

**kuraray**

**trosifol™**  
world of interlayers



# SMART SHEETS

바닥 및 보도용





Photo © weerasak saeku · shutterstock.com

Trosifol(Kuraray Group의 일부)은 건축, 자동차, 태양광 발전 산업용 접합안전유리에 사용되는 Trosifol® PVB와 SentryGlas® ionoplast 접합안전유리 중간막을 개발하고, 제조 및 공급하는 글로벌 전문기업이다.

태국 방콕 도심

## TROSIFOL – 접합안전유리 중간막을 위한 글로벌 파트너

Kuraray Group은 고객·사회·업계에 도움이 되는 제품을 공급하기 위한 연구개발(R&D)을 수행한다. Kuraray Group의 일부인 Trosifol(트로시폴) 사업부는 혁신적인 접합안전유리 솔루션 개발을 위한 신기술의 선두주자로 자리매김하였다. 전 직원이 매일 이러한 혁신의 문화 속에서 생활하고 있다. Trosifol®과 SentryGlas®는 100% Kuraray 브랜드이다.

당사는 안전 및 보안방법 성능과 다양한 기능이 결합된 구조용, 차음용, UV 차단용 접합안전유리 중간막 등을 통해 전 세계에서 가장 다양하고 혁신적인 접합유리 솔루션을 선보인다. Trosifol은 의장용으로 실내 설계 공사에 필요한 다양한 컬러 중간막과 디지털 프린팅 필름, 기타 혁신적인 제품들을 공급한다. Trosifol® UltraClear 필름은 전 세계에서 황색도지수(YID)가 가장 낮다.

Trosifol® 제품을 사용하면 해당 부위의 강도, 투명도, 개성이 살아난다. 한 차원 높은 성능을 바탕으로 에너지를 절약하고, 안전성을 강화하면서 자유롭게 설계할 수가 있다. 적용 분야는 자동차 및 운송 관련 접합유리 글레이징에서부터 건축 및 구조용 접합유리 글레이징까지 다양하며, 발 아래부터 머리 위까지 전 세계 매력적인 공간이라면 어디든 사용할 수 있다.

Trosifol은 전 세계 7개 생산 공장과 5개 R&D 센터(<https://www.trosifol.com/business/locations/>)를 운영하여 늘 변화하는 전 세계 유리 산업의 요구에 부응함으로써, 접합유리 분야에서 선호되는 파트너로 완벽한 역할을 해내고 있다.

## 바닥 및 보도용으로 적합한 유리 조합을 선택하기 위한 스마트 시트

### 기본 설계 요건

- 유리 바닥은 적정 안전율을 바탕으로 적재 활하중(사람의 무게)과 자체 무게(경하중)를 안전하게 견딜 수 있을 만큼 견고해야 한다.
- 유리는 취성 재료이기 때문에 자연파손이나 우발적인 충격에 의해 유리층이 하나라도 파손되는 경우에도 설계 하중을 지탱할 수 있도록 충분한 중복 설계를 확보해야 한다.
- 중간막의 점탄성적 특성 때문에 반드시 하중지속시간과 온도를 고려해야 한다. 적재 활하중에 1시간의 하중지속시간과 40°C를 권장한다.
- 사용성 측면에서 봤을 때, 사람들이 바닥 위에서 이동하기를 겁내지 않도록 과도한 "처짐"(변형)이 없도록 해야 한다.



Photo © Kuraray

태국 방콕 마하나콘 스카이워크

### 설계 고려사항

- 유리 바닥이 네 개의 모서리 모두에서 지지된다고 간주했다. 구조 해석에서 모서리는 "단순 지지"되는 것으로 간주했다.
- FEA 도구인 SJ Mepla 5.0.6 Software의 비선형 분석에 "샌드위치" 모델을 사용했다.
- 바닥의 적재 하중과 하중 조합은 호주의 표준인 AS 1170.1 – 2002를 따라 고려했다. 하중 안전율은 자중의 경우 1.2로, 적재 활하중의 경우 1.5로 간주했다.
- "모든 층이 정상"인 시나리오에서 하중 조합 – 1.2 x 자중 + 1.5 x 적재 활하중
- "한 층 파손" 시나리오에서 하중 조합 – 1.0 x 자중 + 1.0 x 적재 활하중
- 집중 활하중은 면적이 150 x 150 mm인 패널의 중앙에서 작용하는 것으로 간주했다.
- 허용응력은 ASTM E 1300 – 2019를 따라 배강도유리의 경우 29.2 MPa (모서리 부위), 완전강화유리의 경우 62.9 MPa로 간주했다.
- 유리파손 후 강도 점검용으로, 상부 유리층이 파손된 것으로 간주했다.
- 변형 및 응력의 경우 최대값을 기재하였다. 대부분은 점하중 사례에 해당되었다.
- 본 스마트 시트는 SentryGlas® 5000에만 적용할 수 있다.

