

증방식 도장에 있어서 일어나는  
도막의 결함과 그 대책

건설화학공업주식회사  
부산기술연구소 기술3팀  
차장 정 채 화



1. 도료의 저장중에 일어나는 결함:

| 종 류                           | 현 상  | 발 생 원 인   | 방 지 대 책  | 발생시 조치사항  |
|-------------------------------|--|---|--|---|
| 피막 (Skinning)                 | 도료의 저장중 또는 용기내 방치시 도료의 표면에 피막이 형성되는 현상으로 유성, 알키드계 도료의 표면이 용기중의 공기에 의해 산화, 건조되어 피막이 발생하는 경우가 많다 | 1. 피막방지제의 부족이나 건조제가 과잉일 경우.<br>2. 용기내의 공간이 커서 산소의 양이 많을 경우.<br>3. 사용잔량을 뚜껑을 열어 둔채 방치하였을 경우.   | 1. 피막방지제와 건조제의 균형을 맞춘다.<br>2. 양에 알맞는 용기를 사용하고 질소로 치환한다.<br>3. 밀봉하던가 새로운 용기에 옮기고 짧은 시간이면 용제를 부어 놓는다.                | 피막을 제거한다. 피막이 작을 경우 여과하여 사용하고 피막이 심할 경우는 폐기한다.  |
| 증점 (Bodying)<br>겔화 (Gelation) | 점도가 상승하여 유동성이 감소하는 것을 증점, 완전히 유동성이 없이 젤리 상이 되는 것을 겔화.  | 1. 도료는 거의 시간 경과에 따라 증점현상은 있다.<br>2. 저장중 산화·중합에 의한 경우<br>3. 부적당한 신나로 희석 하였을 경우.<br>4. 용기의 밀폐가 충분치 못하여 용제가 휘발한 경우.<br>5. 염화비닐, 염화고무계 도료를 저온에 저장 하였을 경우. (특히 염화비닐에서 일어나기 쉬운 Pudding)<br>6. 종류가 서로 다른 도료 또는 제조자가 다른 동일 계통의 도료를 혼합 저장하였을 경우.<br>7. 다액형 도료를 혼합 후 가사시간이 지난 경우. | 1. 재고 기간을 단축하고, 도료는 직사광선을 피하여 보관.<br>3. 필히 규정된 신나를 사용하도록 한다.<br>4. 용기의 밀폐를 충분히 한다.<br>5. 사용 전날 따뜻한 곳에 이동, 보관토록 한다. | 증점된 도료는 신나를 가하여 충분히 교반하면 도장 가능하다.<br><br>가온하면 원래 상태로 환원되며, 품질변화는 없다.<br><br>겔화된 것은 폐기 |
| 안료의 침전 (Setting, Caking)      | 도료 내의 안료가 저장중에 침강해서 퇴적하는 현상.   | 1. 장기 저장한 경우.<br>2. 특히 비중이 큰 안료는 저장중 침강하기 쉽다.   | 1. 장기 저장을 피하고 오래된 도료부터 사용토록 한다.<br>2. 제조성능에 영향을 미치지 않는 범위에서 적당한 침강방지제를 사용.   | 충분히 교반하면 원 상태로 된다.<br>용기를 정기적으로 뒤집어 보관한다.   |

| 종 류     | 현 상   | 발 생 원 인  | 방 지 대 책   | 발생시 조치사항  |
|---------|---|--|---|---|
|         |   | 3. 회석하지 않고 도장 가능 하도록 제조한 점도가 낮은 경우에 많이 발생된다.<br>4. 회석한 도료를 장시간 방치하였을 경우.                             | 4. 필요 이상의 도료를 미리 회석하지 않도록 한다.   |   |
| Seeding | 저장중 도료 내에 작은 결정이 무수히 발생하여 도장하면 도막에 좁쌀 같은 것이 생기는 현상. | 저장중에 온도의 상승, 저하를 반복했을 때 첨가제 등이 미세한 핵으로 되어 결정이 생긴다. 큰 것은1mm정도 되는 것도 있다<br>유성, 알키드 및 CR계 도료에서 일어나기 쉽다. | 1. 오래된 것 부터 사용<br>2. 온도차가 심하지 않는 조건에 저장.<br>3. 사용하는 첨가제의 특성을 충분히 파악하여 종류 및 양에 주의한다. | 새로운 도료로 교환.<br>발생량이 적으면 여과하여 사용.<br>도료에 열을 가하였다가 천천히 식히면 사용 가능한 경우도 있다. |
| 가스 발생   | 용기내에서 가스가 발생하여 용기나 뚜껑이 부풀어 오르는 현상.                  | 1. 도료성분의 반응.<br>2. 도료의 장기간 보관.<br>3. 높은 온도에서 도료 보관.  | 1. 조기에 사용.<br>2. 장기저장을 피한다.<br>3. 냉암소 보관.   | 도막물성상 지장은 없다.<br>우레탄 경화제의 경우 심하면 폐기                                     |

