

# 외장 석재 OPEN JOINT공법의 개발과 적용

## New Stone Cladding System Utilizing Grip Anchor Technigue



李 東 烈\*      尹 基 榮\*\*  
Lee, Dong Ryoul      Yun, Ki Young

\* 건축시공·건축품질시험기술사, 공학박사, 삼성물산  
건설부문 건축사업본부 건축기술팀 부장.

\*\* 삼성물산 건설부문 건축사업본부  
건축기술팀 과장.

### I. 머리말

지금까지 석재는 오랜 기간 동안 건축물의 외장을 구성하는 마감재료로서 가장 폭 넓게 사용되어 왔다. 최근에는 금속계통의 외장재가 많이 개발되고, 실제로 건축 현장에 적용되는 사례가 증가하면서 금속외장재가 차지하는 비중이 높아졌다. 이러한 상황에서도 수요가 크게 줄지 않고 있는 이유는 석재 특유의 온화하고 고급스러운 분위기를 느낄 수 있는 재료이기 때문일 것이다.

석재를 건축물의 외벽마감재로 하여 시공하는 방법은 여러 가지가 있으나 대부분의 경우 공통적으로 몇 가지 문제점을 지니고 있다. 하지철물의 부식문제, 셀란트에 의한 석재면의 오염문제 등이 그것이며, 기존 공법의 대부분은 이러한 문제점들이 개선되지 않은 상태에서 시공되고 있는 실정이다. 당사에서는 이와 같은 석재마감의 기존 공법의 문제점을 보완하여 보다 우수한 성능의 외벽 시스템을 개발하게 되었으며, 본 지를 통하여 공법의 개발 및 현장적용과정을 소개하고자 한다.

### II. 공법 개요

#### 1. 석재 오픈 조인트 공법이란?

『외벽 석재 오픈 조인트 공법』은 기존에 시공되고 있는 건식 석재취부 공법과는 다르게, 석재 줄눈에 셀란트를 충전하지 않고(Closed Joint) 줄눈을 개방된 상태로(Open Joint)로 시공하는 공법이다. 이것은 석재 줄눈에 코킹시공을 하지 않더라도 등압 이론(Pressure Equalized Theory)의 원리를 이용하여 외부 침입수가 실내까지 들어오지 못하도록 차단하는 방법이다. 이렇게 함으로써 셀란트로 인한 석재면의 오염을 없애고, 근원적으로 외벽의 차수가 가능하도록 고안된 공법이다. 또한 석재 배면의 하지 철물을 steel이 아닌 알루미늄부재를 사용함으로써 부식으로 내구성이 저하되는 것을 방지하였다.

#### 2. 개발의 필요성

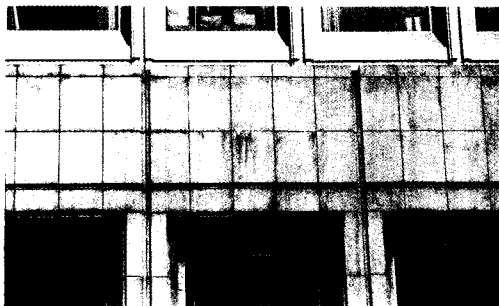
건물의 외벽은 내구성, 내후성을 가진 재료 또는 시스템의 구성이 요구된다. 이러한 관점에서 기존의 건식 석재 취부 공법의 문제점을 보완하여 보다 우수한 성능을 갖춘 시스템의 개발이 필

요하게 되었다. 기존 공법의 문제점에 대해 기술하면 다음과 같다.

#### 1) 조인트 씰란트에 의한 석재의 오염

기존의 외장공법은 대부분 누수방지 또는 부재의 움직임을 고려하여 줄눈 부위에 조인트 씰란트를 시공하도록 되어 있다. 석재 취부 공법의 경우도 마찬가지이며, 특히 석재 마감의 경우에는 씰란트에 의한 오염이 문제가 된다. 이는 씰란트의 유성분에 의해 발생하는 것으로서 이러한 오염부위는 청소가 거의 불가능하여, 미관상 흉물스럽게 보이는 경우가 있다.

최근에 국내 씰란트 제조업체에서 비오염성재료가 개발되어 시판 단계에 있으나 아직 완벽한 오염방지 성능은 확인되지 않은 실정이다. 따라서 기존의 석재마감 공법에서는 씰란트에 의한 석재오염은 현재로서는 불가피하다.