## 중요한 기타 설계 고려사항

배강도유리(HS glass)와 완전강화유리(FT glass)의 조합을 이용한 유리 바닥 시공은 돌발적인 충격에 대한 우수한 저항력뿐만 아니라 높은 유리파손 후 강도까지 확보할 수 있는 가장 이상적인 솔루션이다. 하지만 아래 요인들을 고려했을 때, 배강도유리와 완전강화유리의 조합보다 전체 완전강화유리 조합이 더 우위에 있다.

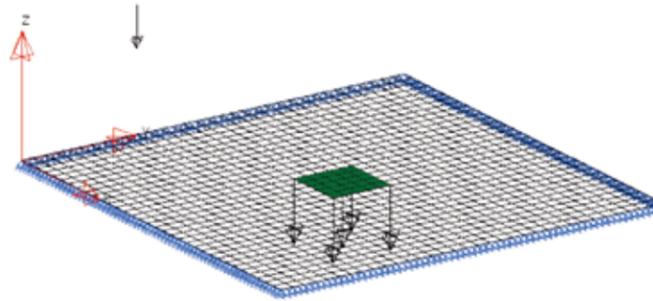
### 완전강화유리와 배강도유리 중 어떤 유형을 선택해야 하는가?

- 완전강화유리는 응력 내구한도가 가장 높지만 유리파손 후 강도가 높지 않다. 반면에 배강도유리는 응력내구한도가 더 낮지만 유리파손 후 강도가 매우 높다. 그렇기에 완전강화유리와 배강도유리의 조합은 두 유형의 장점을 최대한 활용할 수 있는 이상적인 조합이다. 하지만 완전강화유리와 배강도유리의 비대칭적 표면 만곡 때문에 접합유리 가공사들은 일반적으로 접합 성공 여부에 대해 자신하지 못한다.
- 배강도유리를 이용하면 높은 유리파손 후 강도를 확실하게 보장할 수 있지만, 모서리 부위에서 배강도유리의 허용응력으로서의 유리파손 전 강도를 제한하여 1시간 하중이 완전강화유리의 73.1 MPa보다 낮은 29.2 MPa가 된다.
- 완전강화유리는 NiS로 인한 자연파손이나 모서리의 강한 충격 등 우발적인 유리 파손 후 “젖은 담요” 효과가 발생할 위험이 있기에 바닥 시공용으로 장려되지 않는다. 하지만 완전강화유리는 모서리를 제외한 나머지 부위의 충격으로는 파손될 가능성이 아주 낮다. 또한 최상층만 취약하기 때문에 모서리 충격을 통해 1개 층 이상의 유리가 파손될 가능성은 매우 낮다. 이와 유사하게 유리층 1개 이상에서 NiS로 인해 자연파손이 발생할 가능성은 극히 희박하다. NiS 관련 자연파손을 예방하기 위해 열간 유지 시험이 권장된다.
- SentryGlas® 5000은 높은 강성을 지녔기에, 강화유리가 사용된 경우에도 사면에 프레임을 댄 접합유리에서 광범위하게 “젖은 담요” 효과가 유발되는 상황을 막을 수 있다.



주: 어떤 유형의 유리를 사용할지는 사용자가 직접 결정해야 한다. 위 고려사항은 참고용으로만 제시되었다.