2. 도장 및 건조과정에서 일어나는 도막 결함:

| 종 류                    | 현 상  | 발 생 원 인   | 방 지 대 책   | 발생시 조치사항   |
|------------------------|--|---|---|--|
| 도막과다 및 도막부족            | 규정 도막보다 도막이 두껍거나 얇은 것으로 여러가지 도막 결함의 2차적 원인으로 된다. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 도료의 점도가 높을 경우 도막과다로 되고, 도료의 점도가 낮을 경우 도막두께 부족으로 된다.</li> <li>2. Airless 도장의 경우 사용 팁의 종류, 압력, 건(gun)의 운행 속도 등에 따라 도막 두께의 변동이 많다.</li> <li>3. 피도물의 형상에 따라(도장하기 곤란한 부위 등) 과도막 형성의 경우가 많다.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 적절한 도료점도로 조절</li> <li>2. 규정된 팁, 압력, 운행속도를 준수.</li> <li>3. 숙련된 도장 작업자가 도장.</li> <li>4. 사전 시험도장을 해 보거나 습도막 두께 측정기로 Check하여 도막 관리한다.</li> </ol>      | <p>도막 부족시 한번 더 도장토록 하고 도막이 두꺼울 경우는 조치가 곤란하다.</p> <p>2차 결함이 일어나지 않을 경우는 무난하다.</p> <p>2차 결함 발생시 그 결함에 대한 조치.</p> |
| 흐름성 (Sagging, Running) | 수직면으로 도장하였을 때 도장직후 또는 지축 건조 사이에 도막이 흘러 내리는 현상.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 두껍게 도장하였을 때.</li> <li>2. 지나친 회석으로 점도가 낮았을 때.</li> <li>3. Airless 도장시 팁이 크거나 2차압이 낮아 무화가 잘 안되었을 때.</li> <li>4. 저온으로 건조시간이 길 때.</li> <li>5. 도료가 오래되어 흐름방지제의 효과가 저하되었을 때.</li> </ol>                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 규정도막을 유지한다.</li> <li>2. 회석량을 줄인다.</li> <li>3. 팁 사이즈를 줄여 도료 토출량을 적게하고 2차압을 높인다.</li> <li>4. 주위 환경을 감안하여 도장.</li> <li>5. 사전 시험도장을 하여 확인.</li> </ol> | <p>외관상 문제가 될 경우 흐른 부위는 제거.</p> <p>정상조건에서도 흐를 경우 제조자와 협의하여 조치</p>   |
| 벗자국, 붓얼룩               | 벗도장의 경우 벗자국에 의하여 불균일한 도막두께가 형성되어 외관이 불량한 현상.     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 흐름성의 역영향으로 도료의 최소성이 크고, 도장후 퍼짐성이 불량할 때 발생된다.</li> <li>2. 도료의 점도가 높을 때.</li> <li>3. 짧은 털이나 딱딱한 털의 붓을 사용하였을 때.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 흐름과 역현상이므로 양자의 균형이 요구된다.</li> <li>2. 벗자국이 없을 정도로 충분히 회석.</li> <li>3. 도료에 적합한 붓을 선택하고 붓의 움직이는 방향을 종·횡으로 변경하여 도장.</li> </ol>                        | <p>외관상 크게 불량한 경우는 재도장한다.</p> <p>제조자와 협의하여 퍼짐성을 개선토록 한다.</p> <p>넓은 면적은 도장 전에 알 수 있으므로 방지 대책으로 작업토록 한다</p>       |

