

굳지 않은 콘크리트의 문제점과 대책

본 내용은 콘크리트 관련업무를 수행하는 실무자에게 도움을 주고자 굳지않은 콘크리트의 문제점 및 주의 사항을 「콘크리트 공사의 실패와 대책」에서 정리 발췌한 것임.

-편집자 주-

1. 재료와 배합설계

1) 혼화제

(1) 촉진제에 의한 동결방지

촉진제는 동결방지를 위하여 조기에 35kg/cm² 이상의 강도를 얻기위하여 사용하는 것이 일반적이다. 즉 배합수의 수화작용을 촉진하므로써 시멘트풀내부의 초기 동결이 콘크리트를 파괴하지 못하게 하는 것이다.

(2) 액체 또는 고체 염화칼슘

염화칼슘은 무수분이나 약간의 수분을 지닌 고체 결정체이다. 염화칼슘은 얇은 조각이나 작은 알갱이 형태로 사용되며, 액체 염화칼슘은 2수화수 염화칼슘 28%-42%을 물에 용해시킨 것이다. 또한 고체 상태의 염화칼슘은 사용상 편리하나, 배합시 충분히 혼합되지 못하면 강도 증진과 응결이 고르지 못하고 철근 부식을 유발할 수 있다.

(3) 박편 염화칼슘의 사용

용해되지 않은 염화칼슘을 직접 사용하면 적절히 배합되지 않으며, 균일하지 않은 염화칼슘의 배합은 콘크리트 응결 표면에 요철을

발생시키고, 경화후 콘크리트에 돌출부위나 검은 반점을 만든다. 위와같은 문제를 해결하기 위하여 용해된 염화칼슘을 사용한다.

(4) 연행공기의 현장주입

너무 오래 비비면 믹싱은 연행공기의 손실을 가져오므로 현장에서 연행공기의 주입량을 제어할수 없고, 전체적으로 완전히 혼합하기 힘들므로 주의를 요한다.

(5) Latex-Modified 콘크리트에서의 공기 연행제

연행공기는 Latex-Modified 콘크리트의 동결-용해 내구성에 도움이 되지 않으며, 물-시멘트비는 0.4이하이기 때문에 동결중에 파괴 압력이 작다. 한편 물이 차있는 공극은 수화중에 시멘트와 결합하기 때문에 부분적으로 빈 공간이 생긴다. 그러나 Latex-Modified 콘크리트는 침투성이 적기 때문에 다시 공극이 물로 메워질 일은 없다.

(6) 다짐은 동결-용해에 대한 내구성을 저해하는 큰 기포를 제거하지만 과도한 다짐은 공기 공극 체계에 해를 일으킬 수 있으므로 주의를 요한다.

(7) 연소손실이란(Loss of ignition : LOI)는 불연소탄소를 측정된 값을 의미하며, 플라이애쉬내부의 불연소탄소는 공기연행제를 흡수하므로 공기연행제 사용을 증가시켜야 한다. ASTM에서는 플라이애쉬의 LOI를 6% 이하로 규정하고 있으며, LOI가 2-3%가 커질 경우 공기연행제 사용을 크게 늘려야 한다.

(8) 건비빔 숯크리트는 매우 적은 공기량을 갖고, 뛰어난 내구성을 지닌다. 갇힌 공기는 내구성에 기여하지 못한다.

(9) 일반적으로 F급 플라이애쉬의 비중은 시멘트보다 크고, C급 플라이애쉬의 비중은 시멘트보다 작다. 따라서 C급 플라이애쉬는 적게 쓰고, F급 플라이애쉬를 많이 사용한다.

(10) 실리카흙을 포함하는 굳지않은 콘크리트는 실리카흙과 그에 따르는 광물 함유량에 따라 검은색, 어두운 회색등으로 나타난다. 콘크리트 표면에서의 색깔 차이가 문제가 될 경우 어두운 색의 시멘트를 사용하는 것이 좋으며, 사용전 여러가지 배합비율을 시험하여 색을 맞춘다.

(11) 실리카흙 콘크리트는 치밀하므로 수분 및 염소등 불순물의 침투를 억제할 수 있으나, 오랜기간동안의 충격을 견뎌낼 수 없기 때문에 실리카흙 사용시에도 적절한 두께의 피복두께를 가져야 한다.

(12) 유동화 콘크리트는 일시적으로 보통의 경우보다 큰 슬럼프치를 갖도록 배합한 것으로 현장에 도착한 콘크리트에 혼화제를 첨가함으로써 만들어진다. 주의할 사항은 유동화에 따른 재료분리현상을 조절하는 것이다. 일반적으로 유동화 콘크리트의 강도는 보통 콘크리트와 거의 같거나 약간 크다.

2) 골재

(1) 현장에 부적합한 골재는 사용해서는

않되며, 양질의 골재원으로부터 골재를 운반하여 사용하는 것이 바람직하다.