## 민간 주거지역 및 사무지역의 범용 바닥 시공



Mepla에서 유한 요소 모델링 및 계산에 사용된 점하중이 중앙에서 작용하는 유리 패널(1.0 x 1.0 Mts) 메시

AS 1170.1 2002의 표 3.1에 따른 하중 요건

#### 적재 하중

1. 등분포 하중 = 300 kg/m<sup>2</sup>
2. 점하중 = 270 kg

40°C 온도에서 한 시간 동안의 하중 작용

표 3.1 - 적재 바닥 작용의 기준값

| 건물 또는 구조물 일부에서의 활동/사용 유형           | 구체적인 용도                                                                                 | 균일 분포 작용 [kPa]                                | 집중 작용 [kN]                                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>A 가정 및 주거 활동 (C 카테고리 참조)</b>    |                                                                                         |                                               |                                                              |
| A1 독립형 주택                          | 독립형 주택의 일반 공간, 개인 주방 및 세탁실<br><br>바닥 역할을 하는 독립형 주택의 발코니와 지붕<br>a. 지표면에서 1 m 이내<br>b. 기타 | 1.5<br><br>1.5<br>2.0                         | 1.8 <sup>1</sup><br><br>모서리를 따라 1.5 kN/m<br>1.8 <sup>1</sup> |
| A2                                 | 독립형 주택의 층계 및 층계참<br><br>독립형 주택의 주거 불가능한 옥상 공간                                           | 2.0<br><br>0.5                                | 2.7<br><br>1.4 <sup>1</sup>                                  |
| A2 기타                              | 일반 공간, 침실, 병동, 호텔 객실, 화장실 공간<br><br>공동 주방<br><br>바닥 역할을 하는 공용 발코니와 지붕                   | 2.0<br><br>3.0<br><br>접근 가능한 공간과 동일하지만 4.0 이상 | 1.8 <sup>1</sup><br><br>2.7<br><br>1.8                       |
| <b>B 다른 곳에 포함되지 않은 사무실 및 업무 공간</b> |                                                                                         |                                               |                                                              |
|                                    | 수술실, 엑스레이실, 다용도실                                                                        | 3.0                                           | 4.5                                                          |
|                                    | 창고가 없는 작업실(경공업)                                                                         | 3.0                                           | 3.5                                                          |
|                                    | 일반 사무실                                                                                  | 3.0                                           | 2.7 <sup>1</sup>                                             |

<sup>1</sup> AS 1288 - 2006의 표 3.1 참조

민간지역 및 주거지역 / 일반 사무 공간의 바닥 시공 -  
3 x 6 mm (0.24 인치) 유리 + 2 x 1.52 mm SentryGlas® 사용

| 폭<br>[mm] [in] | 변형/<br>응력 | 길이 [mm]     |             | 1100        |             | 1200        |             | 1300        |             | 1400        |             | 1500        |             | 1600        |             |
|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                |           | 정상<br>[MPa] | 파손<br>[MPa] |
| 1000 39.37     | 변형<br>응력  | 2.59        | 3.79        | 2.74        | 4.06        | 2.86        | 4.28        | 2.96        | 4.46        | 3.03        | 4.6         | 3.08        | 4.71        | 3.12        | 4.80        |
|                |           | 28.81       | 32.72       | 29.52       | 33.68       | 30.13       | 34.5        | 30.41       | 34.95       | 30.79       | 35.47       | 31.07       | 35.88       | 31.47       | 36.39       |
| 1100 43.31     | 변형<br>응력  | 2.74        | 4.06        | 2.94        | 4.41        | 3.10        | 4.70        | 3.23        | 4.94        | 3.34        | 5.15        | 3.42        | 5.31        | 3.49        | 5.45        |
|                |           | 29.52       | 33.68       | 29.47       | 33.63       | 30.12       | 34.50       | 30.50       | 35.07       | 30.97       | 35.7        | 31.35       | 36.22       | 31.83       | 36.84       |
| 1200 47.24     | 변형<br>응력  | 2.86        | 4.28        | 3.10        | 4.70        | 3.30        | 5.06        | 3.47        | 5.38        | 3.62        | 5.65        | 3.74        | 5.88        | 3.83        | 6.07        |
|                |           | 30.13       | 34.5        | 30.12       | 34.50       | 30.07       | 34.44       | 30.48       | 35.04       | 31.04       | 35.77       | 31.52       | 36.38       | 32.05       | 37.08       |
| 1300 51.18     | 변형<br>응력  | 2.96        | 4.46        | 3.23        | 4.94        | 3.47        | 5.38        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 30.41       | 34.95       | 30.5        | 35.07       | 30.48       | 35.04       |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1400 55.12     | 변형<br>응력  | 3.03        | 4.60        | 3.34        | 5.15        | 3.62        | 5.65        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 30.79       | 35.47       | 30.97       | 35.70       | 31.04       | 35.77       |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1500 59.06     | 변형<br>응력  | 3.08        | 4.71        | 3.42        | 5.31        | 3.74        | 5.88        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 31.07       | 35.88       | 31.35       | 36.22       | 31.52       | 36.38       |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1600 62.99     | 변형<br>응력  | 3.120       | 4.80        | 3.49        | 5.45        | 3.83        | 6.07        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 31.47       | 36.39       | 31.8        | 36.84       | 32.1        | 37.08       |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1700 66.93     | 변형<br>응력  | 3.15        | 4.86        | 3.54        | 5.56        | 3.9         | 6.23        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 31.62       | 36.64       | 32.05       | 37.17       | 32.34       | 37.51       |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1800 70.87     | 변형<br>응력  | 3.18        | 4.91        | 3.58        | 5.65        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 31.73       | 36.83       | 32.22       | 37.45       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1900 74.80     | 변형<br>응력  | 3.19        | 4.95        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|                |           | 31.62       | 36.77       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |

| 폭<br>[mm] [in] | 변형/<br>응력 | 길이 [mm]     |             | 1700        |             | 1800        |             | 1900 |  | 유리 구조<br>3 x 6 mm (0.24 in) 완전강화유리<br>+ 2 x 1.52 mm SentryGlas®<br><br>하중 및 하중 조합<br>최대 등분포 활하중 = 300 kg/m²<br>점하중 = 270 kg<br><br>시나리오 1: 모든 층이 정상<br>1.2 x 자중 + 1.5 x 적재 활하중<br><br>시나리오 2: 1개 층이 우발적으로 파손됨<br>1.0 x 자중 + 1.0 x 적재 활하중<br><br>중요사항<br>1. 적재 활하중은 40°C에서 한 시간 동안<br>작용하는 것으로 간주<br>2. SentryGlas®의 영계수 = 27.8 MPa<br>3. 1개 층 파손 시나리오에 대한 변형값은<br>참고용으로만 계산함. 설계 요건은 아닐 수 있음<br><br>고려되는 최대 허용변형 = 폭/300<br><br>변형 및 응력의 최대값을 기재함. 대부분은 점하중 사례에<br>해당됨<br><br>1시간 하중에 대한 유리 유형별 허용응력<br>■ 완전강화유리 = 62.9 MPa<br>■ 배강도유리 = 29.2 MPa |
|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |           | 정상<br>[MPa] | 파손<br>[MPa] | 정상<br>[MPa] | 파손<br>[MPa] | 정상<br>[MPa] | 파손<br>[MPa] |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1000 39.37     | 변형<br>응력  | 3.15        | 4.86        | 3.18        | 4.91        | 3.19        | 4.95        |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           | 31.62       | 36.64       | 31.73       | 36.83       | 31.62       | 36.77       |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1100 43.31     | 변형<br>응력  | 3.54        | 5.56        | 3.58        | 5.65        |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           | 32.05       | 37.17       | 32.22       | 37.45       |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1200 47.24     | 변형<br>응력  | 3.90        | 6.23        |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           | 32.34       | 37.51       |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1300 51.18     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1400 55.12     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1500 59.06     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1600 62.99     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1700 66.93     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1800 70.87     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1900 74.80     | 변형<br>응력  |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                |           |             |             |             |             |             |             |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

공공 장소용  
유리 보도



태국 방콕 마하나콘 스카이워크

**AS 1170.1 2002**  
표 3.1에 따른  
하중 요건

**적재 하중**

1. 등분포 하중 = 500 kg/m²  
2. 점하중 = 360 kg

40°C 온도에서 한 시간 동안의  
하중 작용

표 3.1 - 적재 바닥 작용의 기준값

| 건물 또는 구조물 일부에서의<br>활동/사용 유형 | 구체적인 용도                                                            | 균일 분포 작용<br>[kPa] | 집중 작용<br>[kN] |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>C 사람이 모일 수 있는 장소</b>     |                                                                    |                   |               |
| C4 물리적 활동이 진행될 수 있는 장소      | 댄스 홀 및 댄스 스튜디오, 체육관<br>훈련 도장 및 훈련실                                 | 5.0<br>5.0        | 3.6<br>9.0    |
| C5 과밀해질 수 있는 장소             | 고정된 좌석이 없는 집결지<br>(콘서트홀, 바, 대기실, 예배 장소,<br>쇼핑몰, 관중석)<br>공공 집결지의 무대 | 5.0<br>7.5        | 3.6<br>4.5    |
| <b>D 쇼핑 공간</b>              | 상품 판매 및 진열용<br>상점 바닥                                               | 4.0               | 3.6           |

