

한중콘크리트

1 총 칙

1.1 적용범위

이 장은 한중콘크리트의 시공에서 특히 필요한 사항에 대한 일반적인 표준을 나타낸 것이다.

하루의 평균기온이 4℃이하로 예상될 때에는 한중콘크리트로 시공해야 한다.

【해 설】

하루의 평균기온이 4℃이하가 되는 기상조건 하에서는 응결경화반응이 몹시 지연되어, 밤중이나 새벽 뿐 만 아니라 낮에도 콘크리트가 동결할 염려가 있으므로 한중콘크리트로서의 고려가 필요하다.

1.2 일 반

한중콘크리트를 시공할 때에는 콘크리트가 동결하지 않도록, 또 한냉(寒冷)하에서도 소요의 품질이 얻어지도록 재료, 배합, 비비기, 운반, 치기, 양생, 거푸집 및 동바리 등에 대하여 적절한 조치를 취해야 한다.

【해 설】

한중콘크리트의 시공방법은 기온, 구조물의 종류 및 크기 등에 따라 다르지만, 일반적으

로 4℃이상의 기온에서는 일반적인 시공방법으로 해도 좋다. 기온이 0~4℃에서는 간단한 주의와 보온으로 시공할 수 있다. -3~0℃에서는 물 또는 물과 골재를 가열할 필요가 있는 동시에 어느 정도의 보온이 필요하다. -3℃이하에서는 본격적인 한중콘크리트로 시공해야 한다. 즉, 물과 골재를 가열하여 콘크리트의 온도를 높일 뿐 만 아니라 필요에 따라 적절한 보온, 급열(給熱)에 의하여 친 콘크리트를 소요의 온도로 유지하는 등의 조치를 취할 필요가 있다.

경화전의 콘크리트가 빙점하에 노출되면, 쉽게 동결팽창하여 초기동해를 받는다. 초기동해를 받은 콘크리트는 그 후 적절한 양생을 실시해도 강도를 회복하는 일이 없으며, 내구성, 수밀성 등이 몹시 저하된다. 또 콘크리트가 동결하지 않더라도 5℃정도 이하의 저온에 노출되면, 응결 및 경화반응이 상당히 지연된다. 그래서 빠른 시기에 시공시의 하중을 받는 구조물에서는 균열, 잔류변형등의 문제가 생기기 쉽다. 콘크리트의 노출부나 강재 거푸집 면에 직접 바람이 와 닿으면 콘크리트의 온도저하가 더욱 커진다. 이와 같은 상황들이 일어날 우려가 있는 경우에는 적절한 재료의 선택, 재료의 가열, 콘크리트의 보온 등을 실시하여 한중콘크리트로서의 대책을 강구할 필요가 있다.

콘크리트의 동결온도는 물-시멘트비, 혼화재료의 종류 및 양에 따라 다소 다르지만 대략 $-5\sim-2^{\circ}\text{C}$ 라고 한다.

한중콘크리트의 시공에서 특히 주의할 사항은 다음과 같다.

- 1) 응결경화의 초기에 동결되지 않도록 할 것.
- 2) 양생종료 후 봄까지 받는 동결응해작용에 대하여 충분한 저항성을 가지게 할 것.
- 3) 공사 중의 각 단계에서 예상되는 하중에 대하여 충분한 강도를 가지게 할 것.

2 재 료

- (1) 시멘트는 포틀랜드시멘트를 사용하는 것을 표준으로 한다.
- (2) 동결되어 있거나, 또는 빙설이 혼입되어 있는 골재는 그대로 사용해서는 안된다.
- (3) 고성능감수제, 고성능AE감수제 방동(防凍)·내한(耐寒)제 등의 특수한 혼화제를 사용할 때는 품질이 확인된 것을 사용해야 한다.
- (4) 재료를 가열할 경우에는 물 또는 골재를 가열해야 하며, 시멘트는 어떠한 경우라도 직접 가열해서는 안된다. 골재의 가열은 온도가 균등하고 또 지나치게 건조하지 않는 방법으로 해야 한다.

【해 설】

(1)에 대하여 한중콘크리트에 포틀랜드시멘트를 사용하는 것을 표준으로 하고 있는 것은 저온양생 했을 때의 초기재령의 강도발현에 대한 지연정도가 작고, 콘크리트가 동해를 받을 염려를 적게 할 수 있기 때문이다.

