

## 공동주택 수리용이성 주택 성능등급 인정 실태연구(I) - 전용공간을 중심으로 -

### A Study on the Assessment and Performance Indicator Criteria for Repair Convenience of Apartment Building (I)

- Private sector -

임석호\*  
Lim, Seok-Ho

지장훈\*\*  
Ji, Jang-Hun

김수암\*\*\*  
Kim, Soo-Am

#### Abstract

Housing Performance Rating Indication System was started in 2006. The aim of Housing Performance Rating Indication is to provide the guideline of housing performance. Repair Convenience is similar to Remodeling. Remodeling has been paid more attention as an alternative for reconstruction. Especially, now the actual house supply is facing almost 100%, it is time to keep and maintenance management of apartment buildings, and ultimately it will expand the Long life housing. Especially consumers has to have a right to select apartment buildings by comparing performance of house. For construction companies, they need a performance code that standardized by government, so they can provide a certain performing house. This study examines data which has been obtained from the recent application of Housing Performance Rating Indication System and Repair Convenience category is main concern. Findings from the study will provide vital information in improving current Housing Performance Rating Indication System.

**Keywords :** Maintenance Management, Long-life Span Housing, Performance Indicator, Housing Performance Rating Indication System

**주 요 어 :** 유지관리, 장수명 주택, 성능지표, 주택 성능등급표시제도

#### I. 서 론

##### 1. 연구의 배경 및 목적

2006년 1월부터 시행된 주택성능 등급표시제도의 목적은 공동주택의 수요자와 공급자가 동일한 성능지표기준을 국가적인 차원에서 마련하여 수요자(주택구입자)들로 하여금 주택성능을 용이하게 상호 비교하여 공동주택을 선택할 수 있도록 하고, 공급자(주택건설업체)는 일정목표 성능을 보유하고 있는 주택 공급을 유도하기 위한 일련의 기준과 기술개발 목표를 부여하는 것이다.

지난 3년간 주택성능 등급 표시 제도를 시행하면서 당초의 취지와 목적을 달성하기 위한 많은 노력을 기울이고 있으나 아직까지 제도 정착단계에서 적지 않은 시행착오와 개선점이 발생하는 것도 사실이다. 등급별 객관성과 실효성, 현실성 그리고 명확성 등이 주로 제기되는 문

제라 할 수 있다. 따라서 현실적이고 수요자와 공급자에게 모두 도움이 될 수 있는 국가시책으로 지속보완 발전시키기 위해서는 현재 우리의 현 기술수준과 의식 등 제반 현황과 실태를 파악하는 것이 우선 필요하다.

수리용이성은 최근에 관련 법규와 제도적으로 활성화되고 있는 리모델링과 유사한 개념으로서 궁극적으로는 장수명 주택을 위한 가장 기본적인 기술요소이다.

100% 주택보급률을 목전에 두고 있는 우리의 현 상황에서 신축주택 뿐만 아니라 재고주택에 대한 친환경적인 관리는 매우 중요한 기술분야가 될 수 있다. 이에 주택성능 등급 표시제도에서는 수리용이성이라는 분야를 통하여 장수명 주택을 위한 기술적 적용을 유도하려는 의도를 갖고 있다. 동시에 주택구입자들에게는 적은 비용으로 자신의 주택을 유지관리 할 수 있는 기술적 환경을 제공할 수 있다.

이에 본 연구는 공동주택의 전용공간을 대상으로 지난 3년간 성능등급을 신청하고 평가등급을 받은 사례를 분석하여 향후에 성능등급 표시제도의 개선 시에 보다 현실적이고 객관적이며 수요자와 공급자에게 제도 본연의 목적을 달성할 수 있는 기초적 자료를 제시하는데 목적이 있다.

\*정회원(주저자, 고신저자), 한국건설기술연구원, 공학박사, 책임연구원

\*\*정회원, (주)BAHO그린디자인건축사사무소 부설연구소 선임연구원  
\*\*\*정회원, 한국건설기술연구원, 공학박사, 연구위원

이 논문은 2009년도 대한건축학회의 추계학술발표대회에 발표한 논문을 수정·보완한 연구임

## 2. 연구의 범위 및 방법

우리나라의 주택성능등급인정제도의 표시항목은 총 5개 부문 14개 범주 20개 항목으로 개별항목별로 평가가 이 루어진다. 본 연구는 공동주택 전용공간의 유지관리와 리모델링의 용이성을 통하여 장수명화를 궁극적으로 달성하는 수리용이성 등급 부여의 현황과 실태를 파악하고자 한다.

수리용이성은 크게 전용부분과 공용부분으로 나누어 성능등급을 부여하도록 하고 있는데, 본 연구에서는 이 가운데 수리용이성 범주의 전용부분에 대해서 분석하기로 한다. 여기에서 전용부분이란 “구분소유권의 목적인 건물부분”이라 정의하고 공용부분을 “전유부분 이외의 건물부분” 전유부분에 속하지 않는 건물의 부속물 및 공용부분으로 된 부속의 건물이라 정의한다.

본 연구에서는 한국건설기술연구원에 성능등급 표시제도에 의거하여 2006년부터 주택성능등급 인정서를 신청한 사례를 대상으로 항목별 인정사례를 파악하였다.

## II. 주택성능등급 표시제도 및 수리용이성 현황

### 1. 주택성능 등급 표시제도의 개요

주택성능 등급표시제도는 주택법 제 21조의 2(주택성능 등급의 표시 등)에 대통령령으로 정하는 일정 호수 이상의 주택 공급 시 국토해양부 장관이 지정하는 주택성능 등급 인정기관으로부터 성능등급을 인정받아 입주자 모집 공고에 표시를 의무화하고 있다. 현재 관련 법령으로서 주택건설기준 등에 관한 규정의 제 7장 제 58조(주택성능 등급의 표시대상) 제 59조(주택성능등급의 표시대상) 제 59조(주택성능 등급의 심사 및 평가) 제 59조의 2(주택성능 등급 인정기관의 지정) 제 60조(주택성능등급의 처리보고)가 규정되어 있다. 주택성능등급인정기준 및 관리기준에 대한 설계평가에 한정되어 있으며 제 3자에 의한 평가와 표시를 의무화하고 있다. 평가항목은 소음관련 4범주, 구조관련 3범주, 환경관련 4범주, 생활환경관련 2범주, 화재소방 관련 2범주로 5개 부문 총 14개 범주, 20개 세부항목으로 구성되어 있으며, 수리용이성 등급은 구조관련 3범주 가운데 1개 범주에 해당하며 수리용이성 등급에 전용공간과 공용공간 2개 세부항목으로 구성된다. 우리나라의 성능표시제도는 일본의 성능표시제도를 벤치마킹한 것으로 많은 유사점이 있으나 사업계획승인 시에 1000세대 이상인 경우 의무적으로 성능을 표시해야 한다는 점이 차이가 있으며, 우리나라는 신축분야에 국한하여 제도를 시행하고 있으나 분쟁이 발생했을 경우에 처리기관과 제도가 아직 없다는 차이가 있다.

등급표시방법은 최고수준을 1등급으로 하고 있고 다음으로 3등급 내지 4등급으로 범주별로 상이하게 표시하고 있다.

