주택성능등급 제도 현황 및 대응 방안

– 가변성, 수리 용이성, 내구성 등 구조관련 성능 항목을 중심으로

글 | **박철용** | 기술개발부 과장 | 전화 02-3433-7731 E-mail : cypark@ssyenc.com

연재 순서 _ ① 소음관련 등급 ② 구조관련 등급 ③ 환경관련 등급 ④ 생활환경 등급 및 화재소방 등급

1 서 론

지난 호에서는 주택성능등급 표시제도의 출현 배경 및 개괄적인 소개와 함께 경량충격음, 중량충격음, 화장실소음, 세대 간 경계소음으로 구성된 소음관련 등급을 중심으로 관련 법령 및 참고기준, 등급 기준 및 평가방법, 기술적 대응전략 그리고 고려사항 등에 대해서 살펴보았다. 더불어 소음관련 항목에서 제외되어 있는 외부소음에 대해서도 간략하게 소개하였다.

본 고에서는 가변성, 수리 용이성, 내구성으로 구성된 구조관련 등급에 대한 전반적인 사항을 살펴보고자 한다.

2 구조관련 등급

주택성능등급 표시제도에서 구조관련 등급은 가변성, 수리 용이성, 내구성 등 3개 항목으로 구성되어 있다. 기술적인 의미에서 '구조' 라 함은 기초, 기둥, 보, 슬래브 등으로 일컬어지는 주요 구성 부분을 연결하여 건축물의 뼈대를 형성하기 위한 구성 재료 및 시스템을 총칭하는 말이지만 본 제도에서 '구조' 의 의미는 이러한 기술적인 의미가 아니라 건축물을 설계함에 있어 고려해야 할 계획적인 요소에 해당하는 사회적인 의미로 해석하고 있음을 주지할 필요가 있다. 따라서 평가항목 및 기준은 건축물의 구조적 안전성이 아니라 설계의 계획적 고려사항이다.

2-1. 가변성

1) 관련 법령

가변성에 관한 국내 법규적 성능기준 규정은 없는 상태이며, 친환경 건축물 인증기준에서 자원의 절약을 목적으로 라이프사이클 변화를 고려한 평면개발이란 항목으로 고려하고 있는 것이 제도적 고려사항의 전부라고 할 수 있다.

친환경 건축물 인증기준을 간단하게 소개하면 거주자의 미래 라이프사이클 및 라이프스타일 변화에 대응할 수 있는 평면개발을 유도하여 불필요한 주택의 개조에 따른 자재의 낭비를 막는데 목적이 있으며, 전체 세대수 중 가변형 평면, 병합형 평면, 주문형 평면을 적용한 세대수 비율을 이용하여 평가한다.

여기서 가변형 평면이란 주택 내부의 내력벽 이외의 벽체를 거주자들이 임의로 위치 변경하거나 철거를 할 수 있도록 계획한 평면(바닥 선 시공 후 벽체 시공)을 말하며, 병합형 평면이란 가족 구성원의 성장기에 대응하여 두 세대를 한 세대로 확장할 수 있도록 계획 단계부터 고려한 평면을 말한다. 주문형 평면이란 계획 초기 단계부터 거주자들의 회의를 통해 의사결정을 할 수 있도록 하는 경우, 거주자들이 여러 개의 평면 중 하나를 선택할 수 있도록 다양한 평면개발을 한 경우, 동일 평면에서 내부구조를 선택할 수 있도록 한 경우를 모두 포함한다.

주택성능등급에서는 이와 달리 단위세대 내에서 비내력벽의 길이 비율로 평가하도록 되어 있어 제도 상호간의 상관성은 거의 없다고 할 수 있다.

2) 성능등급 기준 및 평가방법

가변성이란 형태를 손상시키지 않고 변화시킬 수 있는 능력 및 변화에 적응하는 능력을 의미하는 것으로 건물의 기능적, 사회적 수명을 연장시키고 거주자의 요구변화에 대응하기 위해 매우 중요한 요소이다.

가변성의 개념은 수평적인 평면의 확장뿐만 아니라 단면에서의 수직적인 확장까지 확대된다. 그러나 본 주택성능등급 표시제도에서의 가변성의 범주는 현실적인 측면과 현행 법규를 벗어나지 않는 범위 내에서 확장의 개념이 아닌 공간의 재구성이라는 측면에 초점을 맞추어 세대 내부(전용 공간)의 평가로 한정하고, 수평적인 공간 규모의 확장과 수직적인 확장은 제외한다.