〈사진 1〉 씰란트에 의한 오염현상

#### 2) 씰란트의 내구성 부족

석재나 알루미늄 등의 내구성과 비교할 때 씰란트의 내구 연한은 절대적으로 부족하다. 즉 씰란트의 수명에 따른 열화 현상에 의하여 파손될 경우에는 곧바로 누수 문제로 연결될 수 있다. 내구 연한이 지난 후 재시공을 하는 경우에도 초기 시공 당시와 같은 조건에서도 시공이 어렵다. 즉, 기존 씰란트의 완벽한 제거 및 재시공이 어려워 유지 보수에는 상당한 어려움이 따른다.

#### 3) 하지 철물의 내식성 부족

기존의 건식 석재 취부 공법 시공에 사용되는 메탈 트러스는 장기적인 부식에 의한 내구성이 문제시 될 수 있다. 현재 대부분의 국내 현장에서 사용되는 하지 철물은 강관 파이프(100\*50)이며 표면 처리는 광명단 정도의 사양을 택하고 있는 실정이다. 이 방법은 영구적인 방청 처리가 될 수 없으며, 특히 염분이 많은 해안 환경에서는 그 부식 정도가 심각하므로 부재 표면의 영구적인 방청 처리 또는 내식성 있는 재료의 사용 등 철저한 방청 대책이 필요하다.

#### 4) 내부 단열재 설치 방법의 문제점

외벽의 기능으로서, 외기의 영향을 차단하는 것과, 반대로 실내의 에너지가 외부로 유출되는 것을 막는 일은 매우 중요하다. 일반적으로 단열재를 설치하여 이러한 외벽으로서의 역할을 만족시키게 되는데 기존 공법에서의 단열재 설치 방법은 메탈 트러스 사이에 끼워 넣는 방법을 택함으로써 문제점이 생기게 된다. 즉, 단열재와 메탈 트러스 사이가 충분히 기밀성을 유지하여야 하나 설치 방법에서 틈새가 많이 생김으로 이부분을 통하여 실내 에너지가 손실되는 현상이 발생하고 또한 겨울철 내부 결로의 원인이 되기도 한다.

### Ⅲ. 공법의 내용

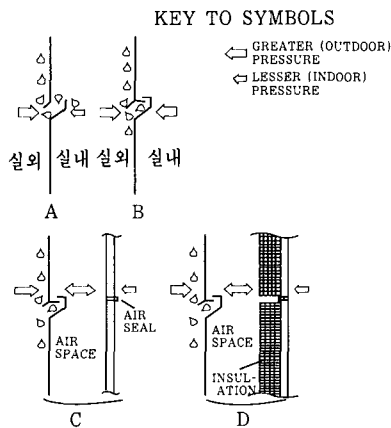
#### 1. Open Joint System의 개념

지금까지는 외부로부터 침투하는 물을 막기 위한 조치로서 모든 틈을 막으려는 공법(Closed Joint System)으로 이루어져 왔으나, 이는 장기적인 내구성 면에서는 그 성능을 보장하기 힘들다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법이 오픈 조인트 방식의 외벽을 구성하는 것이다. 오픈 조인트란 최근 국내에 도입되기 시작한 외장 설치공법의 하나이며 주로 메탈 계통의 커튼 월에 적용되는 공법이다. 다음 그림에서 보듯이 오픈

조인트, 등압 이론을 충족시키기 위한 기본적인 요소가 필요한데, 이것에는 :

- 물의 침투를 저지 할 수 있는 벽(Rain Screen Wall)
- 외부로 열린 공기방(Pressure equalized Chamber)
- 단열재(Insulation)
- 공기와 습기의 흐름을 차단할 수 있고 풍압을 견딜수 있는 내부 기밀막(Wind Barrier)

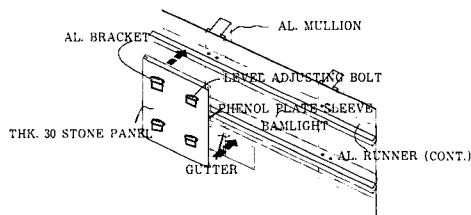
등이 있다. 또한 약간의 물이 침투 한다는 가정하에서 내부로 들어온 물을 외부로 유도할 수 있는 플래싱 처리도 필요하다.