### 2. 수리용이성 등급의 현황

수리용이성 등급은 다음의 <표 1>과 같이 전용공간의 수리용이성 세부항목이 구분되어 있다.

표 1. 수리용이성(전용공간) 범주의 개요

주택 성능등급 표시기준	
성능부문	리모델링 및 유지관리(전용공간)
성능범주	공동주택 전용공간에 대한 리모델링 및 유지관리 성능등급 표시
■ 성능 등급 표시 세부기준	
성능등급 표시목적	공동주택 전용공간의 리모델링 및 유지관리계획을 통하여 궁극적으로 장수명 주택을 구현
성능등급 표시지표	전용공간 내 내부구성재의 점검, 수선, 교환의 용이성을 통한 리모델링 및 유지관리 성능을 4개 등급으로 평가
성능등급 구분	4등급
등급	등급기준
성능 등급별 표시내용	1급 4개
	2급 3개
	3급 2개
	4급 1개
평가대상	평가항목
1. 개보수 및 점검의 용이성 계획	- 전용배관의 설계 ① 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성 확보
	- 개보수 및 점검의 용이성 ② 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선 계획
2. 세대 수평 및 수직통합·분리 계획	- 통합 및 분리 대응 계획 ③ 통합분리를 고려한 가스배관, 급수 및 전기설비 계획 ④ 공간 가변에 대응한 배관 및 배선설치 계획
■ 평가범위 및 방법	
평가범위	- 공동주택 전용공간의 부품 및 설비의 유지관리와 리모델링의 용이성에 대한 설계도서의 검토
평가방법	- 배관, 배선, 정보화 설비의 유지관리 및 리모델링의 용이성을 위한 설계 및 계획 파악
제출도서	- 단위세대 평면도-계통도/ flow Diagram-시방서 전기 및 기계설비 도면

### 1) 평가항목

수리용이성 범주의 전용공간의 평가항목 구성은 크게 개보수 및 점검의 용이성(전용배관의 설계와 개보수 및 점검의 용이성)과 세대수평 및 수직통합분리계획(통합 및 분리대응계획)으로 구분할 수 있으며, 여기에 각각 2개의 평가 항목이 구성되어 총 4개의 항목으로 구성된다(<표 1>).

### 2) 성능등급의 평가순서 및 방법

성능등급의 평가순서는 다음의 <표 2>와 같이 3단계 순서로 진행된다.

표 2. 성능등급 평가의 순서

순서 1	전용공간 및 공용공간의 리모델링 및 유지관리 성능평가 체크리스트에 규정하는 2단계항목으로서 평가항목/평가세부항목에 대하여 제출서류 및 자체평가서의 내용을 확인한다.
순서 2	공용공간의 배관 및 배선계획의 점검구 평가항목 등 1개의 평가항목에 여러 개의 평가세부항목이 포함되어 있는 항목은 각각의 평가세부항목을 모두 만족시켜야만 1개의 평가항목이 적용된 것으로 본다.
순서 3	평가서 작성: 평가항목을 만족하는 항목 개수에 따라 평가 결과를 최종 등급으로 표시한다.

전용공간 및 공용공간별 평가 체크리스트를 기준으로 평가를 실시한다. 평가 체크리스트는 3단계로 구성되어 있다.

즉 평가항목-평가세부항목-평가세세부항목 3단계로 구성되는데 우선 평가세세부 항목을 모두 만족하는 경우 평가세부항목을 만족하는 것으로 판단하며(평가세세부 항목이 없는 평가 세부항목은 예외), 평가세부항목을 모두 만족하는 경우 해당 평가항목을 최종적으로 만족하는 것으로 판단한다. 그리고 이상의 평가항목 채택 수에 따라 최종적인 성능등급을 부여한다<표 3>.

표 3. 전용공간의 리모델링 및 유지관리 체크리스트

평가 대상	평가항목		평가세부 항목	평가세세부 항목
1. 개보수 및 점검의 용이성 계획	전용 배관의 설계	① 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성 확보	전용설비 공간과 공용배관과의 독립성을 확보하여야 한다	
			전용공간에 수직덕트 설치를 지양하고 외부에 면한 공간을 활용한다	
2. 세대 수평 및 수직 통합 분리 계획	통합 및 분리 대응 계획	② 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선계획	배관 및 배선의 개보수가 용이하게 설계한다.	
			배관 및 배선의 구조체 매립 여부를 검토한다.	
	③ 통합분리를 고려한 가스배관, 급수 및 전기설비 계획		향후 통합분리를 고려한 설비계획을 적용한다.	가스배관설비 급수설비
			향후 용량증대/생활변화 등에 대비한 설비계획을 적용한다.	세대 분전반 기타 설비계획 (5가지)
		④ 공간 가변에 대응한 배관 및 배선설치 계획	향후 공간가변성에 대응할 수 있는 배선 설비 계획을 적용한다.	

### 3. 성능등급의 주요 내용

전용공간에서 평가항목은 다음과 같이 크게 개보수 및 점검의 용이성 계획과 세대 수평 및 수직통합분리계획으로 양분되며 각각 2개의 평가항목으로 구성되며 이는 다시 평가세부항목과 평가세세부 항목으로 세분된다.

우선 개보수 및 점검의 용이성계획은 전용설비공간과 공용배관과의 독립성확보/개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선계획으로 평가항목이 구성된다. 그리고 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성확보 평가항목은 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성 여부 그리고 전용공간에 수직덕트의 지양 및 외부공간활용으로 구성된다.

한편 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선계획은 배관 및 배선의 개보수 용이성과 구조체에 배관 및 배선의 매립여부로 구성된다.

개보수 및 점검용이성 계획에는 평가 세세부 항목은 구성되어 있지 않으며 평가세부항목까지 구성된다.

### 1) 개보수 및 점검 용이성 계획

#### (1) 평가항목 1: 전용설비공간과 공용배관과의 독립성 확보

##### 평가세부항목 1: 전용설비 공간과 공용배관과의 독립성 확보

###### ▶ 평가 세부항목: 공용설비와 전용설비의 독립성을 검토한다.

전용설비는 주호 내부의 개별전용부분에 배치시키고 개인의 의사결정에 의해서 리모델링이 가능하도록 공용배관으로부터 독립성을 확보할 수 있는 계획여부를 판단한다.

###### ▶ 평가세부항목 2:

###### 전용공간에 수직덕트 설치를 지양하고 외부에 면한 공간을 활용

###### ▶ 평가 세부항목: 전용공간에 수직덕트 지양 및 외부에 면한 공간을 활용

전용공간에 수직덕트는 지양하고, 향후 작업을 원활하도록 밸코니 등에 위치시킨다.

세대 전용공간 내 수직덕트는 시설물의 개보수 및 유지관리에 있어서 거주자에게 직접적인 영향을 주게 되므로 피한다. 세대 내에서도 거주공간과는 격리된 공간으로서 밸코니 공간 등을 활용하여 수직덕트의 위치를 선정한다.

-급수, 급탕, 난방, 소화설비 등을 위한 수직덕트의 위치는 설비기능상 문제가 되지 않으면 계단실 또는 복도 등의 공용+전용공간에 수직덕트를 설치한다.

단, 전용 공간 내 불가피하게 설치되는 수직덕트는 세대의 평면 계획에 많은 영향을 미치므로 물 사용 공간의 집중배치 등을 통해 평면의 가변성을 확보할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.

