"P"빌딩 구조설계에 얽힌 이야기 ⑤

Structural Designed Procedure of "P" Building

李昌男/센구조건축사사무소
by Lee, Chang-Nam

3) 지하실 벽체 및 슬래브의 두께 제한

제63조【지하층의 구조】①지하층의 구조는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 바닥면적이 50㎡를 넘는 층에는 직통계단외에 피난층 또는 지상으로 통하는 비상탈출구 및 환기통을 설치할 것. 다만, 직통계단이 2이상 설치되어 있는 경우에는 그러하지 아니한다.
2. 바닥면적이 1,000㎡를 넘는 층에는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단을 제46조의 규정에 의한 방화구획으로 구획되는 각 부분마다 1개소 이상 설치하되, 이를 피난계단 또는 특별피난계단의 구조로 할 것.
3. 거실의 바닥면적의 합계가 1,000㎡ 이상인 층에는 건설부령이 정하는 바에 의하여 환기설비를 설치할 것.

②법 제44조 제1항의 규정에 의하여 그 설치가 의무화되어 있는 지하층의 구조는 제1항의 규정에 의한 기준외에 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 철근콘크리트조 또는 철골철근콘크리트조로 할 것.
2. 반자높이는 2.1m 이상으로 할 것.
3. 벽(지상층에 건축물이 없는 지하층의 슬래브를 포함한다)의 두께는 다음 각목의 규정에 의한 두께 이상으로 할 것.
   가. 층수가 5층 이하인 건축물의 경우에는 20cm
   나. 층수가 6층 이상 20층 이하인 건축물의 경우에는 30cm
   다. 층수가 21층 이상인 경우에는 40cm
4. 지하층의 바닥면적이 300㎡ 이상인 경우에는 식수공급을 위한 급수전을 1개소

지난호에 약속했던대로 건축법시행령 제63조 ② 3. 규정에 대하여 검토해 보기로 하자.

일단 법이 제정되어 모든 사람이 지키다 보면 그 제정 배경을 알지못해도 익숙해져서 불편한 줄도 모르고 불합리한지도 모르게 되는가 보다.

벽과 지하실 상부 슬래브 두께 : 20cm(5층이하 건물)
30cm(6~20층 건물)
40cm(21층이상 건물)

무슨 이유일까? 적으로부터의 폭격에 대비하여 내무부 민방위과에서 요구한 것이라고 들었다. 그건 그렇다 치고 다른 궁금증은 없는가 나열해보자.

Ⅰ. 궁금증

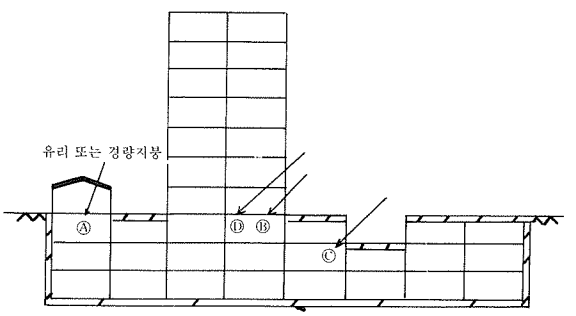
(1) "대피호"의 개념이라면 법적으로 요구하는 대피소요 면적부위에만 해당되는 것일까?
기계실, 주차장, 판매시설 등 지하실 면적이 엄청난데, 그 전체 면적에 해당되는 것일까?

(2) 벽체 두께는 흙에 접하는 외벽만 해당되는 것일까? 아니면 지하실 모든 벽에 적용하는 것인가?

(3) 내폭구조는 콘크리트 강도에 따라 두께가 결정되어야 하고, 철근 배근방법도 일반 구조와는 다르게 되어야 하는데 콘크리트 두께만으로 제한규준을 정한 근거는 있는가?

(4) 건축구조설계에 임하는 기술자들은 슬래브나 벽체 두께를 심하게는 1cm단위로 쪼개서 경제성을 찾으려고 노력한다. 그런데 여기서는 그 두께가 20cm, 30cm, 40cm로 10cm식 늘여가라니 어딘가 좀 어울리지 않는 듯하다.

(5) 5층과 6층, 20층과 21층은 각각 단 1개층 차이 뿐인데 왜 10cm씩이나 두꺼워져야 하는가?



〈그림 27〉

(6) 지하실 지붕 슬래브 위를 주차장 등으로 사용하기 위하여 방수공사후 방수보호콘크리트를 시공하기도 한다. 그러면 그것도 슬래브 두께에 가산할 수 있는가?

(7) 지하실 벽체 두께는 지하실 층수에 관계없이 전층에 해당되는 것인가?

(8) 지상층에 건축물이 없는 슬래브에만 해당된다면 그림 27에서 A부위도 두께제한에서 해제된다는 뜻이다. 그러면 지상층 건축물이 온실이거나 경량지붕일경우 그게 무슨 폭격에 방비가 될 것인가?
그림 27에서 B, C, D는 폭탄에 무력한 창문이거나 얇은 슬래브인데 무슨 근거로 슬래브 두께 제한에서 면제되는 것일까?