(2) 골재는 그 구성성분에 따라 알카리 실리카 반응을 유발할 수 있으며, 이에 따른 팽창은 수분이나 온도변화에 의한 것보다 더 큰 팽창을 일으킨다. 국내의 경우 대부분 지역에서 이같은 문제는 생기지 않으며, 알카리 시멘트 사용시 문제가 발생할 수 있다.

(3) 대부분의 기건상태의 골재는 중량의 1%이하의 수분을 흡수한다. 매우 건조하고 적은량의 콘크리트는 급속한 슬럼프치의 손실을 가져온다. 그러나 흡수될 물의 양을 예측할 수 없으므로 먼저 수분을 공급하는 것이 좋다.

(4) 입경이 작은 골재로 만든 콘크리트는 주택건축이나 상업용으로 적합하며, 이런 콘크리트는 워커빌리티 개선을 위해 모래 함유량을 많게 한다.

그러나 작은 골재를 사용하면 물과 시멘트 함유량이 증가되므로 수축이 커져서 균열이 발생할 수 있다.

3) 시멘트

(1) 2종 시멘트는 1종 시멘트에 비하여 황산염에 대한 저항력이 강하지만, 산성에 대해서는 반드시 그러하지는 않다.

(2) 3종 시멘트는 정상온도에서 1일만에 1종 시멘트보다 190%정도의 강도를 기대할 수 있다. 재령 3일째는 150%, 7일째는 120%, 28일째는 110% 그리고 3달이 지나서는 강도가 거의 비슷하다.

(3) 3종 시멘트는 조기강도가 요구 될 때 사용하며, 시멘트 입자가 미세하기 때문에 강도를 빨리 얻을 수 있다. 그러나 수화열이 많이 발생하기 때문에 대단위 구조물에 사용하거나 더운 날씨에 타설하면 균열발생등의 문제가 발생할 수 있다.

(4) PCI에 의하면 어떤 2종 시멘트는 5종 시멘트와 같은 목적으로 사용되어 질 수 있다. ASTM C150은 5종 시멘트에 요구되는 성질을 다음과 같은 규정하였다.

- SO₃의 양이 2.3%보다 작을 것
- C₃A의 양이 5% 이하일 것
- 2C₃A-plus-C₄AF가 20% 이하일 것
- 황산염의 평량이 0.045% 이하일 것

(5) 플라이애쉬는 알카리반응을 일으키지 않으며, 황에 대한 저항이 거의 없다는 것이 일반적이다. 그러나 몇몇 플라이애쉬 시멘트는 황에 대한 저항성이 있다는 보고도 있다.

(6) C 플라이애쉬는 콘크리트의 내구성을 향상시키지 않고 약화시키며, 알카리 반응을 발생시키는 경향이 있다. 5종 포틀랜드 시멘트는 황저항성을 향상시킨다.

(7) 시멘트는 시방규정에 따라 저장하여야 하며, 장기간 저장후에는 시방서에 규정된 사항에 대하여 실험을 실시하여 사용여부를 결정하여야 한다.

2. 비비기, 치기 및 다지기

1) 콘크리트 타설전의 확인 사항

순조롭게 콘크리트를 타설할 수 있도록 하므로써 작업의 중단을 방지하고, 양호한 콘크리트가 될 수 있도록 다음의 사항에 대하여 사전에 확인한다.

- (1) 타설전 철근의 위치와 간격을 확인한다.
- (2) 팽창줄눈 재료가 현장에 적합하며 그 양은 충분한가.
- (3) 온도가 높거나 건조한 경우 지반과 거푸집을 물로 적신다.
- (4) 직선자, 흙손 및 마무리용 도구를 확인한다.
- (5) 강우에 대비하여 충분한 양의 비닐을

준비한다.

(6) 믹서트럭의 접근이 용이하도록 장애물 및 방해요인을 제거한다.

(7) 믹서트럭이 대기하고, 회전할 수 있는 공간을 확보한다.

(8) 콘크리트타설시 거푸집에 변형이 일어나거나 파손되는지를 검토한다.

(9) 양생재료의 확보량을 확인한다.

2) 소철선이 철근콘크리트의 강도에 미치는 영향

소철선으로 철근을 묶는 것은 단지 콘크리트 타설등의 작업도중 철근의 간격 및 위치를 고정하기 위함일 뿐, 콘크리트 부재의 강도증진에는 아무런 효과를 발휘하지 않는다. 소철선은 철근 4~5개 간격으로 철근이 만나는 곳에서 묶는 것이 일반적이다.

3) 현장방치등의 이유로 철근에 녹이 약한 경우

이는 오히려 철근표면의 거친정도를 증가시켜 콘크리트와의 부착을 증가시키므로 녹이 든 상태가 심각하지 않을 경우 굳이 철근 표면의 녹을 제거할 필요는 없다.

4) 철근 접이음은 가장 경제적인 이음방법이며, 적절히 되었을 경우 이에 따른 문제는 없다. 단지 어느 한 곳에 과도하게 밀집될 경우에는 다른 이음방법을 강구하여야 한다.