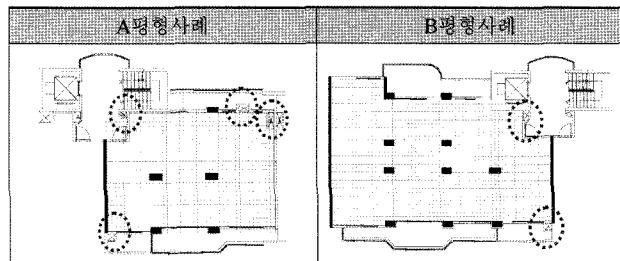


그림 1. 전용공간 밖에 설치하는 수직덕트의 사례

<그림 1>은 평가세부항목 1에 대한 예시 그림으로서 수직덕트 설치를 전용공간 이외에 설치한 사례를 보여주는 그림이다.

#### (2) 평가항목 2: 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선계획

##### 평가세부 항목 3: 배관 및 배선의 개보수가 용이하게 설계

###### ▶ 평가 세부항목: 배관 및 배선의 개보수가 용이하도록 설계한다.

개보수 대상 이외의 부위에는 혼순공사가 발생하지 않고 유지관리, 보수교환 및 점검이 용이하도록 설계한다.

이를 위해 주호 내 배관배선 등을 위한 공간을 구조체와 바닥천장벽의 사이에 설치할 수 있도록 계획한다.

##### 평가세부 항목 4: 배관 및 배선의 구조체 매립여부를 검토

###### ▶ 평가 세부항목: 배관 및 배선의 구조체 매립 여부를 검토한다.

건축물은 수명이 다른 부품이 상호 조합되어 구성되어 있기 때문에 내용연수가 짧은 부품(설비 등)이 노후화되면 전체적인 성능도 저하된다. 따라서 수명이 긴 구조체와 수명이 짧은 설비를 분리하여 상대적으로 수명이 짧은 설비의 수선 및 교체가 용이할 수 있도록 설계함으로서 공동주택의 기능변화 및 성능저하에 대응한다. 바닥 난방배관의 경우에도 건식 온돌 등의 적용을 통하여 개보수가 용이하도록 한다.

구조체와 설비체를 분리하거나 상상배관을 적용하는 이유는 개보수 대상(세대)이 아닌 다른 부분에 관계없이 유지관리, 보수교환이 용이하기 때문이며, 설비의 배관배선은 일정한 공간을 구획하여 분리한다.

따라서 배관배선류는 이동 및 재설치를 고려한 구조체 또는 이동벽체 등에 매립고정시키지 않고, 구조체와 바닥천장벽의 사이 공간을 이용하거나 배관배선공간을 구획하여 점검이 용이하도록 계획한다.

특히 설비공간을 확보하는 구체적인 방법으로 이중바닥 또는 이중벽체, 이중천정의 도입으로 배관배선의 이설 및 유지관리가 용이하여 주택기능의 연속성을 유지할 수 있도록 계획한다.

-전용배관의 경우 벽, 기둥, 바닥 및 기초의 입상부분을 관통하는 경우를 제외하고 콘크리트 구조체에 매립되어서는 안 된다.

-또한 대상 주호의 전용배관이 타 주호의 전용부분에 설치되어서는 안 된다.

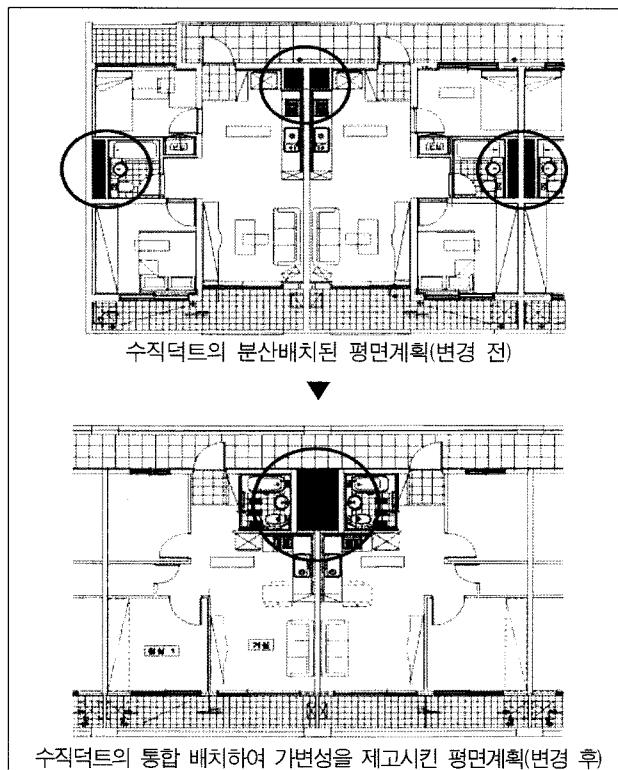


그림 2. 벽식 공동주택의 수직더트 변경 예

<그림 2>는 수직더트가 분산 배치되는 경우 가변성이 저해되는 사례를 보여주는 한편 아래의 그림은 더트 공간을 인접시키고 통합배치 시켜 수리가 용이한 사례의 그림이다.

한편 <그림 3>은 평가세부항목 4에 관련한 그림으로서 화장실에 상상배관과 습식온돌바닥시스템을 도입하여 평

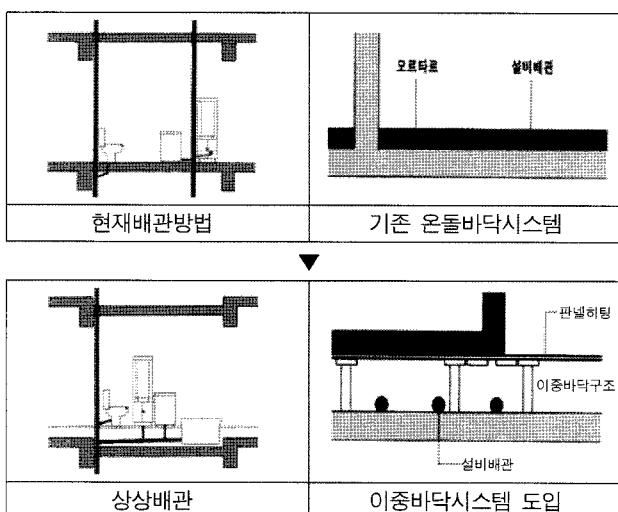


그림 3. 이중바닥방식 및 상상배관의 도입사례

가항목을 만족시키는 사례를 그림으로 예시한 것이다.

이러한 사례는 향후 건설기술의 발전을 유도하려는 목적으로 가지고 있으나 이를 구체적으로 예시하는 경우에는 기술의 획일성을 야기시키는 부작용도 발생할 수 있어 개략적인 개념도로서 표현하였다.

## 2) 세대 수평 및 수직 통합 · 분리 계획

### (1) 평가항목 3: 통합 분리를 고려한 가스배관, 금수 및 전기설비

세대 수평 및 수직 통합분리계획은 향후 통합분리를 고려한 가스배관, 금수 및 전기설비계획과 향후 공간가변에 대응할 수 있는 배관 및 배선설치계획 평가항목으로 구성된다. 통합분리를 고려한 가스배관, 금수 및 전기설비계획은 다시 향후 통합분리를 고려한 설비계획 적용과 향후 용량증대/생활변화 등에 대비한 설비계획 적용으로 구성된다. 특히 여기에서 세세부 항목으로 세분되는데 가스 배관 설비와 금수 설비 그리고 세대분전반, 기타 설비계획으로 세분된다.