가변성 범주의 지표는 공간계획, 구조계획, 내장 및 외장 부품계획, 설비계획 등이 있으나 현재의 기술수준 및 기술발전 등을 고려할 때 구조계획 부분만을 평가하는 것으로 한정하였다.

평가방법은 고정적 가변요소인 내력벽 및 기둥의 길이 비율을 산정하여 비율에 따라 등급을 평가하는 것으로, 현행 벽식구조 형식에 의해 시공되는 것과 일부 벽식구조 형식 중 가변이 되는 경우를 포함하여 세대 내부 내력벽 및 기둥의 길이비율이 70% 이상인 경우 4급, 40% 이상~70% 미만인 경우 3급, 10% 이상~40% 미만인 경우 2급, 10% 미만인 경우 1급으로 표시한다.

〈표 1〉 가변성 평가기준

구 분	세대 내부 내력벽 및 기둥의 길이 비율
1급	10% 미만
2급	40% 미만
3급	70% 미만
4급	70% 이상

내력벽 및 기둥의 길이 비율(%)은 세대 내부 전체 벽 및 기둥의 길이에 대한 세대 내부 내력벽 및 기둥의 길이의 백분율을 의미한다.

가변성 등급을 평가하기 위해서 다음과 같은 단계를 거쳐야 한다.

① 단위세대 평면도(건축) 및 바닥구조 평면도(구조)를 이용하여 각 평형별 주거 전용면적을 구획하는 외곽선을 긋고, 이 외곽선은 평가에서 제외한다.

② 바닥구조 평면도(구조)에서 주거전용 면적을 구획하는 외곽선 안쪽에 위치하는 내력벽 및 기둥의 전체 길이를 구한다.

③ 단위세대 평면도(건축)에서 주거 전용면적을 구획하는 외곽선 안쪽에 위치하는 벽 및 기둥 중 내력벽 및 기둥을 제외한 비내력벽의 전체 길이를 구한다.

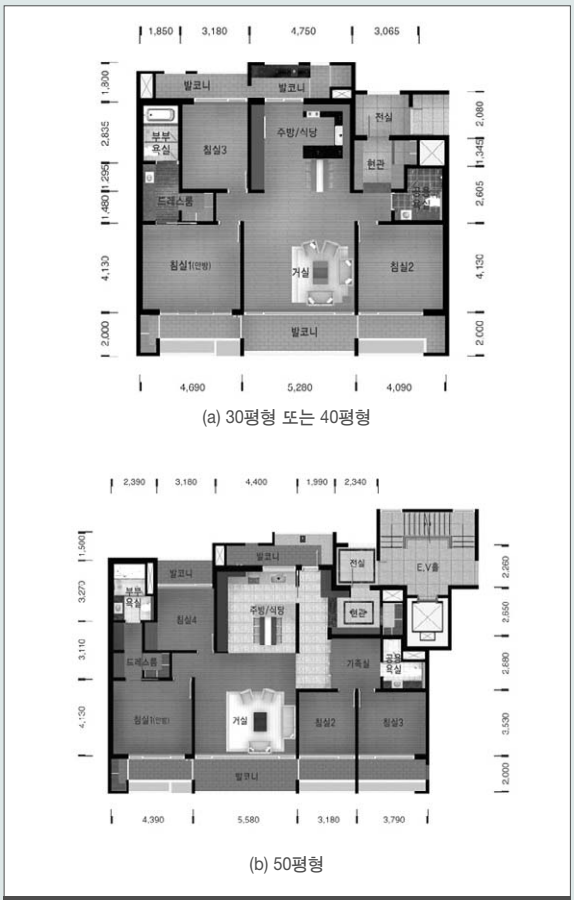
④ 이렇게 구한 ②와 ③의 결과로부터 세대 내부 내력벽 및 기둥 길이 비율을 구한 후 가변성 등급을 평가한다.

3) 기술적 대응전략

현행 철근콘크리트 벽식구조 아파트의 경우 [그림 1]과 같이 30평형과 40평형은 3-Bay, 50평형은 4-Bay를 기본으로 하고 있으며, 간혹 40평형에서도 건식벽이 있긴 하지만 대부분 50평형에서 거실과 침실2 또는 침실2와 침실3을 한 공간으로 사용할 수 있도록 경계벽을 건식벽으로 설계하여 가변성을 부여한다.

