

建築構造基準の改善方向



馬春景 / 우리회 前會長

현행 건축구조기준(이하 구조기준 또는 기준으로 약칭)은 건교부장관이 인정한 구조설계기준을 위시하여 건축관련법에 고시된 구조관련기준 등 약 20개 기준으로 구성되어 있다.

원래 구조기준은 법적권위와 규제력을 수반할 수 있는 것 이기에 내용과 용어 적용의 엄정성은 물론이고 또는 Global Standard에 부합되는 수준을 구비해야만 한다. 필자는 그동안 각종 기준연구 작성 과정에 직접 또는 간접으로 참여한 바 있으나 부족한 역량으로 인해 만족할만한 결실을 초래하지 못한 데 대해 평소 유감과 자책을 느끼고 있다. 현행 구조기준은 그중 일부를 제외한다면 나름대로 적절히 작성되었다고 평가해도 무방하다. 다만 이글에서는 간과해선 안될 문제점을 내포한 하중기준중의 일부규정을 중심으로 구체적인 사례를 들어 논하려고 한다.

1. 풍력(風力)과 풍압(風壓)은 혼동(混同)해도 되는가?

가령 기술자격시험에서 설계풍력과 설계풍압에 대해 각각 설명하라는 문제가 출제 되었다면 그 정답은 무엇일까?

우선 풍하중규정의 용어 정의 조항에는 이에대한 설명이 빠져있고, 다만 기본방침 조항에서 풍하중은 설계풍력 또는 설계풍압에 유효 수압 면적을 곱하여 산정한다는 내용이 기술되어 있다.

현행 풍하중기준은 ASCE 7-95 기준을 바탕으로하여 이에 일본건축학회의 建築物荷重指針(1993)을 상당부분 가미한 것이다. 그런데 ASCE 7-95 기준에서는 설계풍력(Design Wind Force, kgf)과 설계풍압(Design Wind Pressure, kgf/m²)의 개념을 분명하게 구별하여 정의하고 있다. 그러나 현행 풍하중기준의 기본방침 조항에서는 설계풍력과 설계풍압은 결국 동일한것이지만 두가지로 혼동해 표현 될 수 있다는 희한한 개념을 창출하고 있다. 국어사전에도 풍력은 바람의 세기(힘)로 또한 풍압은 바람이 물체표면에 미치는 압력으로 설명하고 있는바와 같이 풍력과 풍압은 엄연히 구별되어야하는 개념임에도 불구하고 상식과 관례를 무시한채 혼동(混同)을 고집하고 비정상적인 논리의 발상은 도대체 어떠한 사고방식에서 연유된 것일까?

어느 나라 言語에서도 주먹(拳)과 손바닥(掌)을 구별하여 사용하는 것이 당연한 이치인데, 하물며 전문용어인 풍력과 풍압의 개념을 구별 못하고 혼동(混同)하는 치졸한 用語盲의 아집(我執)이 엄정해야할 기준 조문(條文)속까지 당당하게 점유하는 한심한 작태는 조속히 정화(淨化)되어야 한다.

하기는 이런 황당한 일도 있었다. 지난 82년도에 “건축물의 구조기준 등에 관한 규칙”이 처음 제정되었을때 “고정하중”이 “자중”이란 보통 言語로 둔갑한 사례가 있었다. (동규칙 제59 및 60조 참조)

물론 고정하중이란 전문용어는 구조기준에서 감쪽같이 사라지고 말았다. 그 무렵 필자는 무슨 연구 보고서 작성과정에서 어느 융통성 없는 공무원의 지적을 받고 전혀 뜻밖의 일이라 진위여부에 대해 한참 시비를 가린 연후에야 비로서 이런 어처구니 없는 사실을 확인하게 되었다. 비록 다음 개정시에 고정하중을 즉각 부활시키기는 했지만 참으로 어의없는 일이었다.

2. 현행 지진 하중 기준의 뿌리는 무엇인가?

가령 기술사 자격시험에 “현행 지진 하중기준에 규정되어있는 반응수정계수 R의 구성내용과 성격을 자세히 설명하라”는 문제가 출제되었다면 과연 그 정답을 제시할 수 있을까?

아마 반응수정계수 관련 기준문을 직접 작성한 당사자도 무지한 사람이 아니라면 양심상 정답을 제시 하는데 매우 곤혹스러울 것이다. 그 이유는 현행 반응수정계수의 개념이 모호하고 부실하게 조작된 것이기 때문이다. 건축학회에서 작성한 지진하중기준의 해설문 중에는 다음과 같은 핵심내용이 짝박하게 기술되어 있다.