5) 교각과 같이 물속에서 콘크리트를 타설할 경우 많은 장비와 준비가 필요하다. 즉 물속에 대규모 콘크리트를 타설할 경우 타설위치까지 25~30cm 이상의 직경을 갖는 파이프를 설치하고, 이를 통하여 콘크리트를 타설하거나, 하상하부의 기반암까지 파일을 박고 상자형의 물막이(coffer)를 물 위까지 설치한

후 콘크리트를 타설하는 방법등을 사용한다.

6) 거푸집의 높이와 1회 콘크리트 타설높이가 대단히 큰 경우, 상부에서 콘크리트를 타설하면 하부로 떨어지면서 골재분리가 일어나거나 다짐이 균일하게 되지 않게될 우려가 있으므로, 눈에 보이지 않는 부분에 구멍을 뚫어 이 구멍을 이용하여 콘크리트를 타설하고 다진 후, 수밀성을 갖도록 구멍을 적절히 봉하는 것이 바람직하다.

7) 콘크리트면이 깨끗하게 마무리되지 않았을 경우 샌드브라스팅을 할 수도 있으나, 이는 모르터를 손상시킬 위험이 있으므로 latex-modified 시멘트풀을 사용하는 것이 바람직하다.

8) 공장건물등의 바닥하부의 쇠석지정은 바닥하부의 토사가 단단하고 배수가 양호한 경우 생략할 수 있다.

9) 잔골재 입자의 모양과 세립자의 양에 따라 콘크리트 타설시 펌프압송성에 미치는 영향은 크다. 특히 자연사를 사용하지 않고 인공잔골재나 암질의 잔골재를 사용할 경우 펌프압송성은 현저히 둔화되는데, 이 경우에는 잔골재를 물로 씻지 않고 사용하므로써 #200 체 이하의 미립자를 함유하도록 하여 펌프압송성을 향상시킬 수 있다. 그러나 이 경우 미립자의 양이 너무 많아지면 요구하는 슬럼프 값을 얻기 어렵고, 끈적끈적해져 마감이 쉽지 않으며, 수량증가에 따른 악영향이 발생하지 않도록 충분히 고려하여야 한다.

10) 펌프파이프 내부는 모르터나 시멘트풀로 막아 형성되는 것이 바람직하다. 따라서 작업 시작시에는 이러한 막이 형성되지 않아 물-시멘트비가 변하거나 콘크리트의 색이 변

화할 수 있으므로 처음의 0.4 M³정도는 버리거나 별도의 용도로 사용하는 것이 좋다.

11) 건조한 골재를 사용할 경우, 펌프가 막히게 되는 경우가 발생하는데 이는 골재가 배합수의 양을 줄이는 효과를 갖기 때문이다.

12) ASTM C 94에는 레미콘을 배합후 1시간 30분이내 혹은 드럼이 300회 회전하기 이전에 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 날씨가 무덥거나 이와 같은 특수한 경우 구입자의 요구에 따라 1시간 30분이내로 할 수 있다.

13) 레미콘 트럭이 고장 났으나 드럼이 계속 회전할 경우 드럼내에서 콘크리트가 응결하거나 경화할 우려가 있는 경우에는 지연제를 사용하거나 응급조치로 설탕을 사용할 수 있다. 즉 콘크리트 10yd³에 설탕을 15ℓb 넣을 경우 응결되지 않는다.

14) 내부진동기는 콘크리트 내부에 철근이 있거나 부재두께가 20cm이상일 경우 비교적 고르게 다짐을 줄 수 있으며, 내부진동기를 사용할 때 주의할 점은 골재분리가 일어나지 않도록 하는 것이다.

15) 석산이나 공사장 같은 곳으로부터의 진동은 콘크리트의 강도발현에 영향을 주며 이는 진동의 크기 및 진동수, 콘크리트 타설 후 경과시간등에 따라 다르다. 다음표는 콘크리트 타설후 경과시간에 대한 허용입자 속도를 나타낸 것이다.

| 콘크리트 타설후 경과시간 | 허용진동속도(cm/sec) |
|---------------|----------------|
| 10시간 미만 | 0.25 |
| 10~24시간 | 10 |
| 24시간 이상 | 17.5 |

16) 동결시 토사는 체적이 팽창하며, 이와 같은 동결된 지반에 콘크리트를 치는 것이 바람직하지 못하다. 즉 지반이 융해될 때 콘크리트는 지지부를 잃게 되어 균열이 유발될 수 있기 때문이다. 또한 지반근처의 콘크리트보다 표면근처의 콘크리트가 빨리 응결되므로 표면이 블록해져, 평평한 콘트리트면을 형성할 수 없다.

17) 콘크리트가 낮은 온도에 노출될 경우 수화작용이 느려지고 콘크리트내부의 열발생이 적어지게 된다. 또한 체감온도의 경우와 마찬가지로 콘크리트가 찬 바람에 노출되었을 경우 발산되는 열이 많아지므로 열악한 양생조건을 조성하게 된다. 그러므로 콘크리트의 압축강도가 35kg/cm³ 이상이 될 때 까지 양호한 양생조건을 제공하여야 한다.