〈그림 1〉 Rain Screen과 등압이론의 외벽구성요소

## 2. 공법의 내용

### 1) 개념도



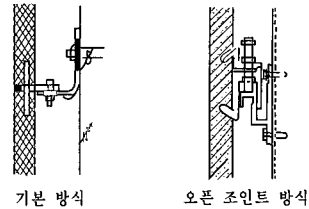
〈그림 2〉 공법의 개념도

### 2) 주요 요소 기술

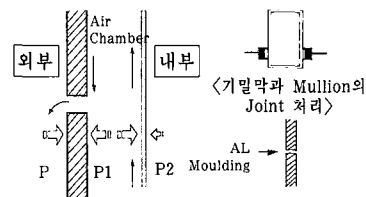
#### (1) 석재 고정용 브라켓(Bracket)

기존 공법에서 사용되는 앵글 타입과는 달리 설치때 볼트를 이용한 높이 조절이 가능하며,

석재를 배면에서 견고하게 잡아 줄 수 있는 그립(Grip) 타입의 알루미늄 브라켓의 개발하였다.



〈그림 3〉 석재 고정용 브라켓



P = P1 > P2  
〈등압공간의 구성〉 〈기밀막의 구성〉

〈그림 4〉 등압 공간과 기밀막

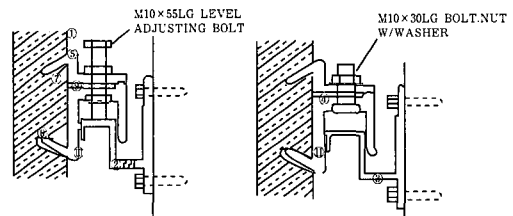
#### (2) 기밀 차단막(Wind Barrier)

등압 이론의 기본 요구 조건인 등압 공간(Air Chamber)을 형성하기 위하여 실내 공간을 외기로부터 차단하는 구조이며 또한 이 기밀막이 존재함으로 해서 단열재의 설치가 용이해 진다.

#### 2) 각 부분의 명칭 및 기능

##### (1) 석재 고정용 브라켓(Bracket)

석재 고정용 알루미늄 브라켓은 상·하부가 각각 그 역할과 구조 성능 면에서 별개의 역할을 하게 된다. 상부 브라켓의 경우 석재의 자중과 풍하중을 분담하며, 설치때 상·하 높이 조절이 가능하도록 조절용 볼트가 설치되어 있다. 하부의 브라켓은 풍하중만을 분담한다. 〈그림 5〉 참조

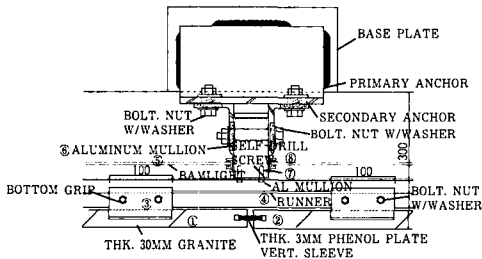


상부 Bracket (Grip) 하부 Bracket (Grip)

〈그림 5〉 석재 고정용 브라켓

- ① 높이 조절용 볼트 석재: 판넬의 상부 2 곳에서 높이 조절
- ② 상부 Runner: 풍하중과 자중을 분담하며, 단면 두께가 크다.
- ③ 하부 Runner: 풍하중만 부담. 단면이 상대적으로 작다.
- ④ 브라켓 상·하부 고정용 볼트와 너트
- ⑤ 브라켓 상부
- ⑥ 브라켓 하부
- ⑦ 석재를 견고히 잡기 위한 톱니 형상의 요철
- ⑧ 브라켓 상·하부를 조립하여 볼트로 조일 경우 지렛대의 역할을 하게 하는 단면
- ⑨ 상기 ⑧의 기능을 할 수 있게 하기 위한 상하 간격 역할 및 가공 오차 흡수 기능
- ⑩ 석재의 각진 부분과 알루미늄과의 접촉에 의한 파손을 막기 위한 가공.
- ⑪ Runner의 삽입을 원활하게 하기 위한 Notch