#### 평가세부항목 5:

향후 통합분리를 고려한 설비계획 수립(가스배관 및 금수설비)  
(다음의 평가세부항목 2개 항목을 모두 만족하여야 한다.)

##### ▶ 평가 세세부항목

2호를 1호로서 통합하는 경우 중 계량기를 하나로 통합할 경우 개조를 용이하게 할 수 있도록 사전에 계획한다. 이를 위해

1. 가스 배관 설비  
계량기 2차측에 분기 축출구를 설치해두고 쌍방의 플러그 고정사이를 연결하는 배관경로를 확보할 수 있도록 양세대간의 간막이벽에 방화 차음상 문제가 없는 관통슬리브 등을 매립한다.

-2호를 1호로서 통합함으로써 계량기를 하나로 통합하여 집 약시킬 경우 용이하게 개조할 수 있도록 계획한다. 공동주택의 세대별 계량기함의 1차배관은 통상적으로  $\phi 13$  배관을 사용하나, 향후 세대 통합을 고려하여 여유 있는 관경으로 확보하기 위해(세대가 통합되어도 주방이나 화장실의 개소는 같기 때문에) 한 단계 큰 크기의  $\phi 20$  계량기를 설치한다.

#### 평가세부항목 6:

향후 용량증대를 위한 설비계획(다음의 평가세부항목 2개 항목을 모두 만족하여야 한다.)

##### ▶ 평가 세세부항목

-배관재 및 전선(케이블 등)의 내구수명, 인접 구조부품과의 조합관계와 향후 보수교체시점에 용량증가나, 생활패턴의 변화(에어콘의 사용, 식기세척기의 보편화)를 감안하여 인입배관의 굽기, 매입함의 크기, 세대분전반 내 예비회로를 설치하거나 설치할 수 있는 여유공간을 확보한다.

-일반전선의 경우, 인입배관의 굽기는 한국산업규격 인입배관의 굽기는 '주택건설에 관한 규정' 40조에 의거 정격전류 이상 확보한다. 일반전선의 경우 인입배관의 굽기는 한국산업규격(KS)의 케이블 완성외경과 관련이 있으므로, 단선을 2개 넣는 경우의 외경은 1개의 2배로, 단선을 3개 넣는 경우의 외경은 1개의 2.15배(외접원지름)로, 단선을 4개 넣는 경우의 외경은 1개의 2.54배(외접원지름)의 관경을 확보한다. 절연전선이라도 3개 이하를 넣는 경우에는 완성품 외부 지름 합계의 1.5 배 정도가 되도록 한다. 다만 3개의 경우는 모아지는 외접원의 1.5배 이상이 되도록 한다.

공용공간 내부에 설치하는 EPS는 개보수 시 전용공간의 피해를 최소화하고 검침이 용이하도록 외기와 면하는 부분에 설치한다.

#### 평가세부 항목 6(계속):

향후 생활변화 등에 대비한 설비계획을 적용 (다음의 평가세부항목 5개 항목을 모두 만족하여야 한다.)

## ▶ 평가 세세부항목

<b>1. 용량증가에 대비한 계획 수립</b>	보수교체시 점에 용량증가나 생활폐단의 변화(에어콘의 사용, 식기세척기의 보편화)를 감안하여 주동분전반 전체회로수의 20% 가량의 예비회로 확보한다.
<b>2. 변압기 용량의 여유 확보</b>	배전용 변압기의 용량은 장래 주호의 호수변화를 겸토한 후에 결정한다. 주호간선에 관한 인입반 및 개폐기함 개폐기의 전류용량은 당초 공급시 보다 1단계 높게 설정한다.
<b>3. 분기차단기 설치 공간 확보</b>	계량기함 등은 한 개로 용이하게 변경할 수 있도록 주호 분전함에는 병합주호로 보내는 분기차단기 설치공간을 확보해 둔다.
<b>4. 배선경로용 슬리브 설치</b>	2호를 연결하는 배선경로를 확보할 수 있도록 인접 주호간의 간판이벽과 대들보 등에 방수 및 차음상 문제가 없는 슬리브를 사전에 매립해 둔다.
<b>5. 각호 분전반의 설치 위치</b>	각호 분전반의 설치위치는 EPS에 면하면서, 세대안전 및 보안상 내부에 설치한다.

## (2) 평가항목 4: 공간가변에 대응한 배관 및 배선설치계획

## 평가세부항목 7:

## 향후 공간 가변에 대응할 수 있는 배선설비 계획

-전기통신설비는 향후 보수나 시설물의 교체가 원활히 수행할 수 있도록 점검 및 작업공간을 확보하여 공간별, 부위별 문제발생을 최소화한다.  
-이때 EPS 공간은 최소 0.8 m(장비로 인한 치수)×0.6 m(문을 개방하고 작업할 때의 최소사이즈) 이상 확보한다.  
-사용부품 및 자재는 호환성을 갖추고, 향후 시설물의 보수나 교체 시 용이하게 할 수 있도록 하여야 하며, 전기설비는 안전성이 강화되는 추세에 맞게 모든 콘센트를 접지극부 콘센트 시설이 가능하도록 박스 등을 설치한다.

## III. 평가등급현황

## 1. 신청단지의 현황

본 연구의 분석대상은 총 20개 단지로서 <표 4>와 같다(신청단지는 2006년 1월 9일 고시 이후로부터 2008년 6월까지 한국건설기술연구원에 신청한 단지로서 현재 평가등급을 받은 공동주택 단지이다.).

우선 대지의 위치는 분당판교와 인천 청라지역이 대부분을 차지하며, 성능등급 평가 의무 대상이 2000세대 이상(2008년 이후 1000세대 이상)이지만 설계시공일괄입찰시 발주처의 요구사항이거나 주택성능등급의 인증을 받을 경우 가산비용을 적용받을 수 있기 때문에 적용대상이 아닌 경우에도 상당수 인증을 신청하였다.

지역으로는 일반 주거지역이 18개 그리고 문산 당동의 준공업지역이 2개단지 포함되어 있고 신청지구 대부분이 택지개발지구에 속하고 있다.

건축구조는 전통적인 내력벽식 구조가 가장 많고 최근 가변성을 고려한 무량판 벽식구조이며 라멘조도 일부 포함되고 있다. 한편 세대규모는 분양면적 92 m<sup>2</sup> 미만부터 148 m<sup>2</sup> 이상의 큰 면적까지 다양하게 분포되어 있다.