18) 우천시 콘크리트 타설은 피하는 것이 바람직하나, 다음과 같이 굳지않은 콘크리트의 수량을 유지시킬 수 있는 경우에는 타설할 수 있다.

- (1) 방수포나 기타의 보호장구로서 작업장을 덮는다.
- (2) 우천시에는 증발산이 멈추므로 작은 슬럼프를 사용한다.
- (3) 기초나 시공이음에 콘크리트 타설전에 고인물을 건조시킨다.
- (4) 콘크리트상부표면에 배수를 위한 장소를 마련하고 굳지않은 콘크리트에 약간의 경사를 주어 물이 배수지점으로 흐를 수 있도록 한다.
- (5) 단시간동안 천둥이 있을 때에는 이것이 멈출 때까지 콘크리트타설을 보류하고, 방수포, 비닐등 기타의 효율적인 방법으로 보호한다.
- (6) 심한 우천시에는 고인물의 제거가 어

렵고, 콘트리트가 씻겨버리므로 콘크리트타설을 미루는 것이 좋으며, 이 경우 미리 타설된 부분은 차후의 타설을 위하여 시공이음을 둔다.

19) 다음표와 같은 실제온도로 부터 결정되는 유효온도 및 습도의 변화에 따라 콘크리트의 생산성은 변화하는 것이 일반적이다.

20) 콘크리트가 응결하기전에 우수나 기타의 요인에 의해 표면 마무리 상태가 좋지 않게 된 경우 이를 재차 표면마무리 하는 것은, 상당히 관심을 쏟지 않는다면, 열화등 내구성 저해의 원인이 되므로, 콘크리트 경화후 취약부분을 제거한 후 내구성이 있는 재료로 교체 시공하는 것이 바람직하다.

생산성에 있어서의 온도와 습도의 영향
환경조건들에 의한 생산성(%)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| 90 80 70 60 50 40 30 20 | 56 | 71 | 82 | 89 | 93 | 96 | 100 | 100 | 96 | 93 | 84 | 87 | 0 | ? |
| | 57 | 73 | 84 | 91 | 95 | 98 | 100 | 100 | 98 | 95 | 87 | 68 | 15 | ? |
| | 59 | 75 | 86 | 93 | 97 | 99 | 100 | 100 | 99 | 97 | 90 | 76 | 50 | ? |
| | 60 | 76 | 87 | 94 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 91 | 80 | 57 | ? |
| | 61 | 77 | 88 | 94 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 94 | 82 | 60 | ? |
| | 62 | 78 | 88 | 94 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 94 | 84 | 63 | ? |
| | 62 | 78 | 88 | 94 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 93 | 83 | 62 | ? |
| 20 | 62 | 78 | 88 | 94 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 93 | 82 | 61 | ? |
| | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| | 유효온도(°F) | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 풍속 (rpm) | 유효온도 실제온도(°F) | | | | | | | | | |
| | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 |
| Calm | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 |
| 5 | 48 | 37 | 27 | 16 | 6 | -5 | -15 | -26 | -36 | -47 |
| 10 | 40 | 28 | 16 | 4 | -9 | -21 | -33 | -46 | -58 | -70 |
| 15 | 36 | 22 | 9 | -5 | -18 | -36 | -45 | -58 | -72 | -85 |
| 20 | 32 | 18 | 4 | -10 | -25 | -39 | -53 | -67 | -82 | -96 |
| 25 | 50 | 16 | 0 | -15 | -29 | -44 | -58 | -74 | -88 | -104 |
| 30 | 28 | 13 | -2 | -18 | -33 | -48 | -63 | -79 | -94 | -109 |
| 35 | 27 | 11 | -4 | -20 | -35 | -49 | -67 | -82 | -98 | -113 |

3. 마무리, 줄눈, 양생

1) 블리이딩 수의 제거

양질의 콘크리트는 블리이딩이 많이 발생하지 않도록 하는 것이다. 또한 흡손으로 마무리하기 전에 호스로서 표면의 물을 빨아들여 블리이딩을 제거하고, 이때 콘크리트는 물만 제거되기 위해 충분한 강성을 지녀야 한다.

또 다른 방법으로는 팬(fan)이나 열풍기를 사용하여 초과수분을 증발시키는 방법으로, 이는 콘크리트의 응결을 지연시킬 수 있는 곳에 적당하다.

2) 바닥표면의 굴곡은 일반적으로 미장공이 흡손을 너무 기울여서 마무리를 하였을 경우 발생한다.

3) 유동화 콘크리트의 마무리

입경이 비교적 큰 굵은골재를 사용하거나 잔골재를 사용하므로써 마무리작업이 용이하게 되며, 또다른 방법으로는 마무리 시간을 조절하는 것이다. 즉 콘크리트에 윤기가 난후 약 20분 정도 후에 마무리를 하는 것이 좋다.

4) 콘크리트 계단 바닥에서의 골재의 노출

거푸집 표면에 표면 응결지연제를 사용하므로써 거푸집 해체후 표면에 골재를 노출시킬 수 있다. 그러나 표면 응결지연제량에 따른 지연시간은 사전실험을 통하여 분석되어야 한다.