| 종 류                      | 현 상   | 발 생 원 인   | 방 지 대 책   | 발생시 조치사항   |
|--------------------------|---|---|---|--|
|                          |   |   | 4. 도장 작업자의 숙련도에 크게 좌우된다.  |  |
| 실갈림<br>(Cobwebbing)      | Airless 도장시 완전히 무화되지 않고 가는 실 모양으로 도장되어 도장면이 마치 거미집을 풀로 붙인 것과 같은 현상                                  | 1. 도료중 사용 전색제의 조성.(염화비닐, 염화고무계 도료에 일어나기 쉽다.)<br>2. 희석제의 용해력 부족으로 증발속도가 빠를 때.<br>3. 팁의 구경이 작고 압력이 높았을 때.<br>4. 고점도로 도장할 때.                                       | 1. 전색제의 농도 조절.<br>2. 용해력이 크고 증발속도가 느린 용제 사용.<br>3. 팁의 구경이나 압력을 조절.<br>4. 적당히 희석하여 도장.                           | 본 현상에 의한 도막은 부착력이 불량하므로 제거토록 한다.<br>도장시 일어나는 결합이기에 방지대책으로 조치한 후 본 도장토록 한다.                                 |
| Tailing<br><br>Fingering | Airless 도장시 스프레이 패턴이 양쪽이 무화되지 않고 입상으로 부착되어 그 부분이 두껍게 도장되는 현상.                                       | 1. Airless 조건이 맞지 않을 때 발생. (주로 압력이 낮을 경우)<br>2. 점도가 높을 때.   | 1. 압력을 높이거나 팁을 변경한다. (무화를 위하여 팁 구경을 적게한다.)<br>2. 적용신나로 희석하여 점도를 낮춘다.  | 외관상 크게 불량한 경우 Paper 처리후 재도장.   |
| 용해불량                     | 도료에 신나를 첨가하였을 때 균일하게 용해되지 않고 신나가 헛들거나 안료나 전색제가 덩어리 상태로 석출되어 도막상태가 불균일한 것                            | 1. 신나의 조성이 부적합하거나 규정신나를 사용하지 않았을 경우.<br>2. 도장실 온도가 너무 높거나 낮은 경우.  | 1. 신나 설계 재검토.<br>2. 규정신나 사용.<br>3. 도장실에 일정한 온도 유지.(일반적으로 15~25℃)  | 빠른 시간내 신나 교체.<br>주위 다른 신나로 용해력 정도 Check.(용해력 좋은 신나 채택)   |
| 건조불량                     | 도료를 도장후 일정기간이 경과하였는 데에도 표면에 점착이 남거나 표면만 건조되고 내부건조가 이루어 지지 않는 현상.<br>특히 유성, 알키드계의 산화중합형의 도료에서 많이 본다. | 1. 도막두께가 두꺼울 경우.<br>2. 저온에서 도장할 경우.<br>3. 고습도로 통풍이 불량한 경우.<br>4. 희석신나를 잘못 사용한 경우.(고비점 신나는 증발이 느림)<br>5. 도료중의 건조제의 효력이 없거나 피막 방지제의 사용량이 과다한 경우.<br>6. 도료의 장기 보관. | 1. 규정된 도막두께 유지.<br>2. 적당한 환경조건에서 도장 작업.<br>4. 규정된 신나 사용.<br>5. 제조자와 협의, 건조제 첨가.<br>6. 오래된 도료부터 사용하고 장기 보관을 피한다. | 조건이 허락된다면 건조될 때까지 기다린다.<br>도막이 두꺼워 건조가 안된 경우는 시간이 경과되면서 주름이나 리프팅 등의 2차 도막결합이 발생될 소지가 있으므로 상황에 따라 제거하여 재도장. |

| 종 류           | 현 상  | 발 생 원 인   | 방 지 대 책  | 발생시 조치사항   |
|---------------|--|---|--|--|
| 미경화           | 다액형 도료의 경우 일정 시간이 경과되어도 반응하지 않고 경화되지 않는다.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 혼합비율이 달랐을 경우.</li> <li>2. 혼합후 충분히 교반되지 않았을 경우.</li> <li>3. 규정된 숙성시간을 지키지 않았을 경우.</li> <li>4. 극단적으로 도막두께가 두꺼울 경우.</li> <li>5. 저온의 경우.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Set의 명칭을 확인하고 혼합비율대로 정확히 혼합하며, 충분히 교반토록 한다.</li> <li>3. 숙성시간을 지킨다.</li> <li>4. 숙련자가 도장.</li> <li>5. Epoxy계 도료는 저온에서 경화하지 않는다. 동,하절용이 구분되어 있으면 겨울에는 동절기용 도료를 사용한다.</li> </ol> | <p>혼합비율이 크게 다를 경우는 시간 경과후 경화되더라도 소정의 성능을 기대하기 힘들기에 제거토록 한다.</p> <p>온도가 낮거나 두껍게 도장되었을 경우는 경화될 때까지 기다리거나 열풍장치를 사용하여 경화를 촉진시킨다.</p>               |
| Blocking      | 도장강재를 쌓아 두거나 반목을 이용, 적재하였다가 뒤에 분리시켰을때 도막이 떨어지거나 현저히 변형되는 현상.                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 두껍게 도장한 경우.</li> <li>2. 건조가 불충분한 상태에서 쌓아둘 경우.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 적절한 도막두께 유지.</li> <li>2. 충분히 건조된 것을 확인후 쌓아둘 것.</li> <li>3. 결함을 최소화하기 위하여 킴목을 적당히 놓는다.</li> <li>4. 강재를 바로 누어 적재하지 말고 옆으로 세워 적재토록 한다.</li> </ol>                               | <p>Blocking 부위 보수 도장.</p> <p>변형되어 도막이 밀렸거나 빠져나온 것은 제거.</p>   |
| 기포 (Bubbling) | 도장시 생긴 기포가 꺼지지 않고 도막표면에 그대로 남거나, 꺼지고 난 뒤 핀홀 현상으로 남는 것. 걸보기로는 반구상, 부풀음, 핀홀로 나타난다. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 도료를 심하게 교반하면 도료중에 기포가 발생되어 소포되지 않은 상태에서 그대로 도장하였을 때.</li> <li>2. 도장시 공기를 끌어넣거나 로울러 도장할 때 발생하기 쉽다</li> <li>3. 용접부위 등 요철부위에 붓으로 두드리면서 도장할 때.</li> <li>4. 피도면이 다공질일 때. (후막형 Zinc rich 도료 위에 고점도 도료로 상도도장할</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 소포될때 까지 기다린다.</li> <li>2. 고비점 신나로 희석하여 조심스럽게 도장하고 한꺼번에 두껍게 도장하지 않도록 한다.</li> <li>4. 한번 발생되면 몇회 도장하여도 계속 발생하는 수가 있다. 다량 희석하</li> </ol>  | <p>기포의 정도가 도막 내부까지 연결되지 않고 도막 표면에서만 발생한 경우에는 외관상 이외에는 성능상 그다지 영향을 미치지 않으나 도막 내부와 연결되어 핀홀 등으로 남을 경우는 방청성에 영향을 미치게 되어 sand paper 처리하여 재도장한다.</p> |