(9) 1개층 바닥 면적은 적으면서 층수만 많은 다층 건물이 있는가 하면, 층수는 적은데 연면적이 엄청난 건물이 있고, 또한 연면적과 층수는 적은데도 용도상 수용 인원이 많거나 중요한 건물이 있다. 그렇다면 대피호 개념의 지하실 보강등급이 지상 층수 차이로만 매겨짐은 과연 합리적인가?

위에 열거한 의문을 풀기위해서는 기본적으로 폭탄에 대한 상식이 있어야 한다.

(1) 강원도 산골짜기에 가면 광산이 있다. 다이나마이트를 저장하는 창고가 너무나 허술하다. 지붕은 더 심해서 불면 날아갈 것같다. 그런데 화약고는 그래야 한단다.
다이나마이트가 불의의 사고로 폭발할 때 폭발압력은 약한 쪽으로 밀어붙이게 되며 그 방향은 "하늘"이어야 피해가 적다는 것이다. 만약 지붕이 튼튼한 콘크리트 슬래브이고 벽에는 유리창이 있다고 하자. 폭발압력은 지붕을 뚫지 못하고 상대적으로 약한 유리창부터 부셔 버리게 되는 것이다.
그렇게 되면 화약고 주위를 지나던 사람이나 시설물이 피해를 받게 된다.
그러면 지붕과 벽을 아주아주 튼튼하게 설계했다고 하자. 폭약이 폭발하면 어떻게 될까? 문틈이라도 벌어졌을 것이고 아니면 환기구라도 있겠지? 만약 그것마저 철저히 틀어막았다면? 그게 폭탄이다. 폭탄은 화약통으로 밀폐된 화약이다. 철제 화약통의 3방을 막고 한구멍(총구멍)만 남겨놓아 그 방향으로만 폭발압력이 새나가게 하되 공포탄이 안되도록 총구멍에 총알을 끼워 넣어 멀리 멀리 밀려 가도록 설계한 것이다.

왜 이런 말을 하는 것인가? 만약에 폭탄이나 폭약이 지하실 내부에서 폭발한다면 어떻게 될까? 지하실 구조가 튼튼할수록 그 안은 더 큰 피해를 입게된다. 즉 기왕에 대피호를 설계하려거든 절대로 폭탄이 그 안에 들어가지 못하도록 철저한 구멍막음이 필요하다.
자동차가 들락거릴 출입문이 열려있고 Sunken Garden, Dry Area, 장비 반입구등이 폭탄 투입에 무방비 상태이며 환기구, 굴뚝중 어느구멍으로라도 폭탄이 들어가기만하면 지하실은 피난처가 아니라 화약고이다. 전쟁 영화에서 마지막 백병전은 적이 대피호에 수류탄을 던져넣는 것으로 마감하는 이유를 알 것이다.
웬만한 지하실 밖에서 터진 폭탄의 파편으로부터야 보호를 받을 수 있겠지, 만약 그것이 목적이었다면 굳이 30㎝니 40㎝ 제한을 둘 필요조차 없을 것이다.

(2) 이라크와의 전쟁에서 패트리어트 미사일이 인기를 끌더니 이번에는 토마호크 미사일의 정확성이 신문에 보도된다.
그렇게 비싸고 정확한 미사일이 싣고가는 폭탄은 역시 재래식이다. 우리가 다루고 있는 대부분의 건물은 토마호크 미사일의 공격에 대비하여야 하는 군사 또는 정보목적의 건물이 아니라 재래식 "Level Bombing", 즉 폭격기나 전폭기에서 그냥 떨어뜨려서 날아드는 폭탄에 견디기 위한 것들이다. 아니면 박격포나 야포 등 소규모 폭발물로부터 보호받기 위함일 것이다.
어쨌거나 분명한 것은 그것이 사람손으로 던진 수류탄이라 할지라도 밀폐된 공간내에 들어가서 폭발하는 일이 없도록 하여야 한다.

(3) 폭탄이 폭발하는 시기는 신관 조작에 따라 달라진다. 지연신관을 사용하면 폭탄이 떨어진후 한참 있다가 폭발할 수도 있다. 즉 폭탄의 폭발형태는 공중폭발, 표면폭발 및 지중폭발의 3종류로 대별할 수 있다.
지하실이 대피호 역할을 함에 있어 가장 안전한 것은 물론 공중폭발일 때이며 그 다음은 표면폭발인데 지중폭발은 도저히 지하실이 아니었음만도 못할 정도로 위험하다는 것은 앞에서 설명한대로이다.

(4) 재래식 폭탄의 폭격 효과는 크게 두가지로 분류된다. 첫째로는 Level Bombing이라는 뜻 그대도 위치에너지(Potential Energy)를 활용하는 것인데 같은 무게의 폭탄이라도 높은데에서 떨어뜨리면 더 큰 힘을 얻는다.