5) 그라인딩에 의한 바닥마무리 방법은 2일에서 5일간 양생후에 grinder-finisher로 그라인딩하는 것으로 장시간의 양생기간을 줄이는데 성공적이고 경제적이라고 증명되었다. 한사람이 하루에 할 수 있는 그라인딩 작업량은 대략 360m² 정도이다.

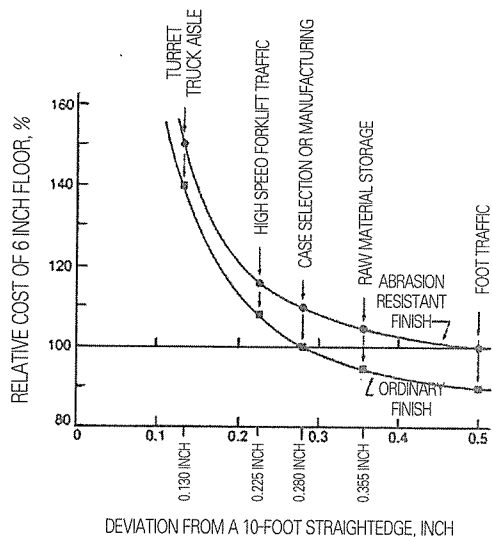
6) 동결융해에 대한 콘크리트의 내구성은 콘크리트의 배합시 적당한 공기를 연행시키므로써 향상시킬 수 있다. 기후에 대한 또다른 영향-대기오염, 골재에 포함된 어떤 물질에 의한 콘크리트의 터짐(popout), 구조물의 이동에 따른 균열, 박리등을 별도의 측정이 요구되는 특별한 문제이다.

7) 콘크리트에 의한 피부질환

콘크리트는 작업자의 피부에 질환을 일으킬 수 있다. 이러한 영향은 과도로 진행될 때까지 인식하지 못하는 경우가 있다. 따라서 레미콘생산업자들은 사용자에게 콘크리트에 대한 피부노출을 경고하는 것이 좋으며, 이에 대한 예방책과 치료방법을 알리는 것이 바람직하다.

8) 평탄성(flatness) 비용

다음 그림은 15cm 두께의 바닥 슬래브의 허용편차가 재료비에 얼마나 영향을 미치는지를 보여주고 있다. 그림에 나타낸 점들은 여러 종류의 바닥 슬래브로 부터 얻어진 편차



자료로서, 허용편차와 비용이 밀접한 관계를 가지고 있음을 보여주고 있다. 단지 보도로만 사용할 때의 마멸방지층에 대하여는 3m에 1.25cm의 오차허용도를 가질 때를 표준비용으로 하였다. 낮은 오차허용도를 가지는 마멸방지바닥의 비용은 윗쪽의 곡선을 따라 나타나는데, 150퍼센트까지 점진적으로 증가하고 있다. 여기에서 일반적인, 즉 마멸방지가 되지 않는 마무리바닥이 더 낮음을 알 수 있다.

9) 바닥평탄성에 대한 시방서(specification) 평탄성이란 도로의 종방향으로의 콘크리트 표면의 요철정도에 관계되며, 수평성은 대부분 경사(tilting)에 관계된다. 최근에는 이들을 수학적으로 분류하므로써 보다 쉽게 인지할 수 있도록 하였다.

10) Shallow waves in suspended floor 때때로 콘크리트가 경화하기전에 양이 다른 고체 침전물 때문에 생기는 문제점을 경험할 수 있다. 콘크리트의 두께는 여러 종류가 있다. 굳지않은 콘크리트의 깊숙한 곳에서 더 많은 블리딩과 침전물이 생긴다. 이것에 대한 설명은 다음과 같은 사실에 의해서 증명되는데 그사실은 두께차이가 거의 없는 곳에서 지반바닥에 대한 파의 전달이 적다는 것이다. 이것은 1층바닥에 보통 콘크리트를 사용하는 것이 suspended floor에 경량 콘크리트를 사용하는 것보다 블리딩이 적다는 사실을 가능하게 해준다.

두가지방법으로

- ① 진공으로 물을 제거하는 방법으로 마무리를 시작하기전에 대부분의 물을 제거
- ② 덕트(duct)위에 토핑(topping)과 두께가 같은 2층(two-course floor)을 건축한다.

11) 미끄럼방지를 위한 카보럼덤(Car-

borumdum for slip resistance)

카보럼덤이 금강사(emery)보다 더 단단하고 연마용으로 적당하다. 그러나 금강사가 일반적으로 적당하고 덜 비싸기 때문에 많이 사용된다. 미끄럼 방지를 위한 또다른 방법으로 는 표면을 쓸어내는 방법(broom)이 있는데, 마지막 흠손질후 쓸어내면서 단단한 날이 있는 비로 표면을 긁어내리는 방법이다.

12) 줄눈 절단장치

Northern Illinois Concrete and Paving 회사에서 별도의 장치를 고안하여 사용하였다.