최대 허용 바닥 크기에 대한 응력 및 변형 결과

과밀해질 수 있는 공공 장소의 바닥 -  
**3 x 8 mm (0.31 인치) 유리 + 2 x 1.52 mm SentryGlas® 사용**  
 (위급상황에서 사람들이 모일 수 있는 상업 공간 및 쇼핑 공간)

| 폭<br>[mm] [in] | 변형/<br>응력 | 길이 [mm]     |       | 1200        |        | 1400        |       | 1600        |       | 1800        |       | 2000        |       | 2200        |        | 2400        |       | 2600        |       | 2800        |       | 3000        |       | 3200        |       | 3400        |       | 3600        |    |  |
|----------------|-----------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|----|--|
|                |           | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손     | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손     | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손    | 정상<br>[MPa] | 파손 |  |
| 1200 47.24     | 변형<br>응력  | 2.32        | 3.49  | 2.54        | 3.9    | 2.68        | 4.19  | 2.78        | 4.39  | 2.84        | 4.55  | 2.87        | 4.88  | 2.93        | 5.13   | 3.03        | 5.34  | 3.10        | 5.50  | 3.16        | 5.62  | 3.20        | 5.71  | 3.23        | 5.78  | 3.25        | 5.84  |             |    |  |
|                |           | 25.09       | 28.41 | 25.91       | 29.70  | 26.74       | 30.81 | 27.18       | 31.47 | 27.31       | 31.8  | 27.62       | 32.18 | 27.72       | 32.36  | 27.64       | 32.37 | 27.81       | 32.54 | 27.82       | 32.59 | 27.69       | 32.52 | 27.84       | 32.65 | 27.84       | 32.66 |             |    |  |
| 1400 55.12     | 변형<br>응력  | 2.54        | 3.90  | 2.86        | 4.54   | 3.12        | 5.15  | 3.43        | 6.06  | 3.84        | 6.86  | 4.18        | 7.54  | 4.46        | 8.11   |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 25.91       | 29.70 | 25.38       | 29.13  | 26.33       | 30.47 | 26.99       | 31.45 | 27.31       | 32.05 | 27.77       | 32.66 | 27.98       | 33.022 |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 1600 62.99     | 변형<br>응력  | 2.68        | 4.19  | 3.12        | 5.15   | 3.74        | 6.67  | 4.48        | 8.13  | 5.16        | 9.47  |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 26.74       | 30.81 | 26.33       | 30.47  | 26.89       | 31.01 | 27.68       | 32.20 | 28.17       | 33.06 |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 1800 70.87     | 변형<br>응력  | 2.78        | 4.39  | 3.43        | 6.06   | 4.48        | 8.13  |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.18       | 31.47 | 26.99       | 31.45  | 27.68       | 32.20 |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 2000 78.74     | 변형<br>응력  | 2.84        | 4.55  | 3.84        | 6.86   | 5.16        | 9.47  |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.31       | 31.80 | 27.31       | 32.05  | 28.17       | 33.06 |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 2200 86.61     | 변형<br>응력  | 2.87        | 4.88  | 4.18        | 7.54   |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.62       | 32.18 | 27.77       | 32.66  |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 2400 94.49     | 변형<br>응력  | 2.93        | 5.13  | 4.46        | 8.11   |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.72       | 32.36 | 27.98       | 33.022 |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 2600 102.36    | 변형<br>응력  | 3.03        | 5.34  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.64       | 32.37 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 2800 110.24    | 변형<br>응력  | 3.10        | 5.50  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.81       | 32.54 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 3000 118.11    | 변형<br>응력  | 3.16        | 5.62  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.82       | 32.59 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 3200 125.98    | 변형<br>응력  | 3.20        | 5.71  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.69       | 32.52 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 3400 133.86    | 변형<br>응력  | 3.23        | 5.78  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.84       | 32.65 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
| 3600 141.73    | 변형<br>응력  | 3.25        | 5.84  |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |
|                |           | 27.84       | 32.66 |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |        |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |    |  |