이러한 벽식구조의 가변성 비율은 평형에 따라, 내력벽 길이에 따라, 건식벽의 존재 여부에 따라 다소 차이가 있지만 대개 60%~80% 수준으로 4급으로 평가된다.

그러나 모든 평형의 내벽 1개소를 건식벽으로 고려할 경우 전체 등급을 3급으로 향상시킬 수 있지만 건식벽 적용에 따른 공사비 증가



(a) 30평형 또는 40평형

(b) 50평형

[그림 1] 벽식구조 단위세대 평면도

와 실간 경계소음문제에 대한 민원에 대한 검토가 있어야 한다.

무량판구조 또는 라멘구조의 경우 평형에 관계없이 세대 내부에는 철근콘크리트 내력벽이 거의 존재하지 않고 기둥만이 위치하므로 대부분 7%~15% 수준으로 기둥의 크기 조정과 일부 존재하는 내력벽의 길이를 조절함으로써 1급을 충분히 확보할 수 있다.

4) 고려사항

가변성의 개념은 수평적인 평면의 확장뿐만 아니라 단면에서의 수직적인 확장까지 확대되지만 여기서는 확장의 개념이 아닌 공간의 재구성이라는 측면에서 세대 내부의 평가로 한정하고 있다.

이러한 전제조건은 다음에 서술될 수리용이성 항목의 평가방법과 연관성을 맺어야 하지 않을까?

이러한 방법은 현행 철근콘크리트 벽식구조에서는 공간의 재구성을 평가하는 척도가 될 수 있지만 기둥식 구조(무량판구조 또는 라멘구조)의 경우에는 수평적인 평면의 확장을 간과하게 된다. 무량판구조 또는 라멘구조는 모든 벽 - 심지어는 외벽까지도 - 을 건식벽으로 시공하는 것이 가능하므로 벽식구조와는 다른 평가방법이 필요하지 않을까?

현재 가변성에 대한 평가는 벽식구조의 경우 최대 3급, 무량판구조 또는 라멘구조의 경우 1급 또는 2급과 같이 어떤 구조시스템으로 설계하느냐에 따라 등급이 결정되므로 높은 등급을 받기 위해서는 구조시스템을 변경해야만 하는 상황이다.

최근 들어 무량판구조로 시공되는 아파트가 생겨나고 있으며, 이 경우 추가적으로 세대 간 경계소음, 엘리베이터 소음 등 벽식구조에서 고려대상이 아니었던 부분에 대한 검토가 반드시 함께 이루어져야 할 것이다.

2-2. 수리 용이성

1) 관련 법령

공동주택의 장수명화를 궁극적인 목표로 리모델링 및 유지관리가 용이한 주택의 성능지표를 도출하기 위하여 국가적인 차원에서 추진하고 있는 장수명 공동주택의 추진전략은 다음과 같이 수립되어 있다.

① 국가적 기준과 정책에 부합하는 성능지표

② 향후 주택의 발전모델을 예측하고 변화에 순응할 수 있는 성능지표

③ 양질의 주거환경을 지속적으로 보전시켜 주면서 경제적 효과를 보장할 수 있는 성능지표

이러한 국가적 장수명 주택의 추진전략을 바탕으로 성능지표는 국내 친환경 건축물 인증제도와 리모델링을 고려한 건축물 설계기준, 장수명 주택의 선진적 사례를 다수 보유하고 있는 일본 SI주택 분석항목 이상 3개 기준을 참고로 하여 공통적으로 적용되고 있는 항목을 분석한 결과 공간의 가변성, 구조형식, 구조체 내구성, 설비 가변성을 추출하였다. 이 중 설비 가변성 항목은 3개 기준에서 규정하는 사항이 다소 차이가 있으며, 인필시스템 항목은 친환경 건축물 인증제도와 일본 SI주택에서만 발견되었다. 그리고 부품의 호환성 항목은 일본 SI주택에서만 발견되고 있다.

이러한 분석을 토대로 본 항목의 성능지표는 전용공간과 공용공간으로 구분하여 성능등급 기준을 설정하였다.

2) 성능등급 기준 및 평가방법

다음의 〈표 2〉와 같이 개보수 및 점검의 용이성 계획과 세대 수평 및 수직 통합 분리 계획을 설계에 반영하고 있는지 여부를 확인하여 설계 적용된 항목의 개수에 따라 등급을 부여한다.