## 2. 평가 항목별 등급인정 실태 결과

## 1) 개보수 및 점검의 용이성 계획

전용설비공간과 전용배관과의 독립성 확보 평가항목은

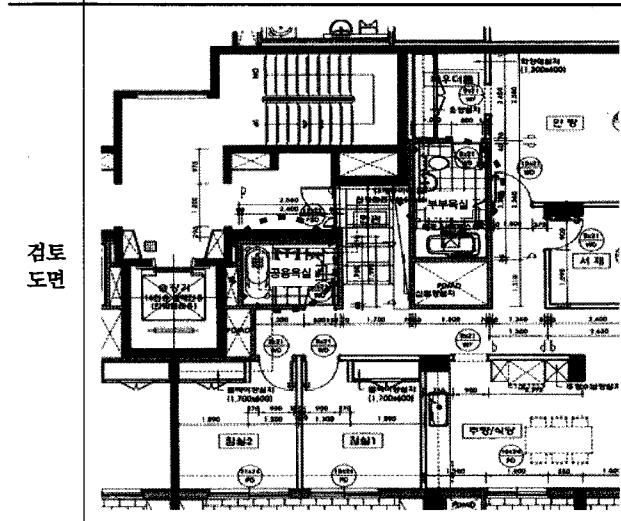
표 4. 성능평가 실태조사 대상 단지의 개요

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
대지위치	분당 판교	아산 탕정	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 판교	분당 당동	분산 당동	분산 당동	오산 세교	인천 청라	인천 청라	인천 청라	인천 청라	인천 청라	
지역	일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	제2종 일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	제2종 일반 주거 지역	일반 주거 지역	일반 주거 지역	일반 주거 지역	일반 주거 지역	일반 주거 지역	일반 주거 지역	준공 업 지역	준공 업 지역	일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	제3종 일반 주거 지역	일반 주거 지역	
지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	택지 개발 지구	
연면적(m <sup>2</sup> )	102,514.42	759,827.56	14,006.37	83,159.35	101,411.87	40,730.98	60,911.58	85,135.83	121,533.92	67,708.73	241,491.60	70,125.00	63,786.92	51,491.32	203,701.23	67,708.73	120,984.78	35,410.33	71,225.55	41,904.10
대지면적(m <sup>2</sup> )	39,775.00	91,924.00	14,846.00	25,484.00	31,294.00	17,961.00	51,536.00	39,856.00	26,550.00	56,436.00	84,300.00	42,057.00	23,125.00	18,003.00	76,085.00	46,742.00	46,931.00	47,755.65	39,575.00	19,800.00
건축면적(m <sup>2</sup> )	7,614.82	28,026.46	3,678.80	3,931.07	4,805.00	3,262.29	14,157.95	6,250.94	4,891.69	9,752.14	8,698.99	7,647.79	4,089.12	3,133.58	13,071.14	6,872.46	5,492.71	5,759.14	3,834.57	3,600.20
건축구조	내력 벽식 구조	RC 라멘조	내력 벽식 구조	내력 벽식 구조	내력 벽식 구조	내력 벽식 구조	무량 벽체 구조	무량 벽체 구조	무량 벽체 구조	RC 벽식/ 라멘조	복합무 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	RC 벽식/ 라멘조	
92 m <sup>2</sup> 미만	-	1,378	-	272	238	-	-	-	-	-	567	-	411	320	-	-	-	-	-	-
92 m <sup>2</sup> 이상 ~105 m <sup>2</sup> 미만	224	-	-	97	145	69	-	-	-	-	349	129	-	-	513	-	-	-	-	-
105 m <sup>2</sup> 이상 ~125 m <sup>2</sup> 미만	236	1,297	-	112	179	129	-	-	-	-	439	219	-	-	397	692	745	-	620	263
125 m <sup>2</sup> 이상 ~148 m <sup>2</sup> 미만	-	1,046	21	-	-	-	-	-	418	591	334	-	-	-	8	-	-	-	-	-
148 m <sup>2</sup> 이상	12	60	27	8	5	4	239	10	14	6	21	-	-	-	12	-	-	1,051	-	-
총세대	472	3,781	48	489	567	202	239	428	605	340	1,376	348	411	320	930	692	745	1,051	620	263

표 5. 전용설비 공간과 전용 배관과의 독립성 확보

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
전용설비 공간과 전용 배관과의 독립성 확보	자체 평가	×	×	×	×	×	○	○	○	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	○	○	○	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	×	×	○	×	○	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	○	×	○	×	×
	인정비율	25%								

검토 의견	본 평가항목은 개보수 및 점검의 용이성 확보를 위해 전용설비 공간과 전용배관과의 돋립성이 유무를 판단한다. 자체평가와 동일하게 최종 평가결과 검토도면은 상상배관의 설치 또는 욕실전용 배관용 카운터 설치를 통해 전용설비공간과 전용배관과의 돋립성이 확보된 것으로 판단됨.
-------	---



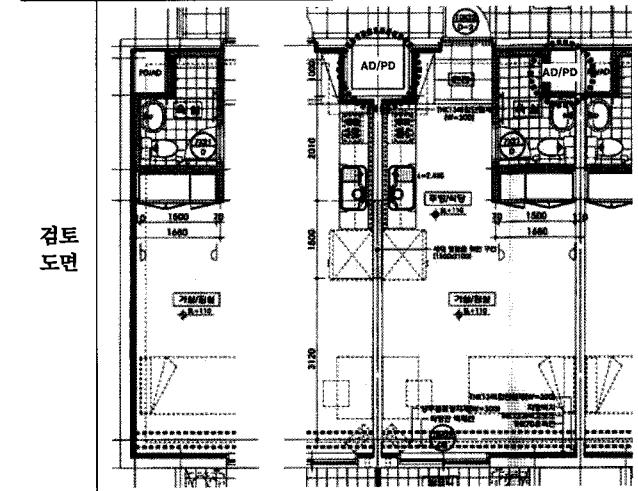
<표 5>에서와 같이 25%의 평가항목 인정비율을 보이고 있는데 5개 단지 모두 자체평가와 최종평가에서 모두 적용한 것으로 인정받았다. 각 표에서 음영으로 처리된 단지는 검토의견 및 도면의 해당단지를 말한다.

전용공간에 수직덕트 설치를 지양하고 외부에 면한 공간을 활용하는 평가항목은 <표 6>에서와 같이 20개 신청 단지 가운데 1번 단지 1개의 단지만이 인정을 받아 인정비율이 5%에 그치고 있다. 18번 단지의 경우 자체평가에

표 6. 전용공간에 수직 덕트 설치를 지양하고 외부에 면한 공간을 활용

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
전용공간에 수직 샤프트 설치를 지양하고 외부에 면한 공간을 활용	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	×	×	×	×	○	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	인정비율	5%								

검토 의견	본 평가항목은 개보수 및 점검의 용이성 확보를 위해 전용공간에 수직샤프트를 지양하고 외부에 면한 공간 활용성을 판단한다. 자체평가 시 이러한 공간 활용에 대한 계획을 갖추었다고 하였으나, 최종 평가결과 검토도면은 59B 단위세대 평면도(기본형)의 PD는 세탁실, 주방 및 식당, 욕실1쪽에 위치하므로 전용공간에 해당하여 불가함.
-------	---



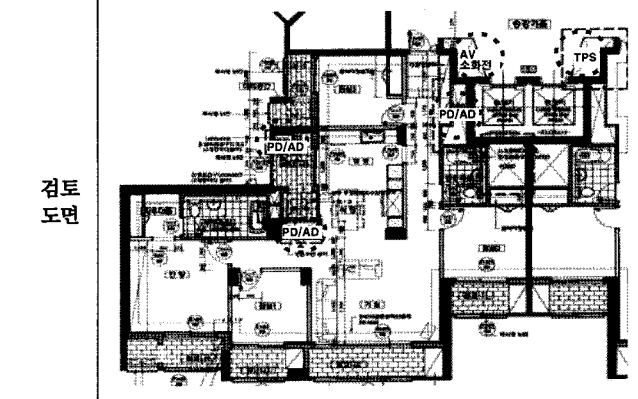
서는 인정을 하고 있으나 실제 최종평가는에서는 채택인정을 받지 못한 사례이다.

