

샌드위치 패널의 열적 손상에 의한 부식 형상에 관한 연구

A study on the shapes of thermal corrosion in sandwich panel

인천지방경찰청 김 현 동

ABSTRACT

In this experimental report, We introduce an idea of thermal corrosion in sandwich panel. In brief, Because the structures of sandwich panel are easily collapsed by thermal damage caused by a fire, it is very difficult to investigate a point and origin of fire.

Therefore, If the shapes of thermal corrosion are reconstructed according to change of temperature and lapse time by experiment in sandwich panel, it is very simple task that fire scene investigators search for a point and origin of fire.

As a result, we present the difference of thermal corrosion between samples which are applied heat by many-sided variable, such as temperature, heating time, lapse time, humidity, and others.

I. 서론

1. 실험목적

화재현장중 샌드위치패널구조의 건물화재는 판넬의 재료특성상 연소의 진행속도가 빠르고 판넬의 손상도 매우 크므로 화재원인조사시 화재당시의 연소상태를 이해하기에 큰어려움이 있어왔던 것이 사실이다. 이실험은 이러한 사실에 기인하여 여러조건속에서 샌드위치패널을 연소시킨후 판넬표면에 나타난 여러 가지 특징등을 통해 판넬이 화염에 노출되었을때의 상황을 이해하고, 또한 시간 경과에 따른 판넬표면의 다양한 부식(corrosion)정도도 함께 관찰하여 판넬의 화염 노출정도와 부식 진행상황과의 관계를 비교한다.

2. 부식(corrosion)의 개념

(1) 부식의 개념

부식이란 한마디로 금속이 액체용액속에 의해 퇴보하는 현상이라고 정의할 수 있다. 이를 다른말로 표현하면 주위 환경과 전기 화학적 절차(electrochemical mechanism)에 의해 금속에 가해지는 공격이라고도 할 수 있다.

금속은 자연계에서 대부분 산소와 결합된 산화물 또는 황과 결합된 유화물 등의 형태로 존재하고 있는데 전기 제련등의 분리환원과정을 통해 순수한 금속상태로 되어 있는 경우 자연환경하에서는 화합물의 형태로 변하려는

경향을 가지고 있다.

이러한 과정을 전기적으로 설명하면 전위가 낮은곳(음극, 전자가많이존재하는곳)은 전위가 높은곳(양극)으로 전자를 주어 전해액으로 용해(산화반응)되고 높은부분에 도달한 전자는 이부분에 전해액으로부터 확산 또는 이동해온 이온을 환원함으로써 소비되는 데 이이동이 반복되며 부식이 진행되고 이동과정이 빠르면 부식의 진행속도도 빠르다.

따라서 순수한 금속이 화합물의 형태 즉, 부식되기 위해서는 3가지 조건이 만족돼야 하는데 첫째,양극과 음극이 존재할 것 둘째,양극과 음극이 전기적으로 접촉되어 전자가 전도될수 있을 것 셋째,전해액이 존재하여 이온의 전도가 가능해야한다.

(2)부식의 종류

부식은 특유의 매커니즘에 의해 몇가지 종류로 구분해 볼 수 있다.

▶ 균일부식

금속표면의 전체가 균일하게 부식되며이 경우 금속은 점차로 두께가 감속하게 된다.

▶ 국부부식

1) 갈바닉 부식(galvanic corrosion)

이종금속이 접촉되어 있을 때 활성전위를가진 금속측의 부식이 촉진되는 부식으로 예를들어 철이 철보다 이온화경향이 큰 아연과접촉되어 있을 때는 아연만 부식되고 반대로 철과 구리가 맞닿아있을 때 구리는 절대 부식

되지 않는다.

2) 틈부식 (crevice corrosion)

전해액에 노출된 금속 표면상의 어떤 틈 또는 가려진 부분내에서 국부적으로 심한 부식이 발생하는 것. 구멍, 가스켓 표면, 포개어 있는부분, 볼트와 리벳헤드밀의 틈등에 정제된 적은양의 용액과 관련이 깊다.

3) 공식 (pitting)

부식이 금속 표면의 국부에만 집중하고 이 부분에서의 부식속도가 특히 빨라서 금속 내로 깊이 뚫고 들어가는 현상. 스테인레스강이나 Al등과 같이 금속표면의 부동태 피막에 의해 내식성을 얻은 금속에서 흔히 관찰됨.