〈표 2〉 수리 용이성 평가기준

① 전용공간

구 분	설계 반영 개수
1급	4개
2급	3개
3급	2개
4급	1개

1. 개보수 및 점검의 용이성 계획
   - 전용배관의 설계
   ① 전용 설비공간과 공용배관과의 독립성 확보 계획
   - 개보수 및 점검의 용이성
   ② 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선 계획
2. 세대 수평 및 수직 통합 분리 계획
   - 통합 및 분리 대응 계획
   ③ 통합 · 분리를 고려한 가스배관, 급수, 전기 계획
   ④ 공간 가변에 대응한 배관 및 배선 설치 계획

② 공용공간

구분	a) 설계 반영 개수	b) 설계 반영 개수
1급	9개 이상	6개 이상
2급	7개 이상	5개 이상
3급	4개 이상	3개 이상
4급	3개 이하	2개 이하

1. 개보수 및 점검의 용이성 계획
   - 공동구의 계획(지하주차장 등 대체시설이 있는 경우 평가 제외)
   ① 공동구 설치(단지 내 공동구의 확보)
   ②공동구 설계(공동구 트레이 및 금속 덕트의 상호 이격거리, 통로, 여유 공간의 확보와 적정한 덕트 배치원칙 적용)
   ③ 공동구와 연계(간선시설 접속점 유지관리구조물 설치)
   - 배관 및 배선 계획
   ④ 공용입상배관의 공용 공간 배치계획
   ⑤ 조립이 가능한 배관구조 적용
   ⑥ 예비배관의 설정
   ⑦ 전기실 수배전반의 보수 및 점검 교체에 지장이 없는 구조 확보
   ⑧ 개보수를 고려한 점검구의 크기, 위치, 구조, 점검시설의 확보
2. 미래수요 및 에너지원의 변화 대응성
   ⑨ 초고속통신설비 인증제도의 1등급 이상 확보
   ⑩ 수요의 증가와 통합분리를 고려한 공용 PS의 추가 배치계획 수립

※ b)는 공동구 계획 3개 항목을 제외하고 평가함

3) 기술적 대응전략

◉ 전용공간

① 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성 확보

전용공간에 수직덕트는 지양하고 발코니 등에 위치시키고, 급수 · 급탕, 난방, 소화설비 등을 위한 수직덕트는 계단실 또는 복도 등의 공용+전용공간에 설치하되 전용공간 내에 불가피하게 설치되는

경우에는 물 사용 공간의 집중 배치를 고려한 평면계획을 수립해야 한다.
그러나 현실적으로 평면계획에서 이러한 사항을 충분히 만족시킬 수 없기 때문에 배점을 받기 어렵다.
② 개보수와 점검이 용이한 배관 · 배선 계획
개보수 대상 이외의 부위에는 훼손공사가 발생하지 않도록 하기 위해 주호 내 배관, 배선 등을 위한 공간을 구조체와 바닥, 천장, 벽의 사이에 설치할 수 있도록 이중바닥, 이중천장, 이중벽 등으로 계획한다. 즉, 전용배관의 경우 벽, 기둥, 바닥 및 기초의 입상부분을 관통하는 경우를 제외하고 콘크리트 구조체에 매립되어서는 안 된다.
그러나 현재 대부분의 배선 및 배관은 바닥슬래브 및 벽에 매립하고 있으며, 심지어 환기설비까지도 바닥 난방형을 고려하고 있는 상황이므로 이 또한 배점을 받기 어렵다.
③ 통합분리를 고려한 가스배관, 급수 등 설비계획
가스배관 설비와 급수설비의 경우 2호를 1호로서 통합하는 경우 중 계량기를 하나로 통합할 경우 개조를 용이하게 할 수 있도록 사전에 계획하고, 세대분전반은 인입배관의 굵기, 매입함의 크기, 세대 분전반 내 예비회로를 설치하거나 설치할 수 있는 여유 공간을 확보하고, 더불어 단위세대 2호를 1호로 통합하는 전기설비의 경우 계량기의 위치 변경을 용이하게 할 수 있도록 계획한다.
그러나 현재 2호를 1호로 통합하는 경우를 고려한 계획은 이루어지고 있지 않으며, 특히 2호를 1호롤 통합하는 경우는 개인적인 취향에 따라야 하므로 계획에 반영하는 것이 쉽지 않을 것으로 예상되므로 배점을 받기가 쉽지 않을 것이다.
④ 공간가변에 대응한 배선설치 계획
전기통신설비의 사용부품 및 자재는 호환성을 갖추고, 향후 시설물의 보수 및 교체시 용이하게 할 수 있도록 하여야 하며, 모든 콘센트는 접지극부 콘센트 시설이 가능하도록 박스 등을 설치한다.
본 항목은 현재 일반적으로 적용하고 있는 사항으로 유일하게 배점을 받을 수 있는 항목일 것이다.