매시브한 콘크리트의 경우에는 수화열에 의하여 균열이 발생할 염려가 있으므로, 중용

열포틀랜드시멘트 혹은 혼합시멘트 B종의 사용도 검토하는 것이 좋다. 그러나 수화열이 낮은 시멘트를 사용할 경우에는 특히 충분한 보온양생이 필요하게 된다. 보통포틀랜드시멘트에서는 소요의 양생온도나 초기강도의 확보가 어렵고, 수화열에 의한 균열의 문제가 없는 경우에는 조강포틀랜드시멘트의 사용이 효과적이다.

긴급공사용의 특수시멘트로서는 초속경시멘트, 알루미늄시멘트 등이 있다. 초속경시멘트를 사용하면 양생을 매우 짧은 시간으로 한정할 수 있어서, 겨울철에도 수 시간 후에 구조물을 사용할 수 있으나, 경화시간의 조정제(調整劑)의 사용량에 따라 응결 및 경화성상이 대폭적으로 변하기 때문에 사용온도의 응결성상을 정확하게 파악해 둘 필요가 있다.

(2)에 대하여 골재가 동결되어 있는 경우 이것을 그대로 사용하면, 비빈 직후의 콘크리트의 온도가 낮아져서 콘크리트가 동결할 우려가 커진다.

또 골재에 빙설이 혼입되어 있는 경우 이것을 그대로 사용하면, 비빈 직후의 콘크리트 온도가 낮아질 뿐더러, 콘크리트의 단위수량을 일정하게 유지하기가 어려워진다. 그래서 골재는 시트 등으로 덮어 저장하는 것이 좋다.

(3)에 대하여 한중콘크리트에서는 AE제 또는 AE감수제를 사용하는 것을 표준으로 하고 있다. 이들은 KS F 2560 『콘크리트용 화학혼화제』의 규격을 만족하는 것을 사용해야 한다. 고성능감수제나 고성능 AE감수제를 사용하여 물-시멘트비를 작게 하는 것은 동결에 대한 저항성을 높이는데 효과적이다. 그러나 낮은 온도하에서의 감수성능, 워커빌리티의 변화 등에 주의를 기울일 필요가 있다.

그 밖에 방동(防凍), 내한(耐寒)제 등의 혼화재료 사용을 생각할 수 있는데 사용할 경우에는 실적이 적으므로 그 성분, 사용효과 등에

대해 충분히 조사하여 품질을 확인해야 한다.

(4) **대하여** 시멘트의 가열은 실질적으로 곤란하며, 더구나 온도가 높은 시멘트와 물을 접촉시키면 급결하여 콘크리트에 나쁜 영향을 미칠 염려도 있으므로 시멘트를 가열하는 것을 금하였다.

재료의 가열은 용이한 점과 열용량이 큰 점으로 보아 물의 가열이 유리하다. 온수의 온도는 시멘트가 급결하지 않을 정도의 온도로 한다. 재료의 가열장치와 방법은 재료가 균일하게 가열되어 항상 소요온도의 재료가 얻어지도록, 또 콘크리트의 비비기 작업에 대응할 수 있도록 충분한 능력을 가진 것이어야 한다.

골재를 65℃이상으로 가열하면 단위수량의 관리가 곤란해지고, 또 운반 중에 반죽질기가 변화할 염려가 있다. 그러므로 골재의 가열방법은 설비상으로는 쉬운방법이 아니지만 수증기를 사용하는 것이 관리면에서 비교적 좋다.

재료를 가열했을 때 비빈 직후의 콘크리트의 대체적인 온도 T(℃)는 다음식으로 계산할 수 있다.

$$T = \frac{C_s(T_a \bar{W}_a + T_c \bar{W}_c) + T_m \bar{W}_m}{C_s(\bar{W}_a + \bar{W}_c) + \bar{W}_m}$$

(해설식 ...1)

여기서

- \bar{W}_a 및 T_a : 골재의 중량(kg) 및 온도(℃)
- \bar{W}_c 및 T_c : 시멘트의 중량(kg) 및 온도(℃)
- \bar{W}_m 및 T_m : 비비기에 사용한 물의 중량(kg) 및 온도(℃)

C_s : 시멘트 및 골재의 비열이며, 0.2로 가정해도 좋다.

3 배 합

(1) 한중콘크리트에는 AE콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 단위수량은 초기동해를 작게 하기 위하여 소요의 워커빌리티를 유지할 수 있는 범위내에서 될 수 있는 대로 적게 해야 한다.

【해 설】

(1)에 대하여 AE제 및 AE감수제를 사용하여 미세한 기포를 연행시킴에 따라 소요의 워커빌리티를 얻는데 필요한 단위수량을 줄일 수 있는 것 외에, 콘크리트속의 물의 동결에 의한 해를 적게 할 수 있으므로 한중콘크리트에는 AE콘크리트의 사용을 원칙으로 하였다.