이것은 바닥면의 중앙지점에서 약간 떨어진 지점에 수축줄눈을 만드는 날을 설치하여 bull float을 개량한 것이다. 수축줄눈의 위치는 주차장에서 보다도 주행도로(driveway)에서 정확하게 되어야 한다. 작업자는 줄눈에 콘크리트 부스러기가 떨어지지 않도록 주의를 해야 한다. 현재 추천되는 수축줄눈의 절단 깊이는 슬래브 두께의 1/4이다. 그러나 개량된 bull foats는 약 25mm정도 깊이까지 절단할 수 있다. 그럼에도 불구하고 10~15cm 두께 슬래브의 균열을 조절하는데 효과적인데, 이는 굳지 않는 콘크리트가 빨리 절단되기 때문인 것 같다. 줄눈의 위치가 작업자로부터 약간 떨어져 있다면, 줄눈 깊이가 깊을수록 굵은 골재를 줄눈밖으로 밀어내는 것이 힘들 것이다. 그래서 15cm 이상의 슬래브에서는 톱에 의한 절단이 더 경제적이다.

13) 절삭반경

만일 바닥에 중량이 무거운 차량이 많다면 절삭반경은 박리와 관계가 깊다. 만약 줄눈이 채워져 있다면 반경은 표면과 붙어 있는 모서리에서 예상치 않은 각도의 균열이 발생할 것이다. 절단에 의한 진정한 절삭반경은 쉽게

과약할 수 없다. 만약 필요하다면 V형의 절삭 도구를 사용하여 모서리를 경사지게 할 수 있는데 많은 비용이 든다.

14) 슬래브의 폭과 길이

슬래브의 폭에 대한 길이의 비는 1.5를 초과할 수 없다. 폭에 대한 길이의 비가 그 이상이 되면 중간지점이나 줄눈위치에서 균열이 발생하기 쉽다. 추천할 만한 줄눈간격은 보통 슬래브 두께를 인치로 나타내었을 때 2배에서 3배의 값에 피트단위를 붙인 값이 된다. 즉 6인치 두께의 슬래브는 최대 18피트의 줄눈 간격을 가질 수 있다.

15) 줄눈간격의 한계값 사용 금지

6인치 두께의 슬래브에서 18피트의 줄눈간격을 사용하거나 폭에 대한 길이의 비가 1.5가 되는 경우를 피해야 한다. 무덤고 건조한 날씨라든가 부실한 공사가 진행되었을 경우 6인치 두께에 12피트의 줄눈 간격은 위험하다. 줄눈간격을 한계값으로 설계했을 때 균열이 발생했을 경우 시공자는 책임을 면할 수 없으므로 한계값으로의 설계를 피해야 한다.

16) 줄눈 충전제

줄눈충전제 모서리부분을 충분히 지지해야 하므로 부드럽거나 탄성적(elastometric)인 재료는 피해야 한다. 무거운 차량이 지날 경우 줄눈부근에서 부서지기 쉽다. 초기에 어떠한 예폭시로 줄눈을 채울것인지는 아무도 말할 수 없다. 종종 flexibilized epoxy라 불리는 semi-rigid 재료를 사용해야 한다. 줄눈 사이의 틈은 예폭시를 끄집어냄 없이 재충전할 수 있다. 이것은 또한 shrinkage에 의한 수축에도 많은 도움이 된다.

17) 형상계수(shape factor)

Frank Gaus는 다음과 같이 보고를 하였다. "당신이 구조물에 사용하는 충전재를 가지고 있다면 2:1의 형상계수가 바람직하다." 그러나 그는 포장에 있어서는 1:2의 비가 더 좋다고 주장하였다. 왜냐하면 형상계수가 완전한 것은 아니기 때문이다. 구조물에서는 주의깊게 줄눈을 충전시켜야 하니 포장도로에서는 세심한 주의가 필요없으며 요구되는 줄눈깊이와 폭도 얇을 것이다. 그러므로 2:1의 형상계수는 안전의 한계와는 거리가 있으며 포장도로에서 규정된 충전깊이를 얻기는 매우 힘들다.

18) Curing compound for aluminate cement

양생혼화제가 포틀랜드시멘트콘크리트를 만족하는 한 칼슘알루미늄시멘트로 만들어진 콘크리트는 만족할 만하다. 그러나 양생혼화제를 사용함에 있어서 이런 종류의 콘크리트 사용에 주의를 해야 한다. 칼슘알루미늄시멘트의 수화작용은 초기 24시간에 거의 일어난다. 그러므로 콘크리트는 이 시간동안 수분의 손실을 막아야 한다.

19) Shotcrete양생

Shotcrete는 보통 낮은 물-시멘트비를 가지고 있기 때문에 양생수(curing water)를 첨가하면 유리해진다. 이것은 물이 시멘트의 수화작용에 의하여 건조될 공극속으로 흘러 들어가기 때문이다. 시간이 지남에 따라 Shotcrete의 수분을 유지시키기 위해 몇가지 방법들이 취해져야 한다.