◉ 공용공간

현재 대부분 사업이 지하주차장을 공동구로 활용하도록 계획되고 있으므로 b) 설계반영개수를 기준으로 설명한다.
① 공용입상배관의 공용공간 배치계획
공용입상배관 및 전기배관 입상덕트용 수직덕트는 가능한 각층 공용부분(계단실, 복도 등)에 설치하고 외부마감은 해체 및 조립이 가능한 건식화된 부품으로 한다.
현재 이 기준에 따르고 있지만, 외부마감을 철근콘크리트로 처리하는 경우가 있는데 이 부분만 보완된다면 배점을 받을 수 있다.
② 조립이 가능한 배관구조 적용
급배수 및 기계설비는 용접식으로 결합되어 있거나 일체식으로 배관이 시공되지 않고 탈착이 용이한 구조 또는 점검구를 이용하여 교체할 수 있는 분절 길이로 구성한다.
그러나 아직까지 이러한 기준에 부합하게 시공되지 않고 있으며, 특히 조립이 가능한 구조로 할 경우 조립부재의 안정성 확인 및 점검구를 추가로 설치해야 하는 부담 등이 있으므로 사용자재만 바꿈으로 인해서 배점을 받을 수 있지만 쉽게 접근하기 어려운 부분이라 할 수 있다.
③ 예비배관의 설정
개보수시 건물의 기능을 유지하면서 공사가 진행될 수 있도록 샤프트 내에 예비배관을 설치한다.
그러나 현재 이러한 상황에 대비한 예비배관을 별도로 계획하지 않고 있기 때문에 배점을 받을 수 없다.
④ 전기실 계획
각 세대의 전기사용량 증가에 따른 전기실은 변압기, 발전기 등의 보수, 점검 및 교체에 지장이 없는 구조이며, 전기실 또는 큐비클은 잠글 수 있는 구조로 시설하며, 수전시설은 추가설치에 대응할 수 있는 공간을 확보하도록 하고, 전기관련 법령이나 내선규정에 적합하게 계획한다.
현재 이러한 기준에 맞추어 계획하고 있으며, 충분히 기준을 따를 수 있으므로 배점을 받을 수 있다.
⑤ 개보수를 고려한 점검구 계획
점검구는 작업 공간 및 향후 설비증가에 대비하여 여유 공간을 확보하고, 크기는 배관상태를 점검하는 기능뿐만 아니라 보수 및 교체작업도 할 수 있는 크기로 계획하며, 가급적 건식구조로 하고, 단위세대에 설치되는 수직덕트는 계측시설 설치에 계량이 가능하도록 점검 및 유지보수 공간을 확보해야 한다.
현재 이러한 기준에 맞추어 계획하고 있지만 모든 점검구를 건식구조로 계획하고 있지는 않기 때문에 일부 보완이 된다면 충분히 배점을 받을 수 있다.
⑥ 초고속통신설비 인증제도의 1등급 이상 확보
초고속통신설비 인증제도는 거의 모든 프로젝트를 대상으로 1등급 이상의 예비인증을 받고 있으므로 충분히 배점을 받을 수 있다.
⑦ 공용 PS 추가 배치계획
용도변경 또는 대규모 증축공사의 가능성을 고려하여 용량을 확보하는 것이 필요하므로 증설 여유 공간의 확보와 확장성을 고려하여 공용공간에 예비배관을 설치한다.
그러나 현실적으로 용도변경 또는 대규모 증축공사를 대비하여 여

유 공간 확보 및 예비배관 설치가 쉽지 않기 때문에 배점을 받기 어렵다.

4) 고려사항

본 항목은 장수명 주택 및 자원의 재활용 차원에서 세대의 통합분리를 고려한 설비 및 전기 설비의 여유 공간 확보에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 현재 일반적인 계획방법으로는 배점을 받기 힘든 상황이며, 본 항목에서 높은 등급을 받기 위해서는 최적설계가 아니라 목표한 등급을 획득하기 위해 현재는 필요하지 않은 과다한 설계가 될 가능성도 있다.

그리고 앞장의 가변성 항목에서는 세대 내부의 가변성 여부만 고려하는데 비해 본 항목은 2호를 1호를 통합하는 경우를 고려하고 있으므로 평가기준이 상이한 부분에 대한 검토가 있어야 하지 않을까?

