

공동주택 지하주차장의 壁體 表面結露防止를 위한 적정 공법 선정에 관한 연구

A Study on the Adoption of optimum Construction Method to prevent Condensation on the wall of Underground Parking Lot in Apartment Project

오길환*
Oh, Kil-Hwan

이일재**
Lee, Il-Jae

김성규***
Kim, Sung-Gyu

Abstract

Currently most of underground structures in domestic apartment projects are being designed for parking lot and essential parking area is growing due to the increase in car-holding number per household.

Moreover, most underground parking lots of today are combined with basement, therefore a pleasant environment in underground space is strongly needed for the dwellers' use.

However, there always occur high percentage of humidity and surface condensation in underground parking lot because of the nature of underground structure and they are having a bad influence on the comfort and health of dwellers.

Therefore, this study is planned to compare and examine the performance and properties of currently used construction methods to prevent condensation and finally present the most suitable method.

키워드 : 표면결로, 노점온도, 온도구배, 상대습도, 표면온도

Keywords : Surface condensation, Dew point, Temperature gradient, Relative humidity, Surface Temperature

1. 서론

현재 국내 대부분의 공동주택은 입주자의 삶의 질 향상과 쾌적한 주거환경 요구에 따라 지상 공간을 주차 공간 대신 녹지 및 커뮤니티 공간으로 주로 계획한다. 이로 인해 지하구조물의 대부분이 지하주차장으로 설계 되며, 세대당 자동차 보유대수의 증가로 필요로 하는 주차공간이 늘어남에 따라 지하주차장의 면적이 매년 증가되는 추세에 있다.

또한, 지하주차장과 아파트 지하층이 서로 연결되게 설계하여 지하공간의 면적이 확대되고 입주자의 통행이 급증함에 따라 쾌적한 환경이 요구되고 있다. 그러나 지하공간은 단열의 미비와 환기부족으로 결로가 발생하고, 이로 인한 마감재의 손상과 미관저해로 입주자의 불쾌감을 유발하고, 건강에 악영향을 미치고 있다.

현재 지하주차장 외벽의 결로 방지 공법은 공간벽 시멘트 블록쌓기를 비롯하여 경량기포콘크리트 판넬, 합성수지 배수판 설치 등이 주로 적용되고 있으나, 단지, 내부 결로수의 트렌치 유도 및 표면 유출 방지의 역할 정도로 시공되었다. 공법의 선

정은 디자인 또는 단순한 시공, 경제성에 치중 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 공동주택의 지하주차장에 발생하는 표면결로의 원인을 파악하고, 현재 사용되고 있는 결로 방지 공법별 요구되는 성능과 특성을 비교 검토하여 가장 적합한 공법을 제시하고자 한다.

2. 지하주차장 결로 원인 및 하자사례

2.1 결로 발생 원인

2.1.1 높은 습도와 낮은 온도 조건

지하주차장 벽체 표면결로의 발생 메카니즘은 표면온도가 노점온도보다 낮은 것에 있다. 특히 여름철에는 지하구조물의 특성상 높은 상대 습도로 인한 노점 온도의 상승과 낮은 지중 온도로 표면 온도가 저하됨에 따라 다른 계절에 비해 더 많은 결로가 발생된다.

2.1.2 벽체의 단열 성능 부족

단열 성능 향상보다는 벽체 시공의 경제성 및 표면 마감 디자인을 우선 고려하여 주로 공간벽 쌓기 공법과 합성수지 배수판이 적용되어왔다. 따라서 결로의 원인 제거보다는 발생한 결

* 현대산업개발 건축지원팀 부장, 정회원

** 현대산업개발 건축지원팀 부장, 정회원

*** 현대산업개발 건축지원팀 과장, 정회원

로수의 외부 노출을 방지하는 방식으로 시공되었고, 표면에 발생하는 결로에 대해서는 입주 후 차량통행증가에 따라 자연적으로 소멸되는 것으로 인식해 왔다.

2.1.3 환기 부족

현행 대다수 지하주차장 내부에 설치되는 환기 설비는 단순히 주차장 실내의 공기질 개선을 위해 기동되는 실정이다. 즉, 차량 운행이 빈번한 시간 일산화탄소(CO)의 법적기준을 충족시키기 위하여 설계되며, 온·습도 조절은 반영하지 않는다.