| 종 류           | 현 상   | 발 생 원 인  | 방 지 대 책  | 발생시 조치사항   |
|---------------|---|--|--|--|
|               |   | 때 흔히 볼수 있다.)<br>5. 고온의 피도물 위에 도장할 때 급격한 용제 증발로 인하여 끓음에 의한 기포.  | 여 도장하므로써 기공을 치환하는 방법도 있다.<br>(Mist Coat)<br>5. 비점이 높은 신나를 사용한다.  | 한번의 mist coat 로 조치되는 경우도 많으나 소지의 온도, 기온, 습도 등 여러가지 요인이 겹쳐 발생된 경우는 몇회 시행하여도 완전히 조치되지 않는 경우도 있다. |
| 핀홀 (Pin hole) | 도료를 도장하여 건조할 때 도막에 바늘로 찌른 듯한 조그만 구멍이 생긴 현상.       | 1. 하지 도막에 이미 핀홀이 있는데 그 위에 두껍게 상도 도장하였을 때.<br>2. 피도물의 온도가 높을 때.<br>3. 두꺼운 도막에서 기포가 터져 핀홀로 남는 경우.                  | 1. 상도 도장 전에도 하도 도막 상태를 충분히 검토한 후 상도 도장.<br>2. 고비점 신나 사용하여 도료의 건조를 늦춘다.<br>3. 규정도막으로 도장.                                  | sand paper로 처리한 후 재도장한다.<br><br>필요시 눈매꿈 도장을 한다.  |
| 주름 및 들뜸       | 단독도막 또는 중복도장시 건조과정에서 도막에 주름, 수축이 생기거나 들뜸이 생기는 현상. | 1. 산화중합형 도료를 두껍게 도장하였을 경우.<br>2. 건조제의 양이 많을 경우.<br>3. 상도도료의 용제가 하도도막을 용해한 경우.<br>4. 하도의 건조가 불충분 하였을 경우.          | 1. 규정도막을 지킬 것.<br>2. 건조제의 종류 및 양을 검토.<br>3. 도장설계 재검토 및 상도용 신나는 전용신나를 사용하고 용해력 정도를 사전에 확인.<br>4. 하도의 건조를 충분히 시킬 것.        | 비교적 단시간 내 발생되므로 즉시 수정토록 한다.<br>(건조후는 sand paper 처리후 재도장)                                       |
| Orange peel   | Spray 도장한 도면이 평활성이 나빠 굴꺾질 모양으로 나타나는 현상            | 1. 도료의 점도가 높을 때<br>2. 신나의 증발력이 빠르거나 신나의 용해력이 부족할 때.<br>3. 건의 속도가 빠르거나 피도체와 건과의 거리가 가까울 때.<br>4. Spray 압력이 부족할 때. | 1. 적용신나로 적절 한 점도를 맞추어 도장토록 한다.<br><br>3. 4. 도장방법 개선. (Spray 압력, Gun 운행속도 및 거리 조절)<br><br>* 다액형 도료의 경우 가사시간이 경과된 도료의 사용금지 | 외관상 이외에는 성능상 별 문제는 없다.<br>외관상 극히 불량한 경우는 sand paper 처리후 재도장.                                   |