고사포로도 도달하지 못하는 높이에서 폭격기가 유유히 날아가다 떨어뜨리는 폭탄이 있는가 하면 레이더에도 잡히지 않을만한 낮은 고도에서 날으는 전폭기가 떨어뜨리는 것도 있다.

높은데서 떨어뜨리면 위치에너지가 큰 반면에 정확도가 떨어지며 낮은데서 떨어뜨리면 폭탄의 폭발력에 의한 파괴력만 위력을 발휘한다. 따라서 폭탄의 종류도 그 투하 방법에 따라 대략 3가지로 달리 제작한다.

A.P.(Armor Piercing) 철갑탄
S.A.P(Semi-Armor Piercing) 반철갑탄
G.P.(General Purpose) 인마살상용

즉 A.P.탄은 내폭구조물등 견고한 구조물을 파괴하기 위한 것으로 전체 중량에서 화약 중량은 적은 대신 폭탄의 외피두께가 두꺼운 것이고 G.P.탄은 폭탄 전체 무게의 절반정도가 화약인 폭발력 위주의 폭탄이다.

Level Bombing의 특징은 폭탄 자체에 무슨 추진력이 있는 것이 아니라 그저 지구의 인력에 의하여 떨어지는 것이므로 비행기의 속도와 바람에 따라 낙하지점 정확도가 달라진다.

6·25때 실제로 목격한 것이지만 불꽃놀이같은 고사포의 환영을 받는 폭격기에서 날마다 낮 12시경에 쏟아붓는 수많은 폭탄이 어쩌면 한번도 한강다리를 명중하지 못한것 같다. 오죽하면 폭탄이 명중하면 기적이라고 할까?

(5) 토마호크 미사일이나 북한에서도 제작한다는 스커드 미사일 등에 탑재하여 투하되는 폭탄은 아마도 전폭기에서 낙하시킨 폭탄과 같이 주로 폭파력에 의존하는 공격일 것이다.

어쨌거나 건축법시행령에서 다루는 지하실 벽, 슬래브의 두께제한이 건물층수에 따라 다른 것을 보면 지상층수가 많은 건물에 큰 비중을 두는 것이 분명한데 어떤 경로든간에 폭탄이 투하되었을 때 지상건물이 얻어맞을 가능성은 배제할 수 없을 것이다. 여기서 필자는 지상구조물에까지 내폭구조물로 설계하자는 뜻이 아니라, 만약의 경우 지상구조물이 폭격을 받아 무너질 때 그 충격이 대피호로 사용될 바로 아래 지하실 슬래브에 미치는 영향이 적지않다는 것을 유념해야 한다는 것이다.

Ⅱ. 제 안

궁금증만 나열해 놓으면 답답하다. 척척박사가 알아서 시원 시원한 답을 주면 다행이겠으나 그럴 형편이 못되는것 같으니 아쉬운대로 북치고 장고치는 약장사라도 돼보자.

(1) 막연히 지하실이라고 해서 전부를 대피호로 생각할 것이 아니라 대피호로 필요한 면적만큼만을 집중보강하여 그 부분은 유사시 피난처가 되도록 한다.
(2) 지정된 대피호 부분에는 내폭 출입문, 환기구, 비상전원, 비상탈출구를 마련하고 음료수와 라디오, T.V 등의 안테나도 마련한다.
(3) 대피호로 유도하는 비상유도 표지를 마련한다.
(4) 구조체의 콘크리트 두께로만 제한할 것이 아니라 최소배근 방법 및 콘크리트 강도에 따르는 두께도 표시한다.
(5) 콘크리트 두께 및 배근 방법은 건물의 지상층수에 따르는 방법을 바꾸어 수용인원과 건물의 전략상 주요도 및 위치를 감안하여 구분한다.
(6) 지상건물의 붕괴하중 또는 폭탄의 진입경로를 감안하여 지상에 건축물이 있다고 해서 방어 정도를 감하는 방법은 채택하지 않는다.

Ⅲ. 맺는말

구조계산 할 때마다 불만족하게 생각했던 구조제한 규준에 대하여 생각해 보았다. 지하실 지붕 슬래브, 이는 공사중 각종 중장비가 통행할 뿐만 아니라 건축자재를 쌓아두는 야적창고로도 활용된다. 공사가 끝나면 소방차와 트럭 등의 통로로도 사용되고, 주차장 및 조경을 위한 흙쌓기나 조각품을 올려놓는 곳이기도 하다.

때로는 법규상의 명령인 두꺼운 슬래브에 철근을 조금 더 보강하여 위의 조건 등을 만족시키기도 하지만 보충설명 없는 무조건 명령조의 제한조건에 응해야 하는 구조장이로서의 서글픈 심정을 문민정부 담당자는 헤아려 주리라고 믿어본다.