2-3. 내구성

1) 관련 법령

한국산업규격(KS)에서는 건축물의 부위별 성능분류 방법으로 내구성 항목에 대해서 연 단위로 측정하며, 이를 7개 등급으로 구분하고 있다.

〈표 3〉 KS F 1010 : 2005 건축물의 부위별 성능 분류

급별호수 / 성능항목	(0)	1	2	3	4	5	6	(7)	비 고	
									측정항목	측정단위
내구성	5	8	12	20	32	50	80		내구연한	년

주택건설기준 등에 관한 규칙 제13조(공업화주택의 성능 및 생산기준)에서는 방청 · 방부성능, 방수 · 배수성능, 유지관리 성능 등으로 구분하고 있으며, 이 중 방청 · 방부성능은 철근의 피복두께, 철재 및 접합철물의 방청처리, 목재의 방부 및 살충처리 등을 주요 내용으로 하고 있다.

콘크리트 구조설계기준(2003)에서는 내구성을 별도의 항목으로 고려하고 있으며, 내구성 설계기준과 내구성 허용기준으로 구분하고 있다. 그러나 내구성 설계기준은 정성적인 내용으로 구성되어 있어 계량적인 평가를 위한 기준으로 활용할 수 없으며, 내구성 허용기준은 동결, 융해 및 제빙 화학물에 노출되는 콘크리트가 준수해야 할 공기량, 수밀콘크리트 또는 습한 상태에서 동결, 융해되는 노출조건 하의 콘크리트의 배합기준, 황산염을 포함한 용액에 노출된 콘크리트의 저항성능, 그리고 철근부식방지를 위한 최대 수용성 염소이온 비율 등을 정량적으로 제시하고 있지만 특수 환경에 노출된 콘크리트에 대한 기준으로 일반적인 환경에 노출된 콘크리트에 대해서는 기준이 제시되어 있지 않은 상태이다.

콘크리트 표준시방서 내구성편(2004)은 콘크리트 구조물의 공사 착공단계에서 내구성을 평가하기 위한 것으로서 내구성 평가 원칙, 설계에 따라 시공된 콘크리트 구조물에 대한 내구성 평가방법, 시공계획에 따라 시공된 콘크리트 구조물에 시공 직후에 발생될 수 있는 균열의 평가방법, 시공에 사용되기 위해 배합 설계된 콘크리트의 재료 자체에 대한 내구성 평가방법에 대한 일반적이고 기본적인 표준을 규정하고 있다.

콘크리트 구조물의 목표 내구수명은 구조물이 특별한 유지관리 없이 일상적인 유지관리 하에서 내구적 한계상태에 도달하기까지의 기간으로 정하게 되는데, 시공된 콘크리트 구조물의 내구등급의 결정은 구조물의 설계시 설정된 콘크리트 구조물의 목표 내구수명에 따라 다음 표에 의한다.

〈표 4〉 목표 내구수명에 따른 내구성 등급

등급	구조물의 내용	목표 내용년수
1등급	특별히 높은 내구성이 요구되는 구조물	100년
2등급	높은 내구성이 요구되는 구조물	65년
3등급	비교적 낮은 내구성이 요구되는 구조물	30년

2) 성능등급 기준 및 평가방법

공동주택의 내구성 성능등급은 KS F 1010 : 2005 에서 규정하는 바에 따라 내구성의 측정항목을 연단위의 내용연수로 설정하였고, 여기서 내구연수라 함은 건축물의 물리적 수명을 의미한다.

내구성 등급의 내용연수는 콘크리트 표준시방서 내구성편에서 나타난 바와 같이 100년, 65년, 30년을 기본으로 하였고, 100년은 3대가 거주할 수 있는 정도, 65년은 2대가 거주할 수 있는 정도, 30년은 1대가 거주하는 정도를 기대한 것이다.

〈표 5〉 내구성 등급 평가기준

구분	물리적 수명
1급	100년
2급	65년
3급	30년

일상의 유지관리 조건하에서 대규모 이상의 보수보강을 필요로 하지 않는다.