| 종 류                      | 현 상  | 발 생 원 인  | 방 지 대 책  | 발생시 조치사항  |
|--------------------------|--|--|--|---|
| 분화구<br>(Cratering)       | 도막에 분화구와 같은<br>요철이 생기는 현상.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 피도물에 물, 그리스<br/>오일, 실리콘 등 이<br/>물질이 잔존.</li> <li>2. 마스크 테이프의 접<br/>착제 성분이 소지에<br/>잔존.</li> <li>3. 압송공기 중에 수분<br/>유분이 존재.</li> <li>4. 하도의 건조가 불충<br/>분할 때.</li> <li>5. 피도물과 도료의 온<br/>도차가 클 때.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2. 피도물의 소지처<br/>리를 충분히 한다.<br/>(필요시 신나 Cle-<br/>aning)</li> <li>3. Air pump의 Air<br/>filter 확인.</li> <li>4. 하도의 건조를 충<br/>분히 시킨다.</li> <li>5. 온도차를 적게 한<br/>다. (피도물의 온<br/>도가 너무 낮을 때<br/>는 기온 상승될 때<br/>까지 기다린다.)</li> </ol> | <p>Sand paper 처리<br/>후 재도장한다.</p> <p>사후대책 보다는<br/>예방중심으로 할<br/>것.</p>   |
| 물침 (Cissing)             | 도료가 반발하여 피도면<br>에 균일한 도막이 형성<br>되지 않거나, 지축건조<br>전에 상용성이 나오지<br>않는 이물질이 부착하여<br>불연속 부분이 생긴 것. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 피도물에 물, 그리스<br/>오일 등의 이물질이<br/>잔존.</li> <li>2. 하도가 Hard하고 팽<br/>택이 있으며 평활하<br/>여 상도 부착력이<br/>약할 때.</li> <li>3. 동절기 피도면에 미<br/>세한 수분 응고에 의<br/>하여 도료 부착력이<br/>떨어질 때.</li> <li>4. 압송공기 중에 수분,<br/>유분이 존재하거나<br/>Booth 내 제습이 불<br/>량할 때.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 피도물의 소지처<br/>리를 충분히 한다.</li> <li>2. 하도의 연마를 충<br/>분히 한다.</li> <li>3. 피도물(소지) 온도<br/>를 확인하여 Dew<br/>point 3℃ 이상에<br/>서 도장.</li> <li>4. Air filter 확인.<br/>- 적절한 조제를 선<br/>정한다.</li> </ol>                                     | <p>Sand paper 처리<br/>후 재도장한다.</p> <p>사후대책 보다는<br/>예방중심으로 할<br/>것.</p>   |
| 은폐불량<br>(Lake of Hiding) | 도막의 은폐력이 부족하<br>여 소지나 하도가 비쳐<br>보이는 현상.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 착색력이 낮은 상도<br/>를 얇게 도장하였을<br/>때. (적색, 황색계 유<br/>기안료는 도료중 다<br/>량 배합하기 어려우<br/>므로 착색력이 부족<br/>하기 쉽다.)</li> <li>2. 상도의 교반이 불충<br/>분하였을 때.</li> <li>3. 하도와 상도의 색상<br/>차이가 클 때.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 규정도막을 준수<br/>하고 시험도장을<br/>하여 확인한다.</li> <li>2. 상도를 충분히 교<br/>반한다.</li> <li>3. 상도의 은폐력이<br/>부족할 경우 하도<br/>색을 상도와 유사<br/>하게 한다.</li> </ol>   | <p>본질적으로 도료<br/>자체의 은폐력이<br/>부족할 경우는 도<br/>막두께를 늘리거<br/>나 도장횟수를 늘<br/>린다.</p> <p>중도를 선택하여<br/>색상균형을 맞춘<br/>다.</p> |

| 종 류            | 현 상   | 발 생 원 인   | 방 지 대 책  | 발생시 조치사항  |
|----------------|---|---|--|---|
| 색상차이           | 도료의 색상이 지정된 색상과 다르다.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 도료의 Lot 별 색상 차이. (조색 정도의 차이)</li> <li>2. 견본색상이 장기간 보존되어 오염, 변색</li> <li>3. 도장견본이 아니고 구두로 색상 No. 전달.</li> <li>4. 색얼룩, 색분리 등으로 색상차이 발생.</li> <li>5. 동일 색상명으로 제조자가 다를 때.</li> <li>6. 광택차이가 있을 때.</li> <li>7. 건조된 도막과 미건조 도막과의 색차.</li> <li>8. 도장시 주위환경이 달랐을 경우. (특히 습도)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제조시 Lot 별 색차를 최대한 줄인다. (색차계를 이용한 Data 정리)</li> <li>2. 새로운 색견본으로 작성, 비치하여 견본을 통일한다.</li> <li>7. 8. 도장환경을 충분히 고려.</li> </ol> | 대부분의 경우 육안으로 색차를 크게 인지할 정도의 문제는 거의 없으나 국소부위에 색차가 심할 경우는 얇게 재도장. |
| 색얼룩 (Floating) | 색얼룩;<br>2종 이상의 안료를 사용한 도료가 건조과정에서 불균일한 안료분산으로 이것이 표면에 떠올라 불규칙한 반점 형태로 나타나 부분적으로 색이 달라 보이는 현상. (수직한 안료 분리 라고도 한다.) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신나의 용해력이 부족한 경우.</li> <li>2. 부분적으로 도막두께가 두꺼울 경우.</li> <li>3. 희석이 지나쳐서 점도가 낮을 경우.</li> <li>4. 조색용 원색 선택이 잘못되었을 경우. (특히 청색, 흑색 안료가 일어나기 쉽다)</li> <li>5. 분산이 불충분하였을 때.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3. 지정된 신나로 적절히 희석하여 규정 도막 유지.</li> <li>4. 조색시 동일계 원색을 사용한다. 조제 사용.</li> <li>5. 분산을 충분히 하고 도료 설계 재검토.</li> </ol>           | <p>제조자와 협의하여 색분리 방지제를 사용.</p> <p>부분적 결함은 sand paper 후 재도장.</p>  |
| 색분리(Flooding)  | 색분리;<br>2종 이상의 안료로 배합되어 있을 경우 안료 입자의 크기, 비중, 응집성 등이 달라 안료의 분포가 불균일하게 되어 도막 표면과 내부의 색상이 다른 현상. (수평한 안료 분리)         |   |  |   |
| 색번짐 (Bleeding) | 구도막이나 하도에 함유되어 있는 가용성 물질 (안료,가소제,Tar 등)이 상도의 용제에 의하여  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tar나 Asphalt계의 하도에 상도 도장한 경우</li> <li>2. 하도에 염료 및 레</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al-paste나 MIO와 같은 인편상 안료가 함유된 도료를 중도로 사용.</li> </ol>   | Tar나 Asphalt계 도료의 사용 부위는 외관보다 방청력 위주기에 그                        |