“우리나라 규준에서 반응수정계수는 규준식에서 제안된 밀면전단력값을 미국 ATC 3-06과 UBC 94기준에서 제안된 밀면전단력과 유사하게 할 수 있도록 조정하였고(이하생략)”. 도대체 ATC 3-06 나 UBC 94의 밀면전단력과 유사한 값이 되도록 하자면 오히려 이들 기준식 중의 하나를 직접 선택도입하였더라면 아무런 하자가 없었을 것을 하필이면 부실하게 조작된 밀면전단력식과 반응수정계수를 도입함으로써 마치 독창적이고 차별화된 “한국형 내진기준”을 창출이나 한 것으로 착각하고 있으니 이처럼 우매한 知的風土가 우리 건축 구조분야 한구석을 지배하고 있다는 엄연한 현실에 환멸을 느낀다. 참고로 토목구조분야의 도로교량설계기준(건설부제정)에서는 미국 AASHTO의 지진하중기준식을 그대로 도입사용하고 있다.

필자는 현행 지진하중기준을 재 검증한바 있으며 (마준경:현행 내진설계기준의 재검증, 건축학회지 1999년 6월호 참조) 그 결과 현행 반응수정계수 R은 허용응력설계 Level에 해당하는 UBC 94기준의 R_w 값의 약1/2이 되는 수치임을 검증확인 하였다. 원래 반응수정계수의 정량화(定量化)과정에서는 과거의 지진경험을 근거로한 공학적 판단에 의존하는 측면을 무시할 수 없지만, 그 산정근거가 분명해야하며 또한 근거없이 적당히 조정할 수 있는 수치가 아닌 것이다. UBC 94, UBC 97, NEHRP(ATC를 계승한 기준), IBC 2000기준 등은 현재 공통된 구성내용과 성격을 근거로하여 산정한 반응수정계수를 사용하고 있으며 다음의 식으로 요약 표시된다.

- 극한강도설계 Level : $R = R_s R_d$
- 허용응력설계 Level : $R_w = R_s R_d Y$
- R_s = 초과강도계수 (overstrength factor)
- R_d = 연성감소계수 (ductility reduction factor)
- Y = 허용응력계수 (allowable stress factor)

위에 예시 한바와 같이 반응수정계수의 구성요소인 R_s , R_d , Y 등을 감안할 때 UBC 94와 ATC 3-06기준의 밀면전단력과 유사하게 되도록 정했다는 현행기준의 반응수정계수 R은 그 구성요소를 정량화하여 제시할 수가 없을 뿐아니라 다만 수치상으로 조작한것에 불과한 것이기 때문에 그 허구성과 부실함이 명백히 입증되고 있다. 그렇다면 현행 지진하중기준의 근거는 과연 무엇이

며 또한 무슨사연으로 왜곡,조작되어야 했는지 그 원인을 필자는 재검증 작업을 통해 규명하였으며, 그 핵심내용의 일부만을 이해에 도움이 될 정도로 다음에 요약 예시한다.

뜻밖에도 재검증 과정에서 현행 지진하중기준(이하 KS 88로 표기함, 개정기준식은 기호만 변경됨)의 지진구역 2와 UBC 85 기준의 ZONE 2에 대한 밀면전단력계수 V/W 를 검토한 결과 그 값이 일치하고 있다는 사실을 확인포착하였다.

(표1) 밀면전단력계수 V/W 비교를 위한 기본조건

KS 88	UBC 85
지진구역 2	ZONE 2
$\frac{V}{W} = \frac{AIC_s}{R}$	$\frac{V}{W} = ZIKCS$
$C = \frac{1}{1.2\sqrt{I}} \leq 1.5$	$C = \frac{1}{15\sqrt{I}} \leq 0.12$
$A = 0.12$	$Z = 3/8 (A = 0.15)$
$I = 1.0 \quad S = 1.0$	$I = 1.0 \quad S = 1.0$

(표2) 내력벽구조의 V/W 비교

주기 T (sec)	KS 88	UBC 85
	지진구역2 $A = 0.12 \quad R = 3.0$	ZONE 2 $Z = 3/8 \quad K = 1.33$
0.1	0.0600	0.05985
0.5	0.04714	0.04702
1.0	0.03333	0.03325
2.0	0.02357	0.02351