유리 구조  
 3 x 8 mm (0.31 in) 안전강화유리  
 + 2 x 1.52 mm SentryGlas®

하중 및 하중 조합  
 최대 등분포 활하중 = 500 kg/m<sup>2</sup>  
 점하중 = 360 kg

시나리오 1: 모든 층이 정상  
 1.2 x 자중  
 + 1.5 x 적재 활하중

시나리오 2:  
 1개 층이 우발적으로 파손됨  
 1.0 x 자중  
 + 1.0 x 적재 활하중

중요사항  
 1. 적재 활하중은 40°C에서 한 시간 동안 작용하는 것으로 간주  
 2. SentryGlas®의 영계수 = 27.8 MPa  
 3. 1개 층 파손 시나리오에 대한 변형값은 참고용으로만 계산함. 설계 요건은 아닐 수 있음

고려되는 최대 허용변형 = 폭/300

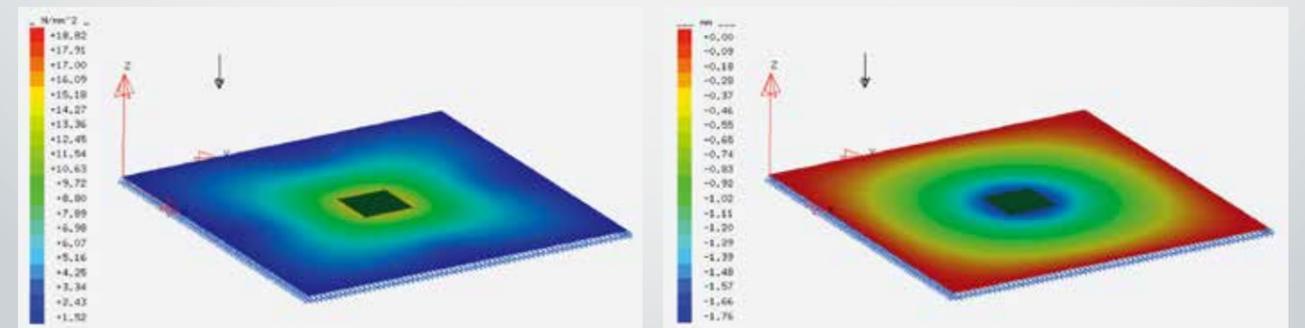
변형 및 응력의 최대값을 기재함. 대부분은 점하중 사례에 해당됨

1시간 하중에 대한 유리 유형별 허용응력

- 완전강화유리 = 62.9 MPa
- 배강도유리 = 29.2 MPa



태국 방콕 마하나콘 스카이워크



적재 하중 1.0 x 1.0 Mts에서 유리 패널의 최대 주응력도 등고선

적재 하중 1.0 x 1.0 Mts에서 유리 패널의 최대 변형 등고선

최대 허용 바닥 크기에 대한 응력 및 변형 결과

과밀해질 수 있는 공공 공간의 바닥 -  
3 x 10 mm (0.39 인치) 유리 + 2 x 1.52 mm SentryGlas® 사용

(위급상황에서 사람들이 모일 수 있는 상업 공간 및 쇼핑 공간)