| 종 류           | 현 상   | 발 생 원 인  | 방 지 대 책   | 발생시 조치사항  |
|---------------|---|--|---|---|
|               | 용출되어 상도의 표면에 번져서 다른 색으로 보이는 현상.                   | 이크 안료를 사용한 경우<br>3. 레이크 안료를 사용한 도료가 들었던 용기를 충분히 세척하지 않았을 경우.   | 2. 3. 안료선택 및 System 재검토.  | 위 상도 도장하는 경우는 드물지만 상도의 필요가 있을 경우 방지대책을 활용.  |
| 광택부족<br>광택얼룩  | 건조후 도막의 광택이 본래의 수준보다 낮거나 부분적으로 광택얼룩(광택차)가 생기는 현상. | 1. 도료중 안료 함량이 너무 많다.<br>2. 안료의 분산이 불충분.<br>3. 신나의 용해력 부족.<br>4. 다공질의 수지에 얇게 도장된 경우.<br>5. 건조과정에서 부분적인 수분 접촉(비, 이슬)으로 백화현상이 발생된 경우.<br>6. 하도의 건조가 불충분한 경우.<br>7. 도막두께가 불균일한 경우. | 1. 2. 도료제조에 만전을 기한다.<br>3. 신나의 용해력을 높인다.<br>4. Sealer coat를 가하고 규정도막을 유지.<br>5. 기상에 주의하여 작업.                            | 적정도료로 1회 덧도장.<br><br>도료 재검토.  |
| 백화 (Blushing) | 도막의 건조과정에서 표면에 수분이 접촉되어 전체가 백탁하게 되는 현상.           | 1. 습도가 높은 조건에서 증발속도가 빠른 도료(Wash primer 등)를 도장하였을 때 증발잠열로 인하여 표면온도가 저하하여 수분이 결로.<br>2. 밤에 도장하면 기온이 저하되어 결로한다.<br>3. Epoxy계 도료를 동절기 도장하였을 때 미경화 상태에서 수분 접촉.                      | 1. 습도가 높은 조건에서 도장 금지. 증발속도가 느린 신나 사용.<br>2. 가능한 온도 상승된 낮에 도장.<br>3. Epoxy계는 특히 아민과 수분이 반응하여 본래의 경화반응을 저해하기에 걸로되지 않도록 주의 | 심하지 않으면 그대로 두어도 좋다<br><br>용제로 변색 부분을 닦아낸다. (닦아낸 부분이 광택이 다르게 되어 미관상 충분치는 못하다.)<br><br>상도를 내후성이 좋은 Urethane계로 도장한다. |