3) 기술적 대응전략

내구성 평가기준 #1에서 '건물의 형상 · 디테일' 은 내구성 측면에서 약점이 되는 단면 감소부(외부의 난간벽, 파라펫 등)가 생기지 않도록 하거나 유효한 보호대책 및 유지관리계획을 수립하는 것을 기본으로 하였고, 돌출부의 최소 두께는 굵은 골재의 최대 치수로 평가하도록 되어 있다. 그러나 외부의 난간벽, 파라펫 등은 주요 구조부재가 아니므로 설계단계에서 중요하게 고려되고 있지 않았지만 본 항목의 도입으로 보호대책 및 유지관리계획 등이 주요 부재

항 목				내구성 성능등급		
				1급	2급	3급
건물형상·디테일		일반사양		단면감소부 : 단면감소 부분의 콘크리트 및 철근에 대한 보호대책 및 제반 유지관리·보수계획 수립		
				단면의 두께가 작은 돌출부의 최소두께		
				굵은골재 최대치 수의 4배 이상	굵은골재 최대치수의 3배 이상	
		염해위험지역		해수 및 해염입자의 정체 및 부착이 어려운 형태		
		동해위험지역		융설수·우수의 정체, 벽면상의 유수가 어려운 형태		
구조응력상 요구되는 설계상의 허용 균열폭		구조계획		건물 부재의 규모·형상·지반조건 등에 따라 유효한 균열억제대책 수립		특기 없음
		설계상의 허용균열폭 (염해 및 동해위험지역)		0.2mm 이하 (0.1mm 이하)	0.3mm 이하 (0.2mm 이하)	
부재의 최소단면 (지역구분과 무관)		외벽		180mm 이상		150mm 이상
		슬래브		150mm 이상		130mm 이상
철근의 피복두께 (mm)	일반지역 : 동해위험지역 / 흙에 접하지 않는 부분	지붕슬래브 바닥슬래브 비내력벽	실내	40	30	
			실외	50 (마감면 40)	40 (마감면 30)	
		기둥·보 내력벽	실내	50	40	
			실외	60 (마감면 50)	50 (마감면 40)	
		옹 벽		60	50	
	흙에 접하는 부분	기둥 보 바닥슬래브 ·내력벽		50	50	
		기초·옹벽		70	70	
	염해위험지역	구분	S4	90 (방형철근)	90	
			S3	90 (방형철근)	80	
			S2	80 (마감면 70)	70 (마감면 60)	
			S1	60	50	
* 피복두께 완화 조건 : 건설신기술로 지정되거나, 공인된 방식공법(방식피복, 방전제 전기방식, 방청철근 등)을 적용하는 경우 2등급 요건이 만족되어도 1등급을 인정함. ** 최소피복두께는 상기 치수에서 10mm 를 공제한 값 이상으로 함.						

내구성 평가기준 #1

항 목			내구성 성능등급		
			1급	2급	3급
콘크리트 품질	설계기준강도 f_{ck}		표준 27~36N/㎟	24~36N/㎟	21~36N/㎟
			경량 콘크리트		21~27N/㎟
			품질관리기준		
			1회의 시험결과 f_{ck} 이상 3회의 시험결과 f_{ck} 이상	1회의 시험결과 $0.9f_{ck}$ 이상 3회의 시험결과 f_{ck} 이상	1회의 시험결과 $0.85f_{ck}$ 이상 3회의 시험결과 f_{ck} 이상
	슬럼프		표준 12cm 이하	15cm 이하	18cm 이하 fck≥27 N/㎟ 15cm 이하
			유동화콘크리트 18cm 이하	21cm 이하	21cm 이하
			슬럼프의 허용범위 : ±2.5cm		
	단위수량		표준 175kg/㎥ 이하	표준 175kg/㎥ 이하	표준 185kg/㎥ 이하 최대 200kg/㎥
	단위시멘트량		보통콘크리트 330kg/㎥ 이상	300 kg/㎥ 이상	270 kg/㎥ 이상
			경량콘크리트		300 kg/㎥ 이상
	물시멘트비	일반지역	보통콘크리트 50% 이하	55% 이하	65% 이하
			경량콘크리트		60% 이하
		동해위험지역	동해 위험도 P3		
			보통콘크리트 50% 이하	보통콘크리트 55% 이하	보통콘크리트 60% 이하 경량콘크리트 55% 이하
			동해 위험도 P4		
			보통콘크리트 45% 이하	보통콘크리트 50% 이하	보통콘크리트 55% 이하 경량콘크리트 50% 이하
			동해 위험도 P5		
			보통콘크리트 40% 이하	보통콘크리트 45% 이하	보통콘크리트 50% 이하 경량콘크리트 45% 이하
		염해위험지역	염해 염화 외력 S4 40% 이하	40% 이하	45% 이하
			S3 40% 이하	45% 이하	50% 이하
			S2 50% 이하	50% 이하	55% 이하
			S1 55% 이하	55% 이하	60% 이하
	공기량	일반지역			4.0 ~ 6.0%
		동해위험지역	동해위험도 P3 굵은골재최대치수 20, 25mm 40mm		4.5 ~ 6.0% 4.0 ~ 6.0%
			동해위험도 P4 굵은골재최대치수 20, 25mm 40mm		5.0 ~ 6.0% 4.5 ~ 6.0%
			동해위험도 P5 굵은골재최대치수 20, 25mm 40mm		5.0 ~ 6.0% 4.5 ~ 6.0%
			공기량의 허용범위 : ±1.5%		
	염화물량		0.2 kg/㎥		0.3 kg/㎥