| 폭<br>[mm] [in] | 변형/<br>응력 | 길이 [mm] |       | 1600  |       | 1800  |       | 2000  |       | 2200  |       | 2400  |       | 2600  |       | 2800  |       | 3000  |       | 3200  |       | 3400  |       | 3600  |    | 유리 구조<br>3 x 10 mm (0.39 in) 완전강화유리<br>+ 2 x 1.52 mm SentryGlas®<br><br>하중 및 하중 조합<br>최대 등분포 활하중 = 500 kg/m²<br>점하중 = 360 kg<br>시나리오 1: 모든 층이 정상<br>1.2 x 자중<br>+ 1.5 x 적재 활하중<br>시나리오 2: 1개 층이 우발적으로 파손됨<br>1.0 x 자중<br>+ 1.0 x 적재 활하중<br><br>중요사항<br>1. 적재 활하중은 40°C에서 한 시간 동안 작용하는 것으로 간주<br>2. SentryGlas®의 영계수 = 27.8 MPa<br>3. 1개 층 파손 시나리오에 대한 변형값은 참고용으로만 계산함. 설계 요건은 아닐 수 있음<br><br>고려되는 최대 허용변형 = 폭/300<br><br>변형 및 응력의 최대값을 기재함. 대부분은 점하중 사례에 해당됨<br><br>1시간 하중에 대한 유리 유형별 허용응력<br>■ 완전강화유리 = 62.9 MPa<br>■ 배강도유리 = 29.2 MPa |
|----------------|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |           | 정상      | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1600           | 62.99     | 변형      | 2.21  | 3.78  | 2.64  | 4.60  | 3.04  | 5.35  | 3.38  | 6.02  | 3.68  | 6.61  | 3.94  | 7.12  | 4.15  | 7.56  | 4.33  | 7.92  | 4.48  | 8.23  | 4.60  | 8.49  | 4.70  | 8.71  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 18.25 | 20.98 | 18.81 | 21.82 | 19.19 | 22.44 | 19.62 | 23.05 | 19.88 | 23.46 | 19.98 | 23.7  | 20.20 | 24.01 | 20.30 | 24.19 | 20.29 | 24.26 | 20.43 | 24.44 | 20.47 | 24.52 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1800           | 70.87     | 변형      | 2.64  | 4.60  | 3.26  | 5.77  | 3.84  | 6.90  | 4.37  | 7.96  | 4.86  | 8.92  | 5.28  | 9.78  | 5.65  | 10.54 |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 18.81 | 21.82 | 18.80 | 21.81 | 19.25 | 22.55 | 19.79 | 23.31 | 20.14 | 23.87 | 20.34 | 24.25 | 20.64 | 24.68 |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2000           | 78.74     | 변형      | 3.04  | 5.35  | 3.84  | 6.90  | 4.63  | 8.46  | 5.39  | 9.98  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 19.19 | 22.44 | 19.25 | 22.55 | 18.92 | 22.22 | 19.48 | 23.05 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2200           | 86.61     | 변형      | 3.38  | 6.02  | 4.37  | 7.96  | 5.39  | 9.98  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 19.62 | 23.05 | 19.79 | 23.31 | 19.48 | 23.05 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2400           | 94.49     | 변형      | 3.68  | 6.61  | 4.86  | 8.92  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 19.88 | 23.46 | 20.14 | 23.87 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2600           | 102.36    | 변형      | 3.94  | 7.12  | 5.28  | 9.78  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 19.98 | 23.7  | 20.34 | 24.25 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2800           | 110.24    | 변형      | 4.15  | 7.56  | 5.65  | 10.54 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 20.20 | 24.01 | 20.64 | 24.68 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3000           | 118.11    | 변형      | 4.33  | 7.92  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 20.30 | 24.19 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3200           | 125.98    | 변형      | 4.48  | 8.23  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 20.29 | 24.26 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3400           | 133.86    | 변형      | 4.60  | 8.49  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 20.43 | 24.44 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3600           | 141.73    | 변형      | 4.70  | 8.71  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 20.47 | 24.52 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

과밀해질 수 있는 공공 공간의 바닥 -  
3 x 12 mm (0.47 인치) 유리 + 2 x 1.52 mm SentryGlas® 사용

(위급상황에서 사람들이 모일 수 있는 상업 공간 및 쇼핑 공간)