(표1)의 기본조건에 따라 산정한 밀면전단력 계수 V/W 의 비교 표 (표2)를 자세히 보면 KS 88의 지진구역 2와 UBC 85 Zone 2가 같아지도록 조정되었음을 분명히 확인 할 수 있을 것이다. 지역계수 적용에 있어 KS 88은 $A=0.12$ 인데 비해 UBC 85의 경우 $Z=3/8$ 이며 이를 유효 최대지반가속도로 환산하면 $A=0.15$ 가 된다. (UBC 94, ZONE 2A 참조)

따라서 설계지반 가속도를 표시하는 지역계수가 KS 88에서 0.12를 적용한 것이 UBC 85에서 0.15 적용한것과 같도록 밀면전단력식을 조작하였으니 결국 $0.15/0.12=1.25$ 로서 우리기준의 밀면전단력은 UBC기준보다 1.25배나 큰값이 되도록 확대 조작되었음이 확인검증 되었다. 다시 말하자면 지반조건과 그위에 건축된 구조물이 동일한 조건일 경우 역시 동일한 지반가속도를 가진 지진이 발생하였을 때 한국은 미국보다 1.25배나 더 큰 지진하중이 작용하게 된다고 하는 황당한 논리를 근거로 하고 있는 것이 현행 내진기준의 뿌리임을 분명히 인식해야 한다. 이런 사실을 합리화 시키려다보니 필연적으로 반응수정계수와 동적계수에 대한 왜곡 조작이 불가피했던 것이다.

원래 내진기준의 핵심인 밀면전단력식 및 반응수정계수나 동적계수에 대해서는 기준해설문에서 엄정하게 검증된 타당성 있는 근거를 제시하는 것이 기준작성과정의 필수적인 관례 임에도 불구하고 그 내용이 부실하고 애매모호하게 처리되었다.

필자는 이 문제에 대한 재검증 과정에서 기준식을 철저하게 분

석검토하여 왜곡조각내용의 부당성에 대한 공학적인 근거를 제시한 바 있다. 근래 일부 지진공학연구자들 중에는 현행 내진기준이 강진 지역의 기준을 여과없이 수용한 것 이기 때문에 한반도 지진 특성에 부합되는 내진설계 개념을 도입한 기준을 연구작성하는 것이 시급한 과제라고 주장하는 담론도 있다. 얼핏 듣기에는 미진 내지 경진 수준을 초과하지 못하는 우리 지진환경의 실정을 고려하여 내진기준을 실정에 부합되도록 대폭 간소화 하자는 합리적 방안인 줄로 알았는데, 듣자하니 내진기준 시행이전에 건축된 기존구조물에 대한 내진 취약성 보강대책으로서 Retrofit 관련규정을 내진기준에 추가해야 한다는 논조(論調)가 주류인 것으로 감지되었다.

현실적으로 한반도의 지진특성을 적정하게 반영할 만한 공학적 관측자료는 거의 없는 상태이나 또한 소요되는 확실한 지진관측자료를 직접 수집하려면 적어도 약진 내지 중진 수준의 지진이 한반도에서 향후 수년안에 동시다발적으로 발생하는 엄청난 지면(地變)사태가 일어나야만 가능할 것이다. 이러한 사태는 물론 상상할 수 없는 현실이기에 일부 지진공학연구자들은 그 대안으로 지구상 여러곳에서 발생한 지진관측자료 중에서 적당한 중·약진자료를 선정하여 설계 스펙트럼을 작성발표한 연구사례도 있다.

결론적으로 우리나라 내진기준연구는 불가피하게 외국 지진관측자료에 의존해야하는 숙명적 조건을 타고 났다고 할 수 있다. 따라서 한국형 내진기준의 확립을 들먹이는 담론 자체가 실질적으로 무의미한 것이다. 다만 기존 건축물의 Retrofit와 관련된 순수한 학술적인 연구자체는 나무랄데가 없고 권장해도 무방한 과제이다. 사실상 Retrofit문제야말로 일본이나 미국 등지를 비롯한 강진지역에서는 필수적인 과제가 되고 있다. 그러나 우리나라에 현존하는 수많은 기존건축물 중에서 그 동안 지진으로 균열이 생기거나 파손된 심각한 사례가 과연 있었는지 우선 양심에 물어보고 재고해 보아야 할 것이다.

