부분
E-mail : s.k.ahn@samsung.com
Tel : 010-3254-5788, Fax : 02-2145-5770

* 삼성물산 건설부분

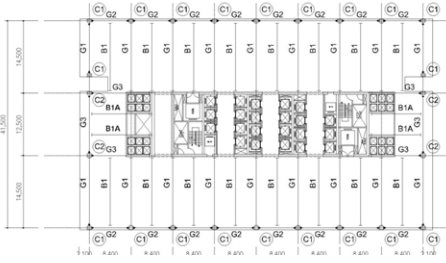


그림 1. 큰보와 작은보의 평행 배치

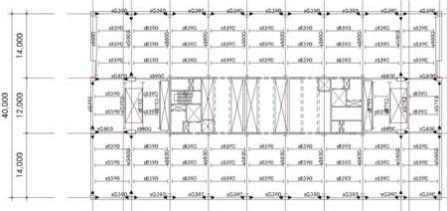


그림 2. 큰보와 작은보의 직각 배치

발생하며 층고를 유지하기 위해서는 큰보에 공조덕트를 위한 Opening을 두어야 하는 경우도 발생하게 된다. 또한 부재의 수가 증가하게 되어 초고층 건물의 경우에는 양중횡수가 증가하는 단점이 발생하게 된다.

2.2 보의 배치에 따른 동적특성

바닥슬래브의 동적특성에 영향을 미치는 인자는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 보의 배치와 보의 크기의 변화에 따른 특성을 고찰하였다. 먼저 보의 배치방향에 따른 특성을 보면 그림 3과 같다. 큰보와 작은보를 병행하게 배치하게 되면 바닥슬래브에서 유사한 모드형상과 이로 인한 특정 진동수 영역에서의 고유진동수가 발생하게 되어 보행하중과 같은 진동수가 일정하지 않은 진동하중에 대하여 공진의 가능성이 그만큼 더 커지게 된다. 그러나 큰보와 작은보가 직각으로 배치되는 경우에는 모드간 고유진동수의 차이가 확연해지고 특정 진동모드에 대하여 고려를 해 줌으로써 진동문제를 해결할 수 있다.

그림 4는 작은보의 단면변화에 따른 이너터스값을 나타내고 있다. 여기서 알 수 있듯이 작은보의 단면크기에 따라 고유진동수가 낮아지더라도 동적특성이 더 좋아지고 있음을 알 수 있다. 이러한 특성은 진동모드형상의 변화에 따른 모달질량의 차이로 분석된다.

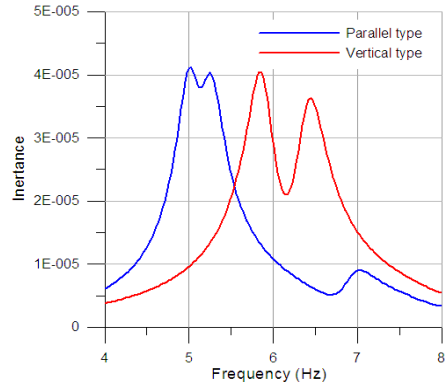


그림 3 보의 배치에 따른 Inertance 특성

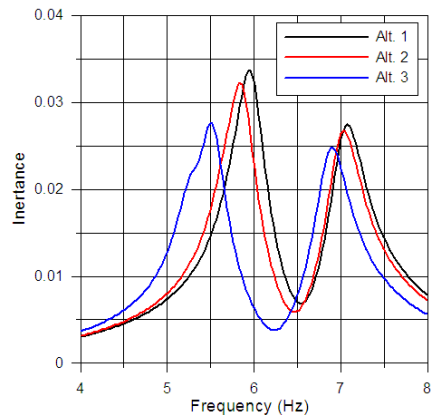


그림 4 작은보의 단면변경에 따른 Inertance 특성

3. 결 론

본 연구에서는 보의 배치에 따른 바닥슬래브의 동적특성에 대하여 분석하였다. 진동특성을 고려하여 바닥슬래브를 설계하는데 있어서 공진의 가능성 측면에서는 큰보와 작은보의 배치를 직각으로 하는 것이 평행하게 배치하였을 때 보다 유리한 것으로 판단된다. 또한 큰보와 작은보를 직각으로 배치하는데 있어서는 바닥슬래브의 동적특성을 향상시키기 위해서는 단순히 바닥슬래브의 고유진동수의 증가시키는 것은 비효율적이며, 작은보와 큰보의 강성비를 적절히 조절하여 모드형상을 최적화하여 모달질량이 최대가 되도록 하는 것이 가장 경제적인 것으로 판단된다. 추후 연구과제로는 큰보와 작은보의 최적 강성비와 이에 따른 물량검도가 필요하리라 판단된다.