2.2 하자사례

공간벽 시멘트 블록쌓기의 경우 결로가 발생되면 표면 합습에 의하여 벽체 도장 마감 부위에 변색이 일어난다.

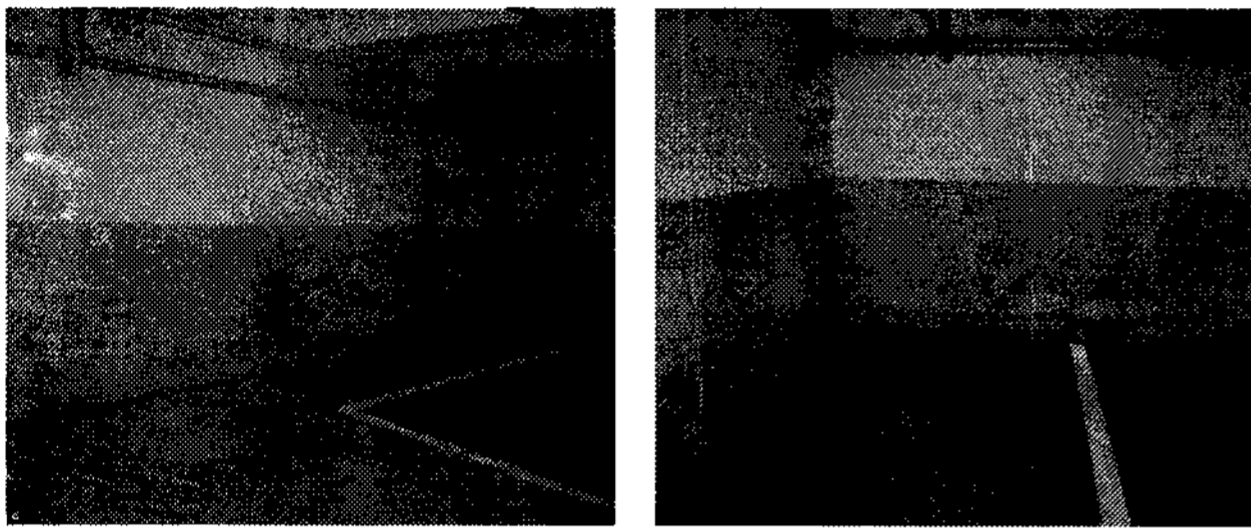


그림 1. 공간벽 시멘트 블록쌓기 하자

합성수지계 배수판은 결로가 발생되면 재료의 흡수율이 0%에 가까워 결로수가 마감재 표면을 타고 흘러 내린다.

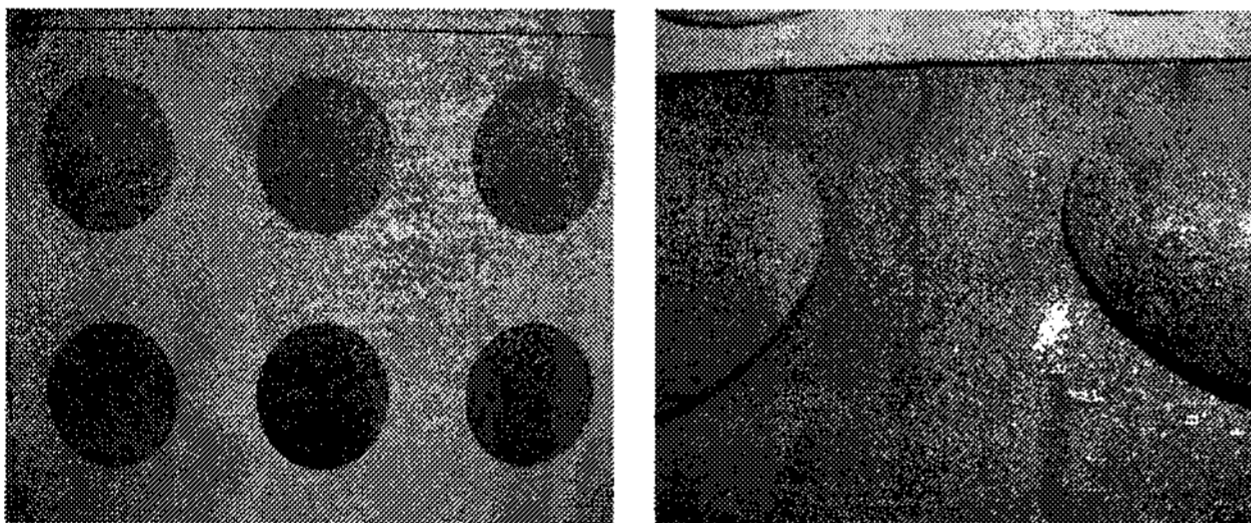


그림 2. 합성수지계 배수판 하자

시멘트 보드와 같은 표면마감재는 내항균성 부족으로 결로 발생시 마감재에 곰팡이가 생기게 된다.