배관 및 배선의 개보수가 용이한 설계 평가항목은 <표 7>에서와 같이 10개 단지가 인정을 받아 50%의 인정비율을 받아 비교적 높은 인정비율을 보이는 것으로 나타

표 7. 배관 및 배선의 개보수가 용이하게 설계

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배관 및 배선의 개보수가 용이하게 설계	자체 평가	○	×	×	×	×	×	○	○	○
	최종 평가	○	×	×	×	×	×	○	○	○
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	○	○	○	○	○	○	×
	최종 평가	×	×	○	○	○	○	○	○	×
	인정비율	50%								

검토 의견	본 평가항목은 개보수 및 점검이 용이한 배관 및 배선 계획의 적용성을 판단한다. 자체평가와 동일하게 최종 평가결과 검토도면은 pipe shaft에 개폐문이나 판넬 등의 설치를 통해 배관 및 배선의 개보수가 용이하도록 설계하였다고 판단됨.
-------	--



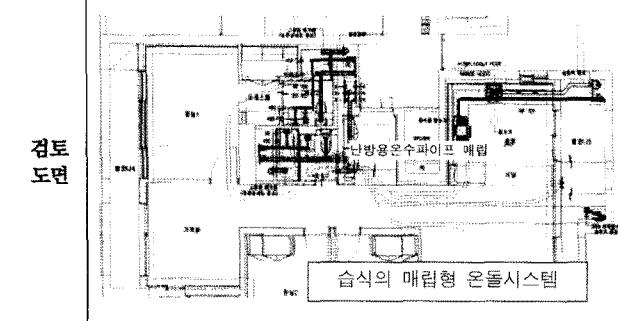
나고 자체평가 결과 적용한 것으로 신청한 단지가 모두 최종평가에서도 인정받은 것으로 나타났다.

배관 및 배선의 구조체 매립여부 평가항목은 <표 8>에서와 같이 3개의 단지가 인정을 받아 15%의 인정비율을 받았으며 1번 단지의 경우 자체평가는 적용한 것으로 신청하였으나 최종평가는 인정을 받지 못하였다. 결과적으로 개보수 및 점검의 용이성계획의 인정비율은 최저 5%에서 최고 50%의 비율을 보여 평가항목별로 차이가 많이 발생하였고, 전반적으로 높지 않은 인정비율을 보이고 있는 실정이다.

표 8. 배관 및 배선의 구조체 매립 여부를 검토

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배관 및 배선의 구조체 매립 여부를 검토	자체 평가	○	×	×	×	×	○	○	○	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	○	○	○	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	×	×	×	×	×
		15%								

검토 의견	본 평가항목에서는 이중바닥(건식온돌, 조립식 온수온돌), 이중벽체(배선용간막이벽체), 이중천장의 적용을 통해 배관 및 배선의 구조체 매립 여부를 검토하여 교체와 수리의 용이성을 지향하고 있다. 자체평가에서는 이러한 사항들을 모두 만족한다고 하였으나, 최종평가 결과 검토도면은 습식의 매립형으로 본 항목이 적용되지 않는다고 판단함.
-------	--



## 2) 세대 수평 및 수직 통합·분리 계획

향후 통합분리를 고려한 설비계획 평가항목은 <표 9>에서와 같이 1번 단지가 자체평가에서 유일하게 적용된 것으로 평가되었으나 전체 20개 단지 모두 인정받지 못한 것으로 나타났다.

향후 용량증대를 대비한 설비계획의 경우는 <표 10>에서와 같이 4개 단지가 인정을 받아 20%의 인정비율을 받았으며 공통적으로 자체평가와 최종평가 모두를 인정받은 것으로 나타났다.

향후 생활변화 등에 대비한 설비계획의 경우는 <표 11>에서와 같이 1번 단지가 자체평가에서 유일하게 5개 세부항목 모두 적용된 것으로 평가되었으나 전체 20개 단

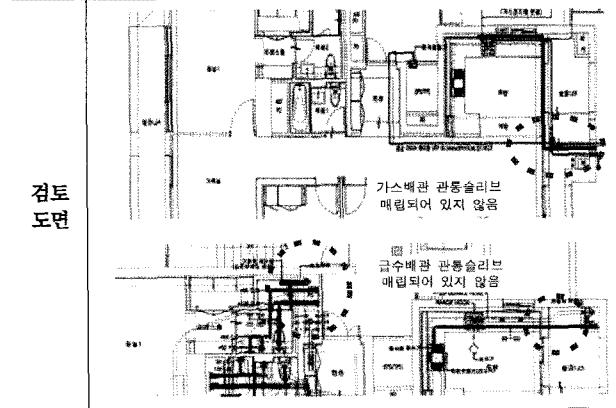
표 9. 향후 통합분리를 고려한 설비계획

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
향후 통합 분리를 고려한 설비 계획	가스 배관 설비	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	급수 설비	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20

인정비율 0%

-**가스배관설비**  
본 평가항목에서는 향후 세대간의 통합·분리를 고려한 가스 설비 계획 여부를 판단한다. 자체평가에서는 이러한 부분들이 고려되어 있다고 하였으나, 최종 평가결과 검토도면은 가스배관설비에서 관통슬리브 매립을 하지 않아 향후 통합분리를 고려한 설비계획이 되어있지 않는다고 판단함.

-**급수설비**  
본 평가항목은 급수설비의 향후 통합분리를 고려한 설비계획에 대한 적용성을 판단한다. 자체평가에서는 이러한 부분들이 고려되어 설계되었다고 하였으나, 최종 평가결과 검토도면은 급수설비부분에서 분기 취출구 및 관통슬리브 매립이 되어있지 않아 향후 통합분리를 고려한 설비계획이 되어 있지 않음.

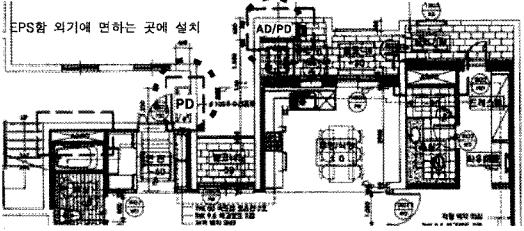


지 모두 인정받지 못한 것으로 나타났다.

향후 공간가변에 대응할 수 있는 배선설비계획 적용의 경우는 <표 12>에서와 같이 15개의 단지가 인정을 받아 75%의 인정비율을 나타내고 있어 가장 높은 인정비율을 보여주고 있는 평가항목이다.

부품 및 자재공간의 가변대응의 경우는 <표 13>에서와 같이 8개의 단지가 인정을 받아 40%의 인정비율을 나타내고 있다.