4. 소성수축균열

1) 소성수축균열

콘크리트 타설후 마무리 단계에서 굳지않

는 콘크리트 슬래브의 표면에 나타나는 균열로서 30-100cm 간격을 가지고 2.5-5cm 깊이로 서로 평행하게 발생하며, 콘크리트 바닥층과 포장의 강도에는 거의 영향이 없고, 대부분 거의 눈에 띄지 않는다. 정확한 양을 배합하면 균열의 발달을 최소화 할 수 있다.

2) 소성수축균열의 발생

소성수축균열은 콘크리트 표면의 수분증발량이 표면을 건조상태로 변화시킬 수 있는 양을 초과할 때 발생한다. 소성균열은 표면이 건조하여 충분한 인장력을 가지고 있을 때 발생하지 않으며, 콘크리트도 소성거동을 하게 된다. 수분 증발량은 상대습도가 낮고 풍속이 클 때 그 값이 크며, ACI에서는 증발량을 산정할 수 있는 표를 제시하고 있다. 시멘트 함유량이 많을수록 소성균열은 증가하며, 블리이딩은 감소하는 경향이 있다. 또한 슬럼프치가 증가할수록 소성균열도 증가하는 경향이 있으며 증발량이 커질 때는 낮은기온이나, 적은 시멘트함량, 적은 수량, 불순물등의 응결저해요소도 소성수축균열의 발달을 증가시킨다.

3) 소성수축균열의 최소화 방법

소성수축균열을 제거하는 것은 쉽지 않다. 슬럼프치를 증가시키거나 다른 종류의 시멘트, 골재를 사용하여 소성수축균열을 줄이려면 소성수축균열을 유발할 수 있는 기후조건을 미리 알아내는 것이 중요하다. 소성수축균열을 최소화하기 위한 주의사항을 다음과 같다.

- (1) 적절한 인력, 장비를 동원하여 콘크리트작업을 재빨리 마무리할 것
- (2) 가능한 콘크리트 양생시 표면을 3일 이상 축축하게 유지할 것
- (3) 거푸집과 철근을 충분히 적실 것

- (4) 매우 덥고 건조할 때에는 분무기로 콘크리트 표면을 적시고 가능한 그늘진 곳에서 작업하여 슬래브 표면의 온도를 조절할 것
- (5) 최악의 경우에는 작업시간을 늦은 저녁으로 옮길 것
- (6) 합성섬유를 사용하여 소성수축균열에 저항할 수 있는지 고려할 것
- (7) 콘크리트가 빨리 응결되도록 할 것

5. 콘크리트 YIELD양의 불일치

1) 콘크리트 YIELD양

콘크리트 YIELD양은 이미 알고 있는 콘크리트 구성재료들의 양으로부터 산출된 콘크리트의 용적으로 보통 m^3 으로 표시된다. ASTM에서는 굳은 콘크리트의 용적이 거푸집에서 콘크리트를 퍼면서 너무 걷어 내거나 넘치고, 연행공기가, 소실되고, 묽은 콘크리트가 침강하므로써 예상보다 적어진 것은 생산자의 책임은 아니라고 규정하고 있다.

2) 콘크리트 YIELD양에 의한 문제점

대부분의 콘크리트 YIELD양에 의한 문제점은 실제 콘크리트 용적과 이론 용적이 일치하지 않는다는 것인데, 실제 콘크리트 용적은 정확한 단위중량과 YIELD양의 계산으로부터 알 수 있다.

겉보기 용적의 부족은 아래의 경우에 기인한다.

- (1) 슬래브두께나 거푸집부피를 잘못 계산한 경우
- (2) 콘크리트 압력에 의한 거푸집의 변형이나 비틀림
- (3) 불규칙한 기초 지반, 자갈위의 타설, 콘크리트 타설전 지반의 침하로 인한 슬래브두께의 증가

(4) 대규모 작업 수행후 남은 소량의 콘크리트가 축적되어 재사용되는 경우

3) YIELD양 불일치의 방지대책

YIELD양의 불일치를 막고 그 문제를 최소화하기 위해서는

- (1) ASTM C138에 의한 단위중량시험을 작업전에 수행해야 한다.
- (2) 작업에 필요한 콘크리트의 용적을 정확히 측정할 것
- (3) 거푸집의 변형이나 비틀림이 없도록 표준압력에 견디는 거푸집을 사용할 것
- (4) 슬래브의 경우 정확한 마무리와 적절한 입도로 채워 넣을 것

6. 서중 콘크리트

1) 서중상태

서중상태란 콘크리트의 취급, 치기, 양생시 주의가 요구되는 높은 기온의 상태로서, 서중상태하에서는 콘크리트 표면의 수분증발률이 높아지고, 응결속도가 촉진되는 등 여러가지 문제가 야기된다. 일반적으로 높은 상대습도 하에서는 서중상태의 영향이 적어지는 것이 일반적이다.

2) 서중상태의 고려이유

서중상태는 굳지않는 콘크리트나 비빈 후 얼마되지 않는 콘크리트에 막대한 영향을 미치므로 콘크리트의 작업 수행시 중요하게 고려해야 한다. 높은 온도는 물의 수요량을 증가시켜, w/c를 증가시키므로 결과적으로 강도가 저하되며, 또한 슬럼프치를 낮게 만들고 공기의 유입을 방해한다.