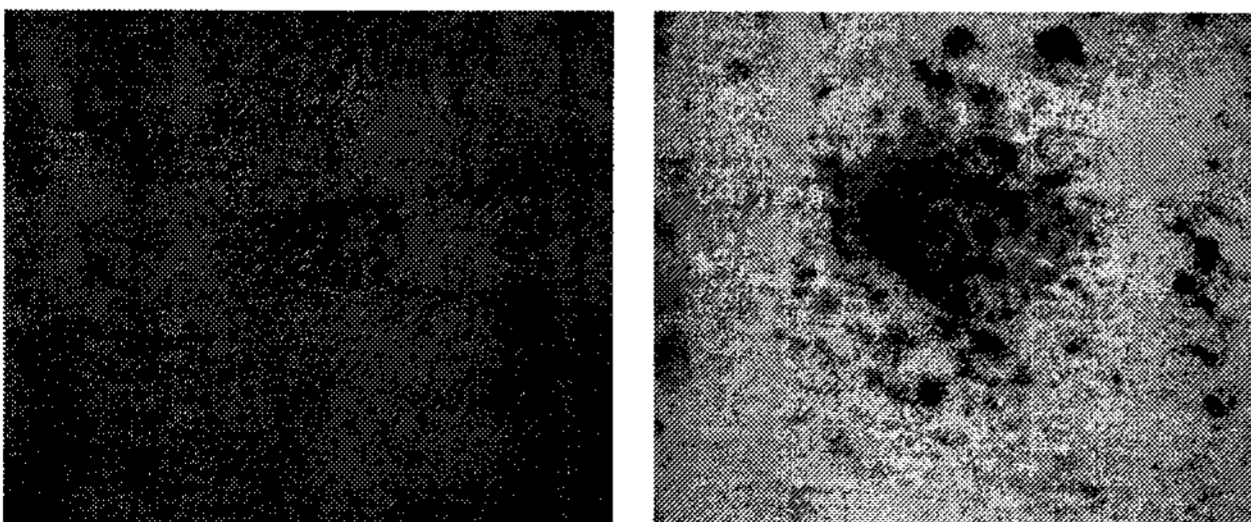


그림 3. 시멘트 보드 하자

3. 벽체 공법별 결로의 판정

3.1 비교 공법의 대상 및 범위

현재 주로 사용되고 있는 벽체 결로 방지의 대표적 공법인

공간벽 시멘트 블록쌓기, 경량기포콘크리트 패널, 합성수지 마감판, 단열재 부착 합성수지 마감판을 대상으로 하며, 상기의 공법을 같은 온·습도 조건에서의 열저항 성능, 시공성, 경제성을 중심으로 분석 하였다.

3.2 단면도 및 구성 재료

지하주차장 벽체에 적용되고 있는 결로 방지 공법은 크게 단열재의 설치 유무와 표면마감재의 종류에 따라 구분된다.

벽체에 단열성능이 있는 공법으로는 스티로폼 등의 단열재에 마감재를 공장에서 부착하여 시공 하는 공법과 경량기포콘크리트에 표면 강화 마감재가 부착된 패널 형태로 단면이 구성된 것이 있다.

표면 마감재의 종류에는 시멘트 보드, CRC보드 등에 도장 마감하는 경우와 별도의 마감 없이 합성수지판으로 최종마감되는 형태의 공법으로 나누어진다.