표 10. 향후 용량증대를 대비한 설비계획

구분/대상		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
향후 용량 증대를 대비한 설비계획	여유 공간 확보	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
		최종 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
	EPS는 외기에 면하는 곳에 위치	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	○
		최종 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	○
	H1		12	13	14	15	16	17	18	19	20
	여유 공간 확보	자체 평가	×	○	×	×	○	×	×	○	×
		최종 평가	×	○	×	×	○	×	×	○	○
	EPS는 외기에 면하는 곳에 위치	자체 평가	×	○	×	×	○	×	×	○	×
		최종 평가	×	○	×	×	○	×	×	○	×
	인정비율		20%								
검토 의견	향후 용량증대와 생활변화 등에 대비하여 입배관의 굽기(전압 강하계산서상의 부하전류 이상의 허용전류 확보)와 매입함의 크기, 그리고 세대분전반 내 예비회로 설치 및 EPS는 외기에 면하는 곳에 위치하도록 하여 여유공간 확보함.										
검토 도면											

#### IV. 수리 용이성 평가결과 분석

20개 단지에 대한 전용공간의 수리용이성 평가등급 실태를 분석한 결과 <그림 4>와 같이 3등급을 받은 신청 단지는 3개 단지이고 4등급을 받은 신청단지는 17개 단지로 파악되었다. 1등급과 2등급은 전무한 상태이며, 자체평가와 최종평가가 차이가 나는 단지는 1개 단지이다. 전반적으로 등급이 낮게 나타나고 있는데, 평가항목별로 살펴보면 향후 공간가변에 대응할 수 있는 배선설비계획의 인정비율은 75%로 가장 높게 나타난 반면 향후 통합 분리를 고려한 설비계획/가스배관설비와 설비계획/급수설비, 향후 생활변화 등에 대비한 설비계획은 인정비율이 0%로 나타났다. 여기에서 인정받은 단지가 전혀 없는 평가항목에 대한 검토가 필요하다.

이에 평가등급 자체에 대한 문제점은 다음과 같이 정리할 수 있다.

##### 1) 등급부여상의 형평성 문제

평가등급 부여상의 문제점으로 4등급의 조건이 평가항목 채택수 1개 만족으로 평가하지만 만족하는 항목이 없는 경우에도 4등급으로 판정되어 형평성에 문제가 있는 것으로 나타났다.

표 11. 향후 생활변화 등에 대비한 설비계획

구분/대상		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
향후 생활변화 등에 대비한 설비계획	10% 이상의 용량 증가	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	○
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
	변압기 용량의 여유 확보	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	○
	최종 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○
	분전차단기 설치 공간 확보	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	배선경로용 슬리브 설치	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	각호 분전반의 설치 위치	자체 평가	○	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
구분/대상		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
향후 생활변화 등에 대비한 설비계획	10% 이상의 용량 증가	자체 평가	×	×	×	×	×	○	○	○	○
	최종 평가	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×
	변압기 용량의 여유 확보	자체 평가	×	○	×	×	×	○	○	○	○
	최종 평가	×	○	×	×	×	○	○	○	×	×
	분전차단기 설치 공간 확보	자체 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	배선경로용 슬리브 설치	자체 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	각호 분전반의 설치 위치	자체 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
구분/대상		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
검토 의견	본 항목은 향후 용량증대와 생활변화 등에 대비하여 용량증가에 대비한 계획 수립을 위해 다음 항목들을 민족시켜야 한다.										
	• 10% 이상의 용량증가 (2호를 1호로 개조할 경우 대용토록) (변압기 용량 계산서에 수용부하보다 큰 용량으로 산정 할 것)										
	• 변압기 용량의 여유 확보: 주호간선에 관한 인입반 및 개폐기함 개폐기의 전류용량은 당초 공급 시 보다 1단계 높게 설정 (변압기 용량 계산서에 수용부하보다 큰 용량으로 산정 할 것 - 50KVA를 1단계로 봄)										
	• 분전차단기 설치공간 확보: 통합 주호 분전함에 병합주호로 보내는 분기차단기 설치공간 확보										
	• 배선경로용 슬리브 설치: 2호를 연결하는 배선경로를 인접주호간의 간막이 벽과 대들보 등에 방수 및 차음상 문제가 없는 슬리브 매립										
	• 각호 분전반의 설치 위치: EPS에 면하는 벽, 인접 주호에 면하는 벽 부위에 설치 최종 평가결과 검토도면은 위 항목들을 모두 만족하였다고 판단함.										
	인정비율										
	0%										

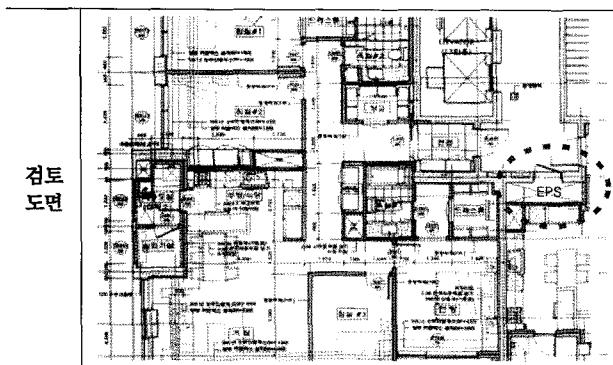


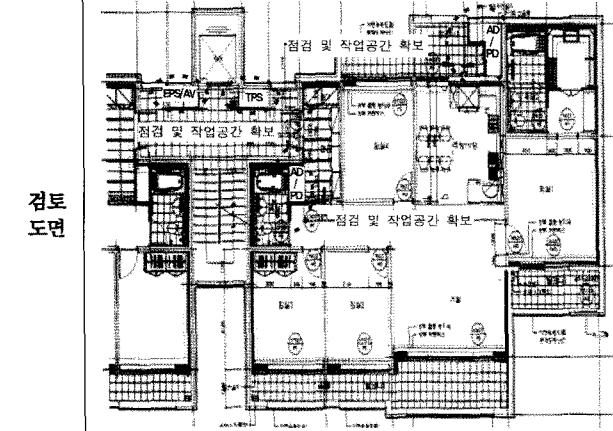
표 12. 향후 공간가변에 대응할 수 있는 배선 설비계획 적용

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
향후 공간 가변에 대응할 수 있는 배선 설비계획 적용	자체 평가	○	○	○	○	○	○	○	○	×
	최종 평가	○	○	○	○	○	○	○	○	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	○	○	○	○	○	○	×
	최종 평가	×	×	○	○	○	○	○	○	×

인정비율

75%

검토 의견	본 항목은 공간 가변에 대응한 배관 및 배선 설치 계획에 대한 적용성을 판단한다. 자체평가와 동일하게 최종 평가결과 검토 도면은 점검 및 작업공간 확보된 것으로 판단됨.
-------	--