## (2) 수평단면

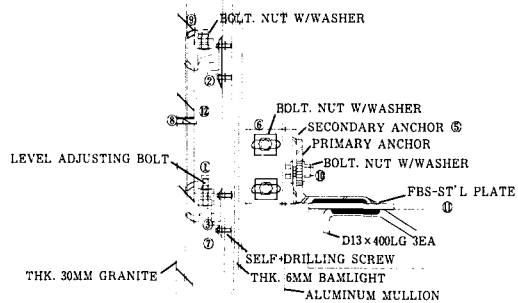


〈그림 6〉 수평 단면

- ① 석재 판넬 THK = 30mm
- ② 페놀 Plate  
빗물이 조인트를 통하여 직접적으로 내부로 유입되는 것을 막아주는 역할을 함.
- ③ 알루미늄 브라켓(Grip)  
알루미늄 Runner에 얹히게 되며 석재 판넬을 잡아준다.
- ④ 알루미늄 Runner  
수평재로서 여기에 석재 판넬이 걸리게 되며

설치시 석재 판넬의 좌우 Sliding을 가능케 한다.

- ⑤ 밤라이트(기밀막)  
내·외부 공기를 차단하여 등압 공간 형성에 가장 중요한 역할을 한다.
  - ⑥ 알루미늄 멀리온  
층간에 설치되어 풍압 등에 대한 주구조재의 역할을 한다.
- (3) 수직 단면



〈그림 7〉 수직 단면

- ① 레벨 조정 볼트(Level Adjusting Bolt)
- ② 상부 Runner
- ③ 하부 Runner
- ④ 알루미늄 슬리브  
알루미늄 멀리온의 수직 연결 부위에 설치되며, 부재의 연결 및 알루미늄의 수축 팽창에 대응할 수 있는 구조로 설치된다.
- ⑤ 1차, 2차 화스너  
이연도 마감의 steel재료를 사용하며, 구조적으로 안정된 강성을 가지기 위해 기성품의 앵글을 사용한다.
- ⑥ 비닐 슈트  
알루미늄 멀리온과 화스너와의 사이에 설치되며, 이종재료의 전위 부식을 방지하며, 부재의 팽창에 의한 발음 방지를 목적으로 한다.
- ⑦ 셀프 드릴링 스크류  
수평 부재인 Runner와 수직 부재인 멀리온과의 연결에 사용되는 긴결재로서 나사홈이 드릴의 비트처럼 가공되어 드릴링이 되면서 조여지는 중

류이다.

⑧ 기밀막 밤라이트 설치용 비드

스크류에 의해 기밀격막이 견고하게 설치되도록 한다.

⑨ 기밀막 밤라이트 설치용 가스켓

알미늄과 기밀막이 기밀 성능을 충분히 할 수 있도록 하기 위하여 설치된다.

⑩ 셋팅 블록(Setting Block)

알미늄 후레싱을 제 위치에 유지하도록 해준다.

⑪ 비닐 슈트

석재 고정용 알미늄 브라켓과 석재판넬의 가공 홈 사이에 설치되는 부재로서 이중 재료의 부식방지 및 미진동에 의한 헐거워짐을 방지할 목적이다.

⑫ 록 워셔(Lock Washer)

현장 용접의 배제를 목적으로 볼트와 너트가 조여짐으로 인하여 록 워셔가 알미늄에 밀착, 나사의 풀림을 방지 한다.

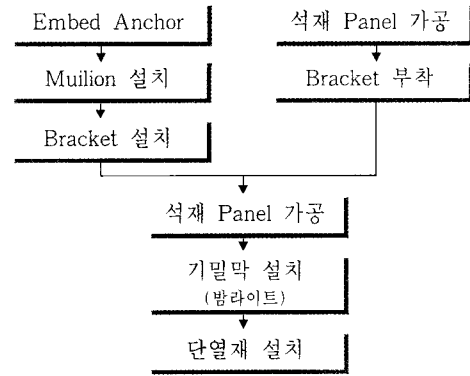
⑬ 매립 앵카(Embedded Anchor)

알미늄 멀리온과 구체를 연결하는 부위로 콘크리트 타설전 미리 제작된 앵카를 정확한 위치에 고정 설치 후 타설한다.