### 3. 도막의 경시적인 결함:

| 종 류                               | 현 상   | 발 생 원 인   | 방 지 대 책  | 기준 및 규격  |
|-----------------------------------|---|---|--|--|
| 도막의 용해                            | 도막과 접촉한 물질의 영향으로 도막 전체가 용해하거나 도막성분의 일부가 추출하는 현상.  | 1. 유성, 알키드 도막이 콘크리트의 알칼리 성분에 의하여 팽윤, 용해한다.<br>2. Tank 내부의 저장 화학물질과 접촉하여 도막이 용해하는 경우                   | 1. 염화고무나 에폭 시계 도료로 변경한다.<br>2. 저장할 화학물질을 사전에 파악하여 적절한 도장계를 선택한다.                         | Tank 내부의 화학물질에 의한 경우는 보수도장 작업이 매우 까다롭고, 많은 경비가 소요되기에 사전에 충분히 검토하여 예방토록 한다        |
| 광택저하                              | 태양, 수분의 영향으로 수지가 분해하여 광택이 저하되는 현상으로 백아화 현상과 동시에 일어나는 것이 많다.   | 자외선과 수분의 영향으로 수지가 분해하는 본질적인 것으로 결합이라고 말하는 것보다는 고유의 수명이 다한 것으로 사료.                                     | 광택유지를 중요시할 때는 광택 유지율이 높은 수지를 선택한다. 성능과 비례하여 가격도 상승되기에 균형이 필요하다. 불소, 실리콘, 무황변우레탄 수지계가 좋다. | 광택계를 이용하여 측정.(60° 반사형)   |
| 오염 얼룩                             | 매연이나 먼지 등의 부착으로 도막이 오염되거나 얼룩이 지는 것.   | 먼지, 시멘트 분진, 산성 성분, 매연, 화학약품 등이 도막에 부착한 것으로 이는 자연적인 현상이다.  | 오염이 쉬운 장소를 피하고 주위환경을 깨끗이 하는 등 예방책이 중요. 오염이 심한 경우 수세한다.                                   |  |
| 백아화 (Chalking)<br>침식 (Erosion)    | 옥의 폭로된 도막에 태양, 수분의 영향으로 표면 노화가 일어나 도막 표면을 손으로 문지르면 가루상이 되어 묻어나오는 현상.<br>백아화가 진행되면 도막은 침식되어 소모되고 나아가 하도가 보이게 된다. | 백아화에 앞서 광택저하가 일어난다. 안료의 종류나 그 양에 영향이 받는데, 안료량이 많을수록 백아화되기 쉽다.<br>또한 산화티탄의 사용량이 많은 담색에서 일어나기 쉽다.       | 광택저하와 같이 수지 고유의 수명이 다한 것이기에 백아화를 중요시 한다면 도장계 선정(수지 선택)시 고려하여야 한다                         | Chalking;<br>ASTM D659-80<br>DIN 53159<br>SIS 184197<br>Erosion;<br>ASTM D662-44 |
| 변색 (Discoloration)<br>퇴색 (Fading) | 백아화, 광택저하와 같이 외관상 중요한 결함의 하나로써 태양, 수분의 영향으로 도막중의 안료가 변화하여 색이 변하는 것을 변색이라고 하고 색이 바래지는 것을 퇴색이라 한다.<br>또한 양자를 합하여  | 1. 여러 원색으로 조색한 경우 원색의 내광성 차이로 인하여 변색된 경우.<br>2. 적, 황색계 안료는 일반적으로 퇴색하기 쉽다.<br>3. 연계 안료는 유화수 소나 아황산 가스에 | 1. 2. 내후성이 좋은 안료를 사용하고 용도에 맞는 도료를 선택.<br>3. 4. 5. 피도면이나 주위환경의 성분과                        | 색차계로 표준색과의 색차를 측정  |

| 종 류                 | 현 상  | 발 생 원 인   | 방 지 대 책   | 기준 및 규격                    |
|---------------------|--|---|---|----------------------------|
|                     | 변퇴색이라고도 한다.  | <p>의하여 흑변한다.</p> <p>4. 화학약품 공장에서 산이나 알카리 성분 에 의하여 변색.</p> <p>5. 연들의 경우에는 내 열성이 있는 수지 및 안료 선정이 필요.</p>   | 반응하지 않는 안료 선택.(유화수소는 미량으로도 변색되기 때문에 연계 안료 및 건조제를 가능한 피한다)   |                            |
| 부풀음<br>(Blistering) | <p>소지와 하도 사이 및 도막과 도막 사이에 부풀음이 일어나는 현상으로 그 지름이 미세한 것에서 부터 10mm 되는 것도 있다.</p> <p>이 Blister가 진행되어 녹의 원인으로 된다.</p> <p>외부로 부터 어떤 힘을 받을 경우 그 힘이 도막의 접착력보다 클 경우 Blister로 되고 나아가 도막이 깨어지기도 한다 (Crack)</p> | <p>Blister를 발생시키는 외력으로서의 삼투압, 전기 삼투압, 온도구배, 전기방식 등이 있다.</p> <p>① 삼투압; 소지에 가용성 염이 잔존하면 삼투압 차에 의하여 수분이 침투하여 Blister로 된다.</p> <p>② 전기 삼투압; 소지가 철일 경우 ①과 같이 침투한 수분에 의해 전기화학 반응이 일어난다. 양극부에서는 철의 부식에 따라 작은 Blister가 일어나고 음극부에서는 수소의 발생과 알카리를 생성한다. 이 알카리가 도막의 접착력을 떨어뜨려 큰 Blister로 되기 쉽다.</p> <p>③ 온도구배; Tank 등에서 피도면의 온도가 이면보다 높으면 작은 Blister가 단시간에 발생된다.</p> <p>④ 전기방식의 영향; 피도면이 음극으로 되기 때문에 ②의 음극과 같은 반응이 일어나 수소 발생을 수반한 큰 Blister로 된다.</p> | <p>- 환경에 적합한 도장계를 선정하고 그 사양에 따라 시행토록 한다.</p> <p>- 접착력을 약하게 하는 원인을 제거하고 외력을 최소화 한다.</p> <p>① 소지 또는 하도 도막의 염분은 충분히 수세하여 제거한다.</p> <p>② 전기 삼투압은 부식 반응에 수반하므로 도막두께를 높여서 저항을 높이고, 부식 반응을 억제하는 방청안료를 가한 도료를 사용한다.</p> <p>③ 접착력이 좋은 도료를 두겹게 도장한다.</p> <p>④ 외부 전원을 이용할 경우는 전압이 너무 높지 않도록 하고 내알카리성이 강한 도료를 두겹게 도장한다.</p> | ASTM D714-56<br>SIS 184193 |