앞에서 언급한바 있는 중·약진 관측자료를 근거로하여 연구작성한 설계스펙트럼을 현행 지진하중기준의 동적계수와 비교할 때 큰 차이가 있음이 판명되었다. 원래 현행기준의 설계스펙트럼(동적계수)은 분명한 지진공학적 근거가 없으며 Global Standard로 통용되는 기준에 비하여 고차진동 Mode의 영향을 과소하게 평가함으로써 특히 동적해석의 기본목적이 고차진동 Mode의 영향을 적정하게 평가하려는 것임을 감안할 때 간과 할 수 없는 문제를 개제하고 있다. 1997년도에 건교부 위촉으로 한국지진공학회가 연구작성한 내진성능기준(상위개념기준)에서는 Global Standard에 부합되는 UBC 97 기준을 보완수용하였다. 실질적으로 매우 현명하고 실용적인 선택으로 평가되어야 할 것이다. 따라서 기술기준(하위 기준)인 건축물의 지진하중기준은 건교부의 기본방침에 따라 원칙

적으로 상위기준에 부합되도록 조속히 개정 보완 되어야 할 것이다.

3. 건축구조기준의 개선방향

건축구조기준은 1962년도에 처음 제정된 건축법시행령의 “제3장 구조강도”에서 시발하였는데 그 구성내용은 1950년 제정된 일본의 건축기준법시행령중 第3章 構造強度의 전체조항에서 내진 관련 규정을 제외한 후 거의 대부분을 원문 그대로 章과 節의 순서까지도 일치하게 옮겨 놓은 것이었다. 이러한 사정으로 인해 해방후 20년이 경과한 1960년대 중반에 이르러 비록 일시적이기는 하나 일본식 구조기준 체계를 적극 수요해야하는 동기가 유발되기도 하였다. 일본의 구조기준은 그 나름의 개성이 강한 Local Standard의 체계를 갖고 있다. 우리는 1970년대 중반이후 해외 건설분야 진출이 활성화 되면서 국제적으로 통용될 수 있는 구조기준 즉 Global Standard의 도입수용이 필요함을 절감하게 되었다. 이 시점을 계기로 현재까지 근 30년 동안 우리의 건축구조기준은 일본식 체계에서 미국식 체계로 전환하는 과도기를 경과하고 있으며 이러한 사정은 향후 당분간 지속 될 것이다.

그동안 각종 건축구조기준의 제정은 건교부의 위촉으로 건축학회에서 연구작성하는 것이 관례로 되어 왔다. 학회를 통한 학술연구활동이 학술의 진보를 촉진시켜주는 원동력이 될 수도 있으며 이러한 과정에서 축적된 연구성과가 구조기준의 개선발전에 자연스럽게 연결될 수 있는 분위기와 지적풍토의 조성이 바람직하지만 우리의 현실은 아직 이런 경지에 도달하기에는 역부족이다. 앞서지적한 풍하중이나 지진하중규정 중의 부실한 문제점에 대해서는 이미 97년도 후반기 이후에 필자가 중앙건설기술심의회원의 자격으로 수정 조치하도록 수차 요청한 바 있었으나 건축학회의 해당 소위원회의 무성의와 비협조로 현재와 같은 결과를 초래하게 된 것이다.

구조기술사에게 있어 구조기준은 일상 사용해야 하는 도구 즉 연장이라고 할 수 있다. 따라서 우리는 좋은 연장을 선택 사용할 권리가 있다. 세계화시대에 있어 국산연장이 부실하다면 보다 성능 좋고 쓸모 있는 외국연장을 선택하여 수입 사용하는 것은 당연한 일이다. 원래 연장의 선택은 신뢰성과 실용성 그리고 실리적측명을 우선시 해야 한다. 좋은 연장을 사용해야 국제적 경쟁력을 키울 수 있다. 필자가 생각하기에 가장 성공적인 선택사례를 든다면 ACI 318 기준을 도입수용한 철근콘크리트 구조설계기준(극한강도)일 것이다. 늦은감이 있지만 최근에 AISC ASD 기준을 도입수용한 것도 좋은 사례가 될 것이다. 구조기준과 관련된 문제점을 일일이 열거하자면 끝이 없다. 다만 구조기술사의 소중한 연장인 구조기준에 대해 여러분의 관심과 애정을 기대하면서 이만 줄이다. **KSEA**