표 1. 공법별 단면도 및 재료 구성

공 법	단 면 도	재료 구성
복합 배수판넬		① 외부 콘크리트 벽체 ② 10mm 공간 ③ 40mm 단열재 ④ 2.5mm 합성수지판
합성수지 배수판		① 외부 콘크리트 벽체 ② 70mm 합성수지 배수판넬
경량기포 패널		① 외부콘크리트 벽체 ② 50mm 공간 ③ 100mm 경량기포 콘크리트 판넬
시멘트 블록쌓기		① 외부 콘크리트 벽체 ② 50mm 공간 ③ 100mm 시멘트블럭

3.3 온·습도 조건의 측정

지하구조물 결로 발생이 가장 많은 하절기 6월과 7월에 표 1과 같이 전국 4개 현장을 온·습도계 및 열화상 카메라를 이용하여 백체의 내부와 표면 온·습도 조건을 측정하였다.

측정 결과 현장의 지역, 평면형태, 측정일 당시의 외기조건에 따라 다소의 차이가 있었고, 표 1에 온·습도 수치는 해당 현장의 측정 평균치이다.

또한, 지중온도는 기상청 자료를 바탕으로 지중 5m 지점의 온도 중 가장 낮은 6월의 온도를 기준으로 하였다.

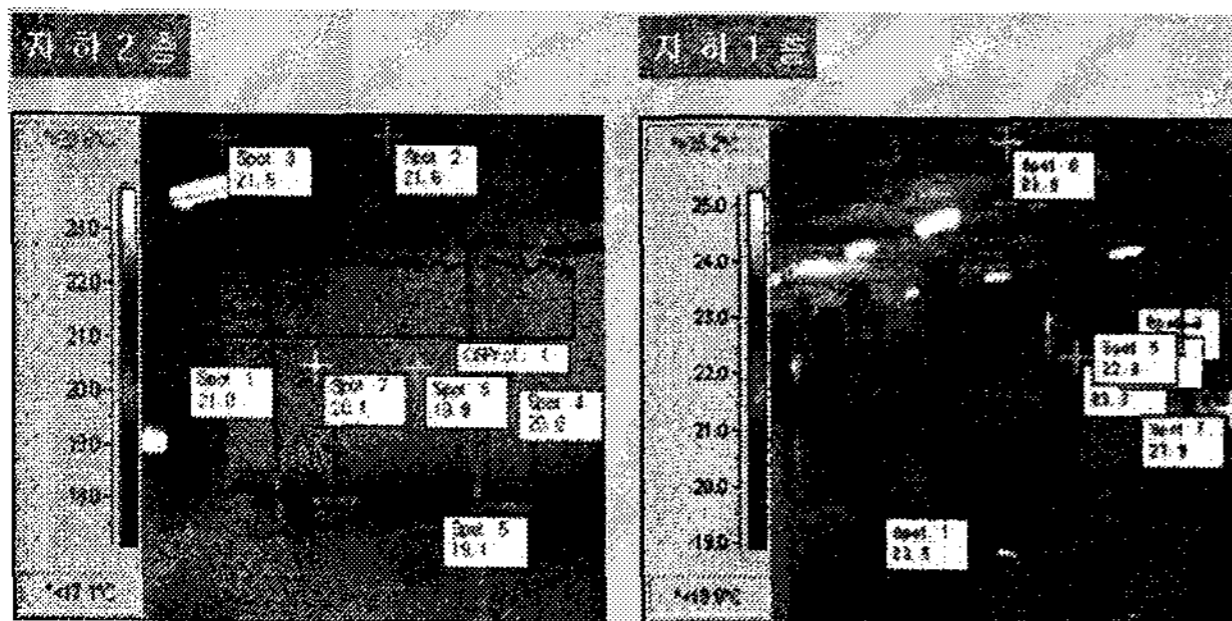


그림 4. 열화상카메라에 의한 표면온도 측정 예

표 2. 현장별 지하주차장 내부온도

현장명	지하2층		지하1층	
	온도(℃)	습도(%)	온도(℃)	습도(%)
A현장	20	82	22	74
B현장	20	64	20	66
C현장	23	57	23	59
D현장	20	97	23	92

3.4 열저항성에 의한 결로 판정

3.4.1 노점온도 및 온도구배의 산정

노점온도 산정은 식 (1), (2) 매그너스 방정식에 의하여 산정하였다.

$$D_p = 243.12 \cdot H / (17.62 - H) \text{ -----(1)}$$

$$H = (\log_{10}(RH) - 2) / 0.4343 + (17.62 \cdot t_i) / (243.12 + t_i) \text{ ---(2)}$$

식에서 RH는 상대습도를, t_i 는 내부온도, D_p 는 노점온도를 각각 나타낸다.