⑭ 알미늄 후레싱

줄눈을 통해 넘칠 수도 있는 물을 외부로 배출하는 역할을 한다. 또한 중요한 기능으로서, 내외

3. 시공 방법 및 순서

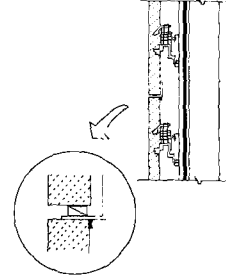
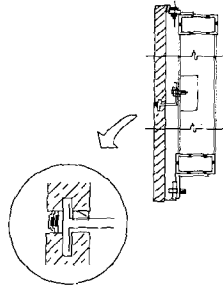


<그림 8> 작업 흐름

4. 기존 석재 마감공법과의 비교

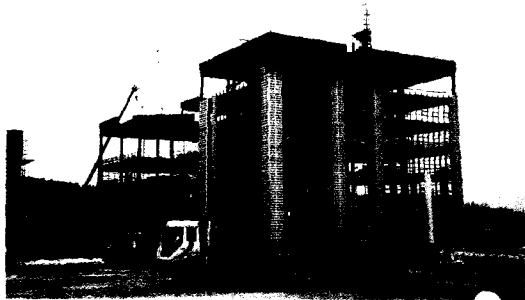
구분	메탈 트러스 시스템	오픈 조인트 시스템
1) System의 개요	석재를 지지시키기 위한 메탈 트러스를 슬라브에 고정시킨 후, 그 트러스 위에 석재를 설치하는 방법.	알미늄 재질의 수직재와 수평재를 구성한후, 석재는 알미늄 브라켓을 이용하여 수평재에 지지시킨다.
2) 시스템의 구성	메탈 트러스 + 앵카 + 석재	알미늄 멀리온 + Runner + 브라켓 + 석재
3) 구조체의 변형에 의한 석재의 영향	지진 등에 의한 수평 하중이 작용하였을 경우, 층간 변위가 발생하며 이때 석재를 지지하고 있는 축 부분에서 부분적인 파손이 생길 수 있다.	층간 변위때에도 석재가 유동적으로 변위를 흡수할 수 있으므로 파손 확률은 적어진다.
4) 석재의 오염	기본적으로 켈란트를 사용한 줄눈 처리 방식이므로 켈란트 속의 유질성분에 의한 석재오염 가능성이 높다.	등압 이론을 적용한 수밀 방식이므로 석재 판넬간 줄눈에 켈란트 시공이 불필요하다.(오픈 조인트) → 켈란트에 의한 오염 배제
5) 수밀성	수밀 성능은 전적으로 켈링재에 의존하게 되므로 켈링재가 파손되면 누수 현상이 발생한다.	등압 공간이 형성되어 있으므로 압력차에 의한 빗물의 침투를 차단할 수 있다. → 켈란트를 사용하지 않으므로 영구적인 물 막음 효과가 있음.
6) 단열재 취부	메탈 트러스의 틈사이로 단열재를 채워 넣어야 하므로 시공성이 떨어질 뿐만 아니라 기밀성을 유지시키기 어려우며 단열성능이 떨어지게 된다.	수직재(멀리온) 사이에 설치되는 밤라이트면에 취부하게 되므로 시공성과 기밀성을 좋게 할 수 있다. → 경로 확률의 감소
7) 내구성	메탈 트러스의 재질은 강재이기 때문에 습기에 의한 부식의 우려가 있다. 강관 파이프의 방청 처리가 부실하게 되기 쉽다.	시스템을 구성하는 하지 철골의 구성 부재들 대부분 알미늄 압출재를 사용하여 부식 문제발 해결하였다.
8) 시공성	메탈 트러스 및 앵글류들 용접 조립하게 되므로 기능의 정도에 따라 시공정도의 차가 심하게 나타날 수 있다.	시스템을 구성하는 부재들은 대부분 압출생산되므로 시공 오차를 최소화 할 수 있다.

9) 기본 디테일



부가 등압이 되게 하는 완충부 위로 줄눈과 내부 공기방(Air Chamber)에 위치하여 Slit와 같은 공간을 만들어 준다

IV. 현장적용 사례



〈사진 2〉 적용 현장 전경

1. 현장 개요

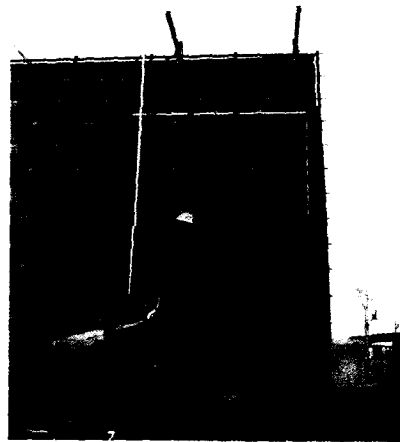
- 현장명 : 삼성건설 기술연구소 현장
- 연면적 : 29,383m<sup>2</sup>(8,890평)
- 구조 : RC조(지하)+S조(지상)
- 층 수 : 지하 4층, 지상 7층
- 석공사 면적 : 약 3,000m<sup>2</sup>
- 석재 마감 종류 : 포천석 버너구이
- 석공사 기간 : 1996.4.~7.(4개월)