(2)에 대하여 단위수량을 감소시키는 것은 동결 가능한 물의 양을 감소시킬 뿐만 아니라, 특히 낮은 온도에서 많아지는 블리딩을 감소시켜 콘크리트 온도의 저하를 방지하는 효과도 기대할 수 있다. 따라서 소요의 워커빌리티가 얻어지는 범위내에서 될 수 있는 대로 단위수량을 적게 하는 것이 기본이다.

4 비비기

- (1) 콘크리트를 비빈 직후의 온도는 기상 조건, 운반시간 등을 고려하여 칠 때에 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 해야 한다.
- (2) 가열한 재료를 믹서에 투입하는 순서는 시멘트가 급결하지 않도록 정해야 한다.
- (3) 콘크리트를 비빈 직후의 온도는 각 배치마다 변동이 작아지도록 관리해야 한다.

【해 설】

(1)에 대하여 치기가 끝난 뒤의 콘크리트 온도는 운반, 치기 중의 열손실 때문에 믹서로 비냈을 때의 콘크리트 온도 보다도 낮아진다. 온도에 대한 저하의 정도는 일반적으로

운반 및 치기시간 1시간에 대하여 콘크리트 온도와 주위의 기온과의 차이는 15% 정도라고 한다.

$$\text{즉, } T_2 = T_1 - 0.15 \cdot (T_1 - T_0) \cdot t \quad (\text{해설식 } \dots 2)$$

여기서, T_0 : 주위의 기온 (°C)

T_1 : 비뿔을 때의 콘크리트의 온도 (°C)

T_2 : 치기가 끝났을 때의 콘크리트의 온도 (°C)

t : 비빔후 부터 치기가 끝났을 때 까지의 시간(h)

따라서 칠 때 소요의 온도에 운반, 치기 중의 열손실을 더한 온도가 비빔 때 언도록 해야 한다. 레디믹스트콘크리트의 공장을 선정할 때에는 운반중의 온도저하, 운반시간 및 공장의 가열설비의 능력 등을 고려해야 한다.

(2)에 대하여 뜨거운 물과 시멘트가 접촉하면 시멘트가 급결할 우려가 있으므로 먼저 뜨거운 물과 굵은골재, 다음에 잔골재를 넣어서 믹서 안의 재료의 온도가 40°C이하로 되고 나서 최후에 시멘트를 넣는 것이 좋다(2(4) 해설 참조).

(3)에 대하여 콘크리트의 공급량이 가열설비의 능력을 초과하면 소정의 비비기 온도를 확보할 수 없게 된다. 따라서 콘크리트의 타설계획을 세울 때에는 재료의 가열능력을 충분히 고려해야 한다.

또 하루중에서 최초의 배치는 사용하는 기계 등이 냉각되어 있기 때문에 비빔 직후의 온도가 낮아지는 수가 있으므로 특히 주의해야 한다.

5 운반 및 치기

(1) 콘크리트의 운반 및 치기는 열량의 손실을 가능한 한 줄이도록 해야 한다.

(2) 칠 때의 콘크리트 온도는 구조물의 단면치수, 기상조건 등을 고려하여 5~20°C의 범위에서 정한다.

(3) 콘크리트를 칠 때에는 철근이나, 거푸집 등에 빙설이 부착해 있어서는 안된다.

(4) 시공이음부에서 구(舊) 콘크리트가 동결되어 있는 경우에는 적당한 방법으로 이것을 녹이고, 시공방법에 의거 콘크리트를 이어쳐야 한다.

(5) 치기가 끝난 콘크리트는 노출면이 외기에 장시간 방치되는 일이 없도록 해야 한다.

【해 설】

(1)에 대하여 한중콘크리트의 경우, 운반 및 치기 중에 콘크리트 온도가 저하하므로, 이것을 방지할 수 있는 조치가 필요하며, 콘크리트를 비벼서 칠 때 까지의 시간을 될 수 있는 대로 짧게 해야 한다.

콘크리트 펌프를 사용할 경우 수송관이 너무 냉각되어 있으면, 관의 내벽에 모르타가 동결해서 부착하여 예기치 않은 고장이 생기는 수가 있다. 이것을 방지하기 위해서는 관로의 보온, 치기 전의 온수에 의한 예열, 치기 종료시의 청소 등을 철저히 할 필요가 있다. 이때 콘크리트 치기 도중작업의 중단은 될 수 있는 대로 피해야 한다.