온도구배는 표 3과 같이 산정하였고, 표에 사용된 재료별 단열성능은 2005년 '에너지절약설계기준해설서' 를 기준으로 하였으며, 기준이 없는 재료는 자재업체의 시험성적서에 근거하여 적용하였다.

표 3. 단열성능 및 온도구배 산정 예

재 료	두 개 (m)	열전도율 (W/m·K)	열전도저항 (㎡·K/W)	온도구배 (℃)
1 내부표면			0.1100	19.41
2 합성수지판	0.0025	0.190	0.0132	19.34
3 스티로폴	0.04	0.036	1.1111	13.37
4 공기층	0.01		0.0860	12.90
5 콘크리트	0.20	1.600	0.1250	12.23
6 외부표면			0.0430	12.00

3.4.2 결로 발생 여부 판정

표 2의 사례와 자료를 기준으로 여름철의 지하주차장 내부 조건을 내부온도 20℃, 상대습도 90%, 지중온도 12℃로 수식에 대입하여 노점온도를 구하고, 각 벽체 공법별 온도구배로 표면 온도를 산정 하여 비교함으로써 결로 발생 여부를 판정하였다.

표 4. 각 공법별 결로 판정

공 법	표면온도	노점온도	결로판정
복합배수판넬	19.4	18.3	X
합성수지 배수판	17.7	18.3	○
경량기포판넬	18.8	18.3	X
시멘트 블럭쌓기	18.1	18.3	○

4. 공법별 특성 비교 및 검토

각 결로 방지 공법의 특성 중 공법 선정시 고려되어야 할 주요사항을 표 5와 같이 비교하였다.

- 1) 단열성능은 표 4의 열저항성에 의한 결로 판정시 반영된 각 공법의 결로 판정을 기준으로 하였다.
- 2) 기동부위 마감은 주차장 내부면적의 현저한 감소 없이 적용 가능한 정도를 나타내며, 방수층 파괴 여부는 마감재를 벽체에 고정하면서 발생하는 파괴를 의미한다.
- 3) 경제성은 기존의 가장 많이 사용되고 있는 시멘트 블록쌓기를 100으로 가정한 비교 수치이다.
- 4) 보수성은 마감재의 고정 불량, 수평·수직 불량, 파손에 따라 교체할 경우의 시공성을 기준으로 하였다.

표 5. 공법별 특성 비교

구 분	복합 배수판넬	합성수지 배수판	경량기포 판넬	시멘트 블럭쌓기
단열성능	○	X	○	X
추가마감	없음	없음	도장	도장
단면두께 (mm)	50	70	150	150
기동부위 마감	가능	가능	불가능	불가능
단위중량 (kg/m ²)	5	10	100	180
방수층파괴	X	○	X	X
내화성능	X	X	○	○
경제성	100	100	220	100
보수성	용이	용이	어려움	어려움
내향균성	○	○	X	X