2. 외벽 성능시험 결과

3. 적용 효과

- 석재의 오염 배제

시험항목	합격조건	결과
1) Static Air Infiltration Test(정압하의 기밀 시험)	누기량 1.098m <sup>3</sup> /hr.m <sup>2</sup> 이하	누기량 0.582 m <sup>3</sup> /hr.m <sup>2</sup>
2) Static Water Infiltration Test(정압하의 수밀 시험)	No Water Leakage	No Water Leakage
3) Dynamic Water Infiltration Test(동압하의 수밀 시험)	No Water Leakage	No Water Leakage
4) Structural Performance By Static Pressure (구조 하중 시험)	Deflection L/175 이하	Deflection L/256 이하
5) Structural Proof Load Test(구조 안전성 시험)	영구 변형량 5.9 mm 이하	영구 변형량 1.1 mm
6) Seismic Test(충간 변위 시험)	좌우 20 mm Movement 시료 이상 없음	이상 없음



〈사진 3〉 외벽성능시험 전경

석재의 줄눈 코킹을 시공하지 않으므로 쉘란트에 의한 오염이 발생되지 않음.

○ 의장성 향상

석재의 선이 그대로 표출되어, 줄눈이 선명하게 나타나므로 의장성이 우수함.

○ 쉘란트의 유지 보수

오염에 의한 청소가 필요없고 쉘란트의 노후로 인한 재시공 등 유지 보수 비용을 절감할 수 있음.

○ 내부 통기 구조

시스템적으로 내부 통기가 가능하므로 석재표면의 건조 속도가 빨라 습기에 의한 얼룩 현상을 줄일 수 있음.

○ 단열재 설치시 시공성 향상

기존의 석재 마감 방법인 메탈 트러스 공법보다 단열재 설치가 보다 단순하여 단열 성능의 확보가 용이함.

○ 시공성 향상

석재 판넬의 설치에 알미늄 Runner에 걸쳐 놓는 방식이므로 시공 속도가 빠르고 비숙련공도 작업이 가능하다. → 인건비 절감 효과.

○ 하지 철물의 내식성 향상



〈사진 4〉 설치후 상황

배면의 하지 철물이 알미늄 부재로 이루어지므로 방청, 방식성능이 우수하다.

## V. 맺음말

오픈 조인트 공법은 건물의 외벽을 구성하는 시공법 중의 하나이며 금속 계통의 외장재일 경우에 주로 적용되는 공법이다. 이번에 소개하게 된 공법도 이와 동일한 개념이 도입되었으나, 금속계 판넬 대신 석재를 이용하여 시스템을 구성한 것이 다른 점이라고 할 수 있다. 금속판넬과는 다르게 석재의 경우에는 오픈 조인트 개념을 적용하기 위한 석재의 가공 방법이 까다로우며, 본 공법을 개발하는 과정에서 가장 어려웠던 부분이기도 하였다.

본 공법을 적용한 긍정적 효과로서는, 부재의 내구성 및 시스템의 시공성 향상을 통한 고품질의 외벽을 구성할 수 있다는 것과 쉘란트에 의한 석재면의 오염을 방지하여 깨끗한 건물의 입면을 유지할 수 있었다는 것 등이다. 다만 다음 몇 가지 사항이 보완된다면 보다 쉽고 폭 넓게 적용될 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

○ 설치 방식

금속 커튼 월에서의 최근의 추세인 유니트화 시공법 개념에 반하는, 비 유니트(Knock Down)공법에 가까운 현장 설치 방식이므로 유니트화 시공이 가능한 시스템으로의 보완.

○ 건물의 입면 형태

석재 나누기가 복잡한 형상의 건물에 적용할 경우 석재 배면의 가공이 어려워 공사비 상승 요인이 될 수 있으므로 효율적인 석재 가공 기계의 개발.

○ 공사 원가

현재의 외벽 공사 금액을 견줄 경우 석재가공 및 알미늄 부재의 사용으로 인하여 상대적으로 높은 편이므로(약 20% 내외), 향후 부재의 단면 크기 조정, 재질 변경 등을 통하여 원가를 절감할 예정이다.

(원고접수일 12. 30)