## 2) 3단계 평가 체계의 문제

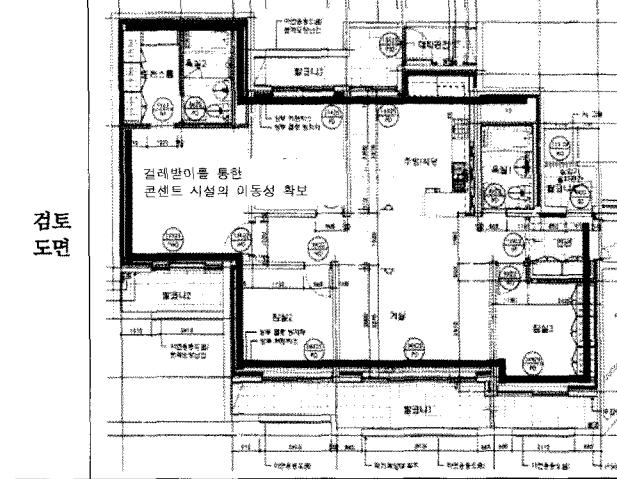
현행 평가항목-평가세부항목- 평가 세세부항목이라는 3 단계 평가방법의 형평성에 문제를 안고 있다. <표 11>에서 굵은 글씨로 표현된 바와 같이 향후 생활변화 등에 대비한 설비계획은 5개의 세세부 항목으로 구성되어 있는 경우와 <표 10>의 향후 용량증대를 대비한 설비계획의 4 개의 세세부 항목으로 구성되는 경우 등이 이에 해당되는데, 세세부 항목이 단 한 개 만족하지 못하는 경우 전체 평가항목을 인정받지 못하는 경우와 단 한 개의 세세부 항목도 만족하지 않아 평가항목을 인정받지 못하는 경우와의 동일한 등급이 부여되어 형평성에서 문제가 될 수 있다. 그러나 이러한 3단계 평가방법은 평가항목간의 기

표 13. 부품 및 자재공간의 가변대응

구분/대상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
부품 및 자재공간의 가변대응	자체 평가	×	○	○	○	○	○	○	○	×
	최종 평가	×	○	○	○	○	○	○	○	×
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
										20
인정비율	자체 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	최종 평가	×	×	×	×	×	×	×	×	×

인정비율 40%

검토 의견	본 항목은 부품 및 자재공간의 가변에 대응하는 계획에 대한 적용성을 판단한다. 즉, 결례받이 등을 활용한 콘센트 시설의 이동으로 향후 공간 가변성에 대응하는 배선 계획이 되어있는가? 또는, 자유로운 배관/배선을 위한 설치가 적용되어 있는가?를 판단한다. 자체평가와 동일하게 최종 평가결과 결례받이 등을 활용한 콘센트 시설의 이동으로 향후 공간 가변에 대응하는 배선계획이 되어있다고 판단됨.
-------	--



술적 위계성을 고려하여 세부항목과 세세부 항목을 규정한 것이므로 모든 평가 항목에 대해 위계성을 무시한 채 동일레벨로 보는 것도 형평성을 해칠 수 있어 평가방법의 정비 시 이에 대한 절충방안이 필요하다.

### 3) 평가항목내용상의 문제

평가항목 자체의 내용상의 문제점으로 현실성이 부족한 평가항목이 나타났다. 즉 세대 수평 및 수직 통합분리 계획의 경우 신청단지 가운데 평가항목을 만족하는 단지가 전무하여 인정비율이 0%로 나타나 향후 이에 대한 정비 시 검토가 필요하다.

수리 용이성이라는 정성적 기술을 정량적으로 평가해야 하고, 구체적인 기술을 사례화하여 설명할 경우 광범위할 수밖에 없는 건설기술을 일부 한정적인 기술적용 예시가 이루어져 결국 기술제한을 야기할 수 있다.

그리고 적용기술의 적용범위를 한정할 경우 대단히 복잡해 질 수밖에 없으며, 자칫 다양한 기술개발을 저해할 수 있고 일부 기술에 대한 특혜가 될 수 있다.

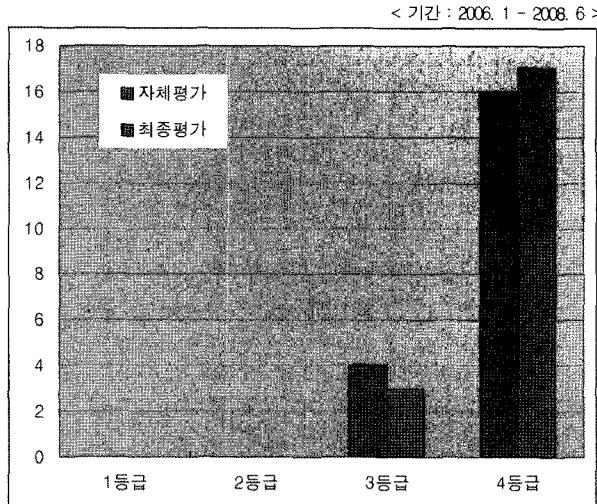


그림 4. 주택성능등급 전용공간 평가 등급 분포 현황

## V. 결 론

본 연구에서 분석한 20개 단지의 전용공간의 수리용이성 평가등급에 대한 분석결과 전반적인 성능등급 평가체계와 항목의 내용 정비가 필요한 것으로 나타났다.

즉 현행 평가기준의 문제점은 크게 2가지로 구분할 수 있는데, 첫째는 평가기준의 현실성 부족과 둘째는 구체적 평가기준의 부족으로 구분할 수 있다.

주택성능등급으로서 수리용이성 성능지표로 설정된 항목은 소비자에게 객관적인 성능지표를 제공하는 동시에 건설업계로서는 설계단계에서 중요한 설계요소로서 반영되어야 한다.

수리용이성에 대한 성능지표는 단열성이나 공기질, 음과 같은 정량적 성능지표이기 보다는 기술 시방적 성격의 지표이기 때문에 구체적인 세부기술을 규정할 경우 오히려 다양한 기술의 개발에 장애를 줄 수 있기 때문에,

수리용이성의 경우에는 성능지표 설정의 기본적 취지를 이해하는 것이 중요하다.

동시에 광범위한 평가범위도 객관적인 평가에 제약요인으로 작용하고 있다. 이러한 정성적인 수리용이성 평가 성능항목은 평가단계에서 주관적인 판단이 나올 수 있는 문제점도 동시에 암고 있어 이에 대한 적절한 해결방안이 필요하다.

그리고 현재 전용공간 수리용이성 등급이 전반적으로 낮은 문제점에 대한 개선방안은 현행 평가기준을 평가항목에서 평가세부항목으로 하향조정하여 평가 등급의 상향을 도모하는 것도 검토할 수 있으며, 체크리스트를 구체적으로 보완하여 보다 명확한 설계기술의 지침을 건설업계 등 성능등급의 신청자에게 제공하는 노력이 필요하다.

이에 평가기준의 구성체계에 대한 전반적인 검토와 평가체계는 물론 향후 평가기준의 현실성을 보완하고 이를 바탕으로 대안을 제시하는 후속연구가 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 한국건설기술연구원(2002), 리모델링 주택부품인정에 관한 연구, 공공기술연구회
2. 한국건설기술연구원(2001), 건축물의 리모델링 활성화를 위한 제도적 기반마련 연구, 건설교통부
3. 임석호 외(2005), 공동주택의 장수명을 위한 성능지표 설정에 관한 연구, 대한건축학회논문집
4. 建設省(2000), 長期耐用都市型集合住宅の建設・再生技術の開発-中間報告書
5. 建設省(1985), 住宅局生産課, C.H.S 研究の解説 I~V
6. 住宅部品開発センター, KEP システム・カタログ, 東京, 住宅部品開発センター

접수일(2009. 8. 11)  
수정일(1차: 2009. 11. 3)  
게재확정일자(2009. 12. 2)