4) 입계부식 (intergranular corrosion)

금속은 대부분의 환경에서 입계 (grain boundary)의 영향을 크게 받지않지만 예외적으로 어떤 조건하에서는 결정립계가 대단히 큰 반응성을 가지게 되어 입계가 선택적으로 부식될수있는데. 예로 스테인레스강이 약 400-800℃온도로 가열되면 입계부식에 대 단히 민감해진다.

5) 선택부식

합금중 한성분이 부식으로 인해 선택적으로 제거되는 현상으로 황동에서 Zn의 제거가 그 한예다.

6) 침식부식 (erosion corrosion)

부식용액과 금속표면 사이의 상대적인 운동으로 인하여 금속의 부식속도가 더욱촉진 되는 현상으로 여기에 영향을 미치는 조건에는 표면피막, 유속, 교류, 충돌, 갈바닉, 금속 등이 있다.

3. 샌드위치판넬의 구조와 종류.

샌드위치판넬은 얇은 강판사이에 단열재를 넣은 것으로 단열재의 종류와 두께에 따라 여러 가지 종류로 나뉜다.

(1) E.P.S판넬

E.P.S 판넬은 Expanded Poly Styren(E.P.S) 재질의 단열재를 사용한 단열 판넬로서 각종공장, 냉동창고, 주차타워, 상가 및 전시장, 사무실, 주택 등에 가장 광범위하게 사용되고 있는 판넬.

표면 강판은 실리콘 폴리에스테르 코팅이나 불소 코팅을 함으로 내후성, 내식성, 내구성, 내열성, 내습성, 내마모성, 가공성이 우수. 에너지 절감 효과가 단열 제품으로서 유지비용이 적게든다.

(2) 글라스울 판넬(glass wool)

불연 단열재인 유리섬유를 사용함으로써 단열 효과 및 화재시 불에 타지 않고, 유독 가스가 발생하지 않고 특히 유리섬유의 입자들이 음의 진동을 완충시켜 차음 및 방음, 흡음에 효과적.

(3) 미네랄울 판넬(Mineral Wool)

규산 칼슘계의 광석을 1500~1700℃의 고열로 용융액화시켜 고속회전원심 공법으로 만든 순수한 무기질 섬유 (Mineral Wool)를 단열제로 사용. 사용온도가 상온 650℃로 내화성이 뛰어나.

(4) 우레탄 판넬

Polyisocyanurate foam(PIR)을 단열소재로 사용. 난열성, 내열성, 저연성 등을 개선 보완한 판넬.

PIR폼은 난연성으로 열로 인한 수축팽창이 적고 자기접착력을 가지고 있어 별도의 접착제가 필요없음.

II. 본론

1. 실험시료

(1) E.P.S판넬(20cm×20cm)8장

- 강판 0.4mm(아연도금)
- 두께 50mm
- 단열재(적용온도:-118~96℃)

(2) 물,버너

2. 실험방법

- (1) 시료중 3개를 30초, 1분, 3분씩 약900℃의 화염으로 가열한후 자연냉각.
- (2) 시료중 3개를 2분, 3분, 5분씩 약900℃의 화염으로 가열한후 물을 부워 강제냉각.
- (3) 시료 모두를 15일에 걸쳐 외부에 방치한후 5일마다 변화과정을 촬영한다.

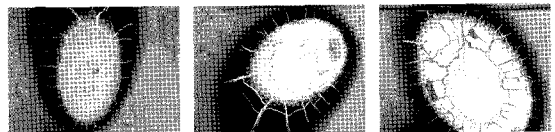
III. 결론

1. 실험결과

○ 가열시간에 따른 표면의 상태변화.

◆ 자연냉각

(그림1)



▲30초가열

▲1분가열

▲3분가열

- 가열시간이 길어질수록 도장제의 균열정도가 커지고 색깔은 얼어짐.