온도의 영향은 응결시간에 영향을 미치므로 서중상태에서의 콘크리트 작업시에는 빠른 마무리가 요구된다.

서중상태에서 양생한 콘크리트는 표준상태(21℃)에서 양생한 것보다 재령 28일 강도가 일반적으로 작다.

높은 온도와 강한 바람, 낮은 상대습도는 굳지않는 콘크리트에서 높은 수분 증발률에 의한 소성균열의 발생과 건조수축균열의 발생, 콘크리트의 수화 촉진을 야기하며, 대형 구조물에서의 균열발생등 심각한 문제를 일으킨다.

3) 서중상태에서의 콘크리트 작업

서중상태에서 콘크리트를 성공적으로 수행하기 위해서는 다음사항을 알아야 한다.

- (1) 콘크리트에 영향을 주는 인자를 인지할 것
- (2) 그 영향을 최소화할 수 있도록 계획할 것

즉, 수화열의 적절한 조절 또는 포졸란계 첨가물(플라이 애쉬)에 의해 높은 온도에 의한 영향을 줄일 것

적절한 작업시기와 작업계획은 콘크리트의 운반, 치기, 마무리의 지연을 막을 수 있다. 가능하다면 운반은 트럭에 의해 낮시간을 피하여 행하는 것이 유리하다. 만일 악조건에서 많은 작업을 행할 때는 혼합수에 얼음이나 찬물을 섞어서 사용하며, 혼합적 골재는 서늘한 곳에 보관하여 콘크리트 혼합물의 온도를 낮추어야 한다.

만일 낮은 습도와 강한 바람이 예상되면 햇빛가리개와 분무기를 이용해서 슬래브의 소성수축균열이 최소화 되도록 해야한다.

7. 콘크리트 Blisters

1) 콘크리트 Blisters

콘크리트 Blisters란 콘크리트 표면에 생

기는 작은 구멍이나 돌기를 말하며 때로는 10-12.5cm 크기로 발생하기도 한다. 이것은 갑작스런 흠손질에 의한 공기유입이나 블리이딩에 의한 표면수 증가에 의해 형성된다.

작은 것은 마무리작업시 보이지 않을뿐 아니라 교통량에 의해 파괴되기 전까지는 찾아 내지 못한다.

2) Blisters의 문제점

굳지않은 콘크리트 표면에서 형성되는 Blisters는 흠손작업시 밀폐되어져 마무리작업을 지연시킨다. 적절한 표면수의 증발은 콘크리트의 흠손질 작업을 할 수 있도록 만들지만, 너무 빠른 표면수 증발은 Blisters의 영향이 슬래브의 2.5cm정도 깊이까지 미치도록 하며, 결국 소성수축균열을 발생시킨다. 다음의 경우는 콘크리트 Blisters가 형성된 것으로 생각할 수 있다.

- (1) 콘크리트의 응결이 지연된다.
- (2) 공기유입이 많아지며 표면이 빨리 마무리된다.
- (3) 잔골재와 시멘트의 함량이 과대해서 콘크리트가 끈적끈적해진다.
- (4) 슬래브 두께가 두껍다.
- (5) 슬럼프치가 7.5-10cm 보다 작다.

3) Blisters의 방지책

마무리 기계는 흠손질 작업전에 필요하다고 보이는 콘크리트표면에 조심성 있게 사용해야 한다. 마무리작업시 강조할 것은 마무리

층의 두께를 너무 두껍게 하지 말고 가능한 빨리 콘크리트를 치고, 평평하게 다져야 한다는 것과 좀더 마무리 작업을 해야 할 경우에는 가능한 오랜시간을 지체한 후 해야 한다는 것이다.

한중상태에는 경화촉진제나 가열된 콘크리트를 사용하면 콘크리트 Blisters의 형성을 방지할 수 있다. 만일 Blisters가 형성되어 있다면 평평한 흠손이나 나무판을 이용하여 표면을 평평하게 다듬어주고 가능한 오랜 시간이 흐른 뒤 마무리하는 것이 좋다.

또한 수분의 증발속도를 저하시킬 수 있다면 어떤 방법이든 콘크리트 Blisters의 형성을 방지 하는데 도움이 된다.

8. 콘크리트의 수평 마무리

1) 수평 마무리

콘크리트의 마무리란 소요 구조나 소요 강도의 콘크리트표면을 평평하게하고 압밀하는 작업을 말한다. 또한 마무리를 통해서 실용적이고 미려한 콘크리트구조를 만들 수 있다.

2) 콘크리트수평 마무리의 필요성

마무리 작업은 기술, 지식, 경험등에 의해 콘크리트 혼합물과 현장조건의 다양성을 다루어야 하므로 주의깊게 계획되어야 한다. 또한 콘크리트의 최종적인 품질에 영향을 주므로 모든 작업에 앞서 먼저 고려되어야 한다.