| 폭<br>[mm] [in] | 변형/<br>응력 | 길이 [mm] |       | 2000  |       | 2200  |       | 2400  |       | 2600  |       | 2800  |       | 3000  |       | 3200  |       | 3400  |       | 3600  |       | 3800  |    | 유리 구조<br>3 x 12 mm (0.47 in) 완전강화유리<br>+ 2 x 1.52 mm SentryGlas®<br><br>하중 및 하중 조합<br>최대 등분포 활하중 = 500 kg/m²<br>점하중 = 360 kg<br>시나리오 1: 모든 층이 정상<br>1.2 x 자중<br>+ 1.5 x 적재 활하중<br>시나리오 2: 1개 층이 우발적으로 파손됨<br>1.0 x 자중<br>+ 1.0 x 적재 활하중<br><br>중요사항<br>1. 적재 활하중은 40°C에서 한 시간 동안 작용하는 것으로 간주<br>2. SentryGlas®의 영계수 = 27.8 MPa<br>3. 1개 층 파손 시나리오에 대한 변형값은 참고용으로만 계산함. 설계 요건은 아닐 수 있음<br><br>고려되는 최대 허용변형 = 폭/300<br><br>변형 및 응력의 최대값을 기재함. 대부분은 점하중 사례에 해당됨<br><br>1시간 하중에 대한 유리 유형별 허용응력<br>■ 완전강화유리 = 62.9 MPa<br>■ 배강도유리 = 29.2 MPa |
|----------------|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |           | 정상      | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손    | 정상    | 파손 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2000           | 78.74     | 변형      | 2.99  | 5.30  | 3.47  | 6.24  | 3.93  | 7.13  | 4.34  | 7.94  | 4.71  | 8.69  | 5.04  | 8.69  | 5.33  | 9.95  | 5.58  | 10.48 | 5.80  | 10.94 | 6.00  | 11.35 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 13.82 | 16.2  | 14.25 | 16.85 | 14.59 | 15.33 | 14.82 | 17.79 | 15.12 | 18.22 | 15.31 | 18.22 | 15.40 | 20.89 | 15.59 | 21.92 | 16.14 | 22.82 | 16.64 | 23.61 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2200           | 86.61     | 변형      | 3.47  | 6.24  | 4.12  | 7.50  | 4.74  | 8.72  | 5.32  | 9.89  | 5.85  | 10.98 | 6.34  | 11.98 | 6.79  | 12.89 |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 14.25 | 16.85 | 14.53 | 17.14 | 14.91 | 17.74 | 15.20 | 17.94 | 15.56 | 18.77 | 15.81 | 20.90 | 16.33 | 22.37 |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2400           | 94.49     | 변형      | 3.93  | 7.13  | 4.74  | 8.72  | 5.54  | 10.32 | 6.31  | 11.88 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 14.59 | 15.33 | 14.91 | 17.74 | 14.93 | 17.77 | 15.25 | 18.33 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2600           | 102.36    | 변형      | 4.34  | 7.94  | 5.32  | 9.89  | 6.31  | 11.88 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 14.82 | 17.79 | 15.20 | 17.94 | 15.25 | 18.33 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2800           | 110.24    | 변형      | 4.71  | 8.69  | 5.85  | 10.98 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 15.12 | 18.22 | 15.56 | 18.77 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3000           | 118.11    | 변형      | 5.04  | 8.69  | 6.34  | 11.98 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 15.31 | 18.22 | 15.81 | 20.90 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3200           | 125.98    | 변형      | 5.33  | 9.95  | 6.79  | 12.89 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 15.40 | 20.89 | 16.33 | 22.37 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3400           | 133.86    | 변형      | 5.58  | 10.48 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 15.59 | 21.92 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3600           | 141.73    | 변형      | 5.80  | 10.94 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 16.14 | 22.82 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3800           | 149.61    | 변형      | 6.00  | 11.35 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                |           | 응력      | 16.64 | 23.61 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



trosifol@kuraray.com  
www.trosifol.com

Kuraray Group의 더 많은 제품을 보려면 [www.kuraray.com](http://www.kuraray.com)을 방문하십시오.  
Trosifol® 제품에 관한 자세한 정보는 [www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)에서 확인하실 수 있습니다.

**Kuraray America, Inc.**

PVB Division  
Wells Fargo Tower  
2200 Concord Pike, Ste. 1101  
Wilmington, DE 19803, USA  
+ 1 800 635 3182

**Kuraray Europe GmbH**

PVB Division  
Muelheimer Str. 26  
53840 Troisdorf  
Germany  
+49 2241 2555 220

**Kuraray Co., Ltd**

PVB Division  
1-1-3, Otemachi  
Chiyoda-Ku, Tokyo, 100-8115  
Japan  
+ 81 3 6701 1508

**Kuraray Korea Ltd.**

PVB Division  
#430, Nonhyeun-ro, Gangnam-gu,  
Seoul, Korea  
+82 2 2182 6500

**쿠라레코리아 유한회사**

PVB사업부  
서울특별시 강남구 논현로 430(역삼동)  
아세아타워 8층  
02 2182 6500