◆ 물에의한 강제냉각

- 도장제가 물에 씻겨나가서 철판이 그대로 들어남
- 열을 가함에 따라 강판의 색깔이 변함(열은회색에서 짙은회색)

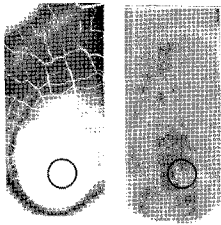
(그림2)



▲2분 가열 5일 경과 ▲3분 가열후 5일 경과 ▲5분 가열후 5일 경과

○ 동일한면에서의 가열후 부위에 따른 부식정도 변화

◆ 가열직후 모습

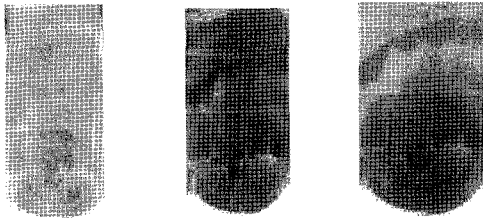


- ※ 동일하게 5분가열후
- ※ 왼쪽은 자연냉가
- ※ 오른쪽은 강제냉각시킴

(그림3)

- 강제냉각된 판넬의 도장재는 물에 의해 모두 씻겨 나감.

◆ 강제냉각된 시료의 시간변화에 따른 부위별 부식 상태



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과

(그림4)

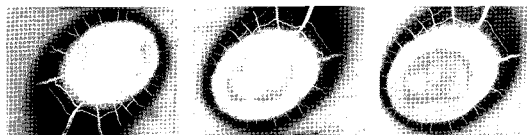
- 강제냉각된 판넬의 강관이 주가열부를 중심으로 타원을 이루며 부식되고 있음.

○ 시간의 경과에 따른 부식상태

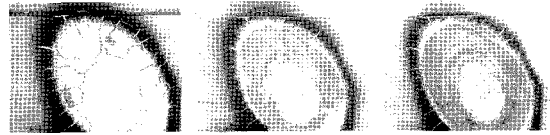
◆ 자연냉각 시료 (30초, 1분, 3분 가열)



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과

- 시간이 경과됨에 따라 강관이 부식되기 시작
- 가열시간이 길었던 시료가 그렇지 않았던 시료에 비해 부식의 진행이 조금빠름.

◆ 강제냉각 시료 (2분, 3분, 5분 가열)



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과



▲5일경과 ▲10일경과 ▲15일경과

- 시간이 경과됨에 따라 가열면이 부식되기 시작
- 가열시간이 길었던 시료가 그렇지 않았던 시료에 비해 부식의 진행이 매우빠름.

2. 분석

(1) 냉각방식에 따른 비교

(표1)

방식	시간	도장재	강관 변색과정	부식정도
강제냉각		남아있지 않음	연한회색에서 짙은 회색	매우느림
자연냉각		남아있음	연한회색에서 짙은 회색	빠름

(2) 부식정도 비교

강제냉각 시료의 경우 가열시간이 길수록 부식의 진행 속도가 매우빠름.

3. 검토

- (1) 샌드위치판넬의 강관이 가열시간이 길어질수록 짙은회색을 띠게되는 것은 철의 특성상 높은온도로 가

열하면 검은색의 사산화삼철(Fe_2O_3)로 변하게 되는데 이과정이 표현된 것으로 볼수있음.

- (2) 강판에 대한 가열시간이 길수록 부식의 진행속도가 빠른 것은 강판을 가열하면 가열되는 부분의 에너지가 커져 다른부위로 전자를 많이 이동시키게되고, 따라서 이부분에 산화작용이 왕성하게 이루어져 부식의 진행속도가 빨라지게 되는 것으로 판단됨.
강제냉각시킨판넬과 자연냉각시킨판넬의 부식정도의 차이는 자연냉각된 강판은 천천히 냉각되면서 강판전체가 전기적으로 안정화되었고, 강제냉각된 강판은 갑작스런 냉각과정에서 가열시 변형된 금속조직이 원래형태로 돌아오지 못해 전기적 불안정상태가 유지된데서 부식의 차이가 난 것으로 볼수있음.

4. 화재원인조사과정에서의 이용

화재현장에서 샌드위치판넬외부 강판이 짙은회색을 띠는 곳이 그보다 옅은곳보다, 부식이 많이 된곳이 그렇지 않은곳에 비해 오랫동안 많은열을 받은곳이라고 볼수 있음.