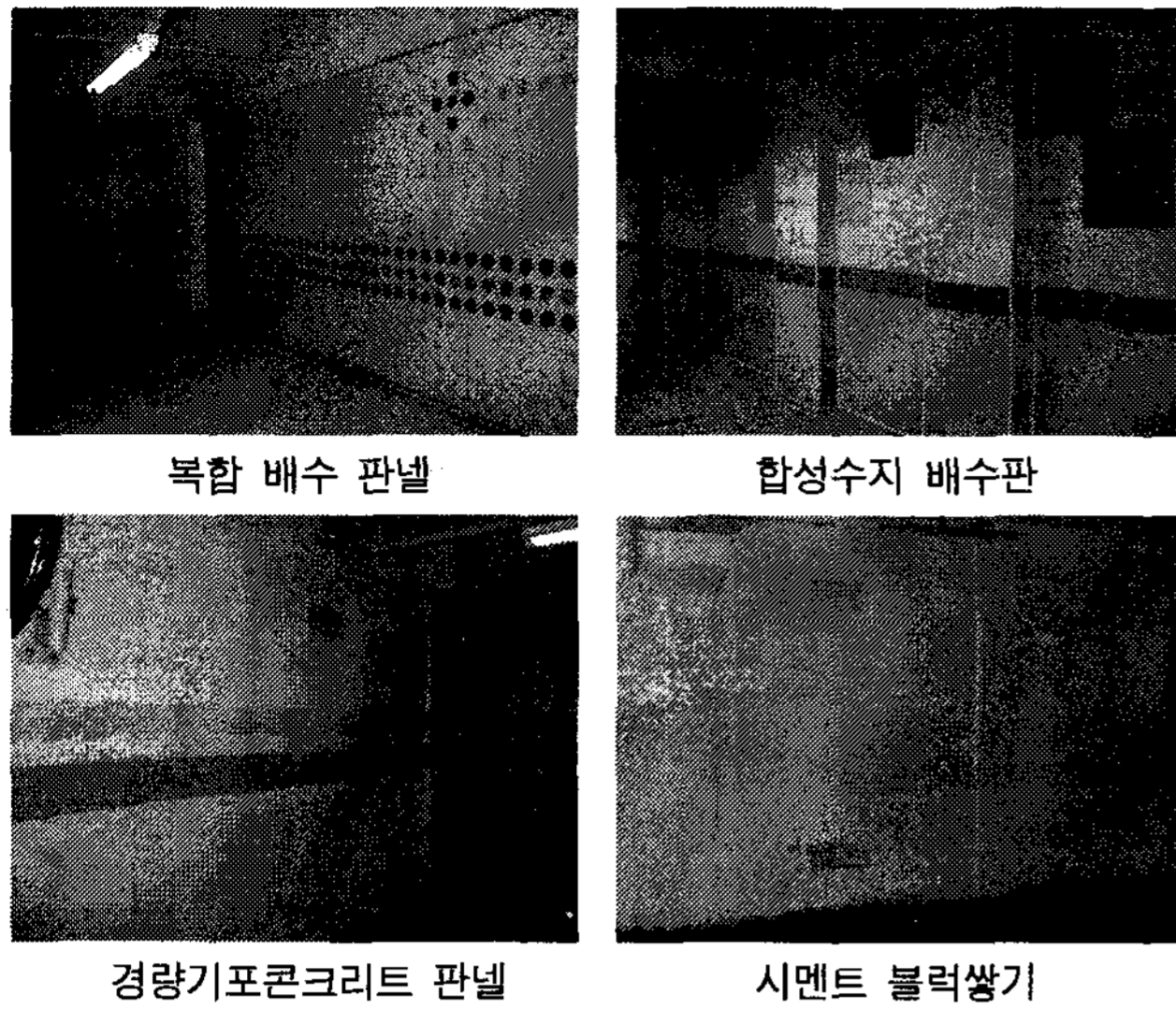


그림 5. 공법별 시공사진

참 고 문 헌

1. 기상청 통계자료, (1971년 ~2000년) 서울 월평균값.
2. 대한건축학회, 건축환경계획, 건축학전서 9권, 기문당, pp.126~138, 2003년
3. 대한건축학회, 건축재료, 건축학전서 7권, 기문당, pp.431~443, 2007년
4. 에너지관리공단, 에너지절약설계기준해설서, pp 45, 87~89, 2005년
5. 이경희, 건축환경계획, 문운당, pp.117~133, 2006년

5. 결 론

본 연구에서 지하주차장 벽체의 표면결로 방지 공법들의 특성을 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) 지하주차장 벽체의 표면온도를 노점온도보다 높이기 위하여 벽체 및 기둥부위에 계산식에 의한 두께 이상의 단열재를 시공하여야 한다.
- 2) 설계상 주차면적 확보를 위하여 최소한의 마감 두께를 가진 공법이 요구된다.
- 3) 시공성 측면에서는 공정 단순화를 위해 별도의 도장, 미장 등 표면마감(도장 등)을 최소화하고 가능한 공장에서 제작하여 현장 조립하는 공법이어야 한다..
- 4) 경제성 측면에서 동일한 결로 방지 성능이라면 기존의 공법과 비교하여 원가 상승이 없거나, 최소한의 범위이어야 한다.
- 5) 상기의 사항을 고려할 때 지하주차장의 표면결로 방지로서 가장 적합한 공법은 단열재가 부착된 합성수지 복합 판넬이라고 할 수 있다.
- 6) 또한, 향후 지하주차장 내부의 화재 발생에 대비하여 내화 성능을 가진 내화균성 마감판의 개발이 요구되며, 보다 완벽한 결로 방지를 위해서는 온·습도 조절이 가능한 환기 설비의 설치 및 가동이 필요하다.