내구성 평가기준 #2

뿐만 아니라 기타 부재까지도 포괄적으로 제시되어야 한다.

'구조 응력상 요구되는 설계상의 허용 균열폭' 은 정량적으로 0.3mm 이하, 0.2mm 이하로 제시하고 있지만 현실적으로 0.2mm 이하를 만족하는 것은 쉽지 않기 때문에 1급을 확보하기 위해서는 특별한 대책이 요구된다.

'부재의 최소 단면' 은 외벽과 슬래브만 규정하고 있는데 구조 응력상 필요한 두께 이하를 기준으로 하고 있기 때문에 충분히 1급이 가능한 항목이다.

가장 문제가 되는 '철근의 피복두께' 는 건축공사 표준시방서(1999)를 따르고 있는데, 콘크리트 구조설계기준(2003)에서는 옥외의 공기나 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트의 경우 슬래브, 벽체, 장선의 경우 D35 이하인 철근은 20mm로 규정하고 있으며, 새롭게 바뀌는 건축공사 표준시방서(2006)에 따르면 최소 피복두께는 1999년 기준값보다 10mm 공제한 대신 설계 피복두께는 최소 피복두께보다 10mm 두껍게 하도록 규정함으로써 신 · 구 기준값에 차이가 없게 되었다. 결국 실무적으로 가장 문제가 되는 부분은 '내력벽' 의 피복두께인데, 현재는 콘크리트 구조설계기준에 따라 구조해석적인 최소 피복두께인 20mm를 고려하고 있지만 설계에서는 40mm를 반영해야 하므로 벽체가 두꺼워지게 되고 그로 인한 영향을 검토해야만 한다.

다음으로 내구성 평가기준 #2에 따른 평가는 배합설계를 기준으로 재료의 물성을 향상시키는 방향으로 등급 기준이 설정되었으며, 건축공사 표준시방서를 따를 경우 등급에 따른 설계는 충분히 가능할 것으로 판단된다.

4) 고려사항

본 평가항목은 구조설계적인 요소를 평가함에 있어서 건축공사 표준시방서를 기준으로 설정되었기 때문에 등급에 부합하는 설계를 함에 있어서 구조설계자의 시각이 구조설계기준에서 시방서 기준으로 바꿔야 한다는 전제가 내포되어 있다. 단순히 구조계산에 필요한 최소값이 아니라 시공 중 발생할 수 있는 오차요인까지 감안한 설계가 진행되어야 하기 때문에 콘크리트 물량 및 철근 물량이 증가하는 경우도 발생할 수 있을 것이다. 특히 구조적으로 해결이 어려운 부분에 대해서는 사전검토를 통하여 항목을 도출하고 대응방안에 대한 연구를 진행하는 등의 등급향상을 위해서는 기초적인 연구가 필요할 수도 있을 것이다.

그리고 본 항목은 현재 대부분의 공동주택이 철근콘크리트조로 시공되고 있다는 이유로 철근콘크리트에 국한된 평가기준을 제시하고 있는데, 장기적인 측면에서 다른 구조요소에 대한 평가기준도 고려해야 하지 않을까?

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 「공동주택 성능등급 표시제도에 관한 연구」, 건설교통부, 2005
2. 건설교통부고시 제2006-14호, "주택성능등급 인정 및 관리기준"
3. 주택성능등급 인정센터 홈페이지, http://www.goodhousing.or.kr
4. 콘크리트 표준시방서, 건설교통부, 2003
5. 콘크리트 표준시방서 내구성편, 건설교통부, 2004
5. 콘크리트 구조설계기준, 건설교통부, 2003
6. 건축공사 표준시방서, 건설교통부, 1999
7. 건축공사 표준시방서, 건설교통부, 2006