| 종 류   | 현 상  | 발 생 원 인  | 방 지 대 책   | 기 준 및 규 격  |
|---|--|--|---|--|
| 균열 (Cracking)                                     | 건조도막이 노화되어 여러 종류의 형상, 깊이 및 크기로 갈라진 현상으로 그 깊이에 따라<br>r Crazing; 표면 단독<br>{ Checking; 얇은 균열<br>\ Cracking; 깊은 균열<br>으로 나누고, 약어가죽 모양으로 갈라진 것을 Alligatoring 또는 Crocodiling이라고도 한다. | 1. 하도의 건조가 불충분한 상태에서 상도 도장한 경우.<br>2. 염화고무계 도료에서 가소제가 증발이 행하여 탄성이 감소한 경우.<br>3. 무기질 Zinc rich 도료를 두껍게 도장한 경우.<br>4. 하도와 상도 도막의 신장을 및 경도 차이가 있을 경우.   | 1. 하도를 충분히 건조시킨다. 유성, 알키드계에서 일어나기 쉽다.<br>2. 도료 배합을 변경한다.<br>3. 시험도장을 행한다.<br>4. 상도의 경도가 강하거나 수축이 심할 경우 발생되기에 도장계 선택에 유의한다.  | Cracking;<br>ASTM D661-44<br>SIS 184195<br>Checking;<br>ASTM D660-44 |
| 도막박리<br>Peeling<br>Scaling<br>Flaking<br>Chipping | 소지와 하도도막 또는 도막과 도막 사이에 접착력(부착력)을 잃어 전면적 또는 부분적으로 도막이 박리됨으로써 외관이 불량하게 되고, 나아가 발청이 되는 요인으로 된다.   | 1. 소지에 실리콘, 왁스 기름, 염분 등 오염 물질이 있을 때.<br>2. 도장시 고온다습으로 잔류 수분이 도막에 농축되어 있을 때<br>3. 유성계 방청도료를 동절기에 도장한 경우 통풍이 나쁘거나 표면에 친수 물질이 있는 경우 상도부착이 나쁜 경우가 있다<br>4. 2액형의 에폭시 및 우레탄 도료의 도장 간격을 넘겼을 때.<br>5. 아연도금 및 Zinc rich 도료 위에 유성 및 알키드계 도료를 상도 도장하여 기간이 경과된 경우. | 1. 2. 소지조정을 충분히 하고 주위 환경이 나쁜 경우가 급적 도장을 피한다.<br>3. 심하면 분화구 형상으로 나타나기에 즉각 조치 가능하나 경시적인 경우는 사전 조치가 불가능하다.<br>4. 도장간격을 준수하고 넘겼을 경우는 필히 sand paper 등 2차 표면처리를 행한 후 도장토록 한다.<br>5. 아연도금 및 Zinc rich 도료 위에 유성 및 알키드계 도료의 상도 도장을 금하고, 경제적인 면이 고려될 경우 중도를 채택한다. | ASTM D772-47   |

| 종 류               | 현 상  | 발 생 원 인   | 방 지 대 책   | 기준 및 규격  |
|-------------------|--|---|---|--|
| 녹 발생<br>(Rusting) | <p>소지인 철강이 녹스는 현상으로 증방식에서 가장 증대한 결함이다. 녹의 정도에 따라서 재도장 시기가 결정된다고 하여도 과언이 아니다.</p> <p>① 떨어진 녹; 도막을 파괴하여 도막에 나타난 녹.</p> <p>② 부풀은 녹; 녹이 팽창해서 도막이 부풀어 있으나 파괴되지 않은 상태의 녹.</p> <p>③ 들뜬 녹; 도막 표면에 적녹이 인지되는 상태의 녹.</p> <p>④ 점녹; 반점상의 적녹.</p> <p>⑤ 실녹; 도막 밑에서 실같이 성장된 녹.</p> | <p>- 주위 환경에 적합한 도장설계가 이루어지지 않았을 경우.</p> <p>- 소지처리가 불충분한 경우.</p> <p>- 도막두께가 부족한 경우.</p> <p>- 기계적인 Damage를 받았거나 또한 손상 부위의 보수관리가 미흡한 경우.</p> <p>- 도막의 Blister 및 박리 등의 결함이 촉진 및 진전된 경우.</p> | <p>- 환경에 적합한 도장계를 선정하고 사양에 따라 시공한다.</p> <p>- 일반부 외 특히 발청이 되기 쉬운 부위(Edge 부위, 볼트 부위, 용접 부위, 프렌지 하부) 등에 특히 주의하여 도장토록 한다.</p> <p>- 가혹한 기상 조건(주위 환경)에서의 도장을 피한다.</p> | <p>ASTM D610-68<br/>DIN 53210<br/>(1964)<br/>European rust scale<br/>SIS 1851.11</p> |