(2)에 대하여 한중시공에서는 경화가 몹시 늦어질 뿐 만 아니라 기온이 갑자기 내려갈 경우 콘크리트가 동결할 우려가 있다. 그러므로 처넣을 때에는 구조물의 종류나 크기, 기후, 기온, 양생방법에 알맞는 적절한 콘크리트 온도를 확보할 필요가 있다. 기상조건이 가혹한 경우나 부재두께가 얇을 경우에는 칠 때의 콘크리트의 최저온도는 10°C정도로 확보할 필요가 있다. 그러나 부재 두께가 두꺼운 경우에는 치기 온도를 높이면, 오히려 수화발열에 의한 온도응력에 의하여 균열이 발

생하기 쉬우므로 5℃ 이하가 되지 않는 범위에서 치기온도를 낮추어 놓는 것이 좋다. 또 온도가 너무 높으면 단위수량이 많아지거나, 콘크리트가 너무 빨리 경화하거나, 장기강도가 저하하는 등의 피해가 생기는 경우가 있다. 또한 콘크리트 표면이 건조하기 쉬워져서, 이로 인하여 균열이 발생하는 수가 있다. 따라서 칠 때의 콘크리트온도는 구조물의 부재치수나 기상조건 등을 고려하여, 새로 친 콘크리트가 초기동해를 받지 않도록 5~20℃의 범위에서 이를 정하도록 하였다.

(3)에 대하여 철근이나, 거푸집 등에 부착되어 있는 빙설을 녹이는 데에는 끓는 물 또는 증기를 이용하는 것이 좋으나, 저온의 경우 한 번 녹인 물이 동결해서 나쁜 결과를 가져오는 수도 있으므로 주의해야 한다.

프로판가스, 등유 등의 버너, 히터 등을 병용하는 것도 한 방법이다. 동결된 지반 위에 콘크리트를 치면 급격한 온도저하를 초래하고, 또 동결한 지반이 녹았을 때 콘크리트가 침하한다. 따라서 마무리한 지반은 콘크리트를 칠 때 까지의 사이에 동결하지 않도록 시트 등으로 덮고, 필요하면 투광기(投光器), 히터 등으로 보온하며 특히 물이 스며 들어오는 것을 막을 필요가 있다. 이미 지반이 동결해 있을 경우는 적절한 방법으로 이것을 녹인 후에 콘크리트를 쳐야 한다.

(4)에 대하여 여기서 콘크리트가 동결되어 있는 경우라 함은 단순히 상태를 말하는 것이며, 동해를 받은 경우는 아니다. 구(舊)콘크리트가 동결해 있거나 빙설이 부착되어 있는 경우에는 (3)에 준해서 충분히 이것을 녹여 완전한 시공이음을 얻도록 해야 한다. 한중콘크리트의 성급한 시공은 후에 중대한 나쁜 결과를 초래하는 수가 있으므로 주의해야 한다.

(5)에 대하여 콘크리트 치기가 끝난 후 양생을 시작할 때까지는 콘크리트 표면의 온

도가 급냉할 가능성이 있으므로, 콘크리트를 친 후 즉시 시트, 기타 적당한 재료로 표면을 덮어서 특히, 바람을 막아야 한다.

6 양 생

- (1) 양생방법 및 양생기간은 습윤양생에 따르는 외에 외기온도, 배합, 구조물의 종류 및 크기 등을 고려하여 정해야 한다.
- (2) 콘크리트는 치기 후 초기에 동결하지 않도록 잘 보호하고, 특히 바람을 막아야 한다.
- (3) 심한 기상작용을 받는 콘크리트는 표 1의 압축강도가 얻어질 때까지는 콘크리트의 온도를 5℃이상으로 유지해야 하며, 특히 2일간은 0℃이상이 되도록 유지해야 한다.
- (4) 콘크리트에 열을 가할 경우에는 콘크리트가 급격히 건조하거나 국부적으로 가열되거나 하지 않도록 해야 한다.
- (5) 콘크리트는 시공중에 예상되는 하중에 대하여 충분한 강도가 얻어질 때까지 양생해야 한다.
- (6) 보온양생 또는 급열양생을 끝마친 후에는 콘크리트의 온도를 급격히 저하시켜서는 안된다.

【해 설】

(1)에 대하여 한중콘크리트의 양생방법은 보온양생과 급열양생으로 분류된다. 보온양생은 단열성이 높은 재료로 콘크리트의 주위를 덮어서 시멘트의 수화열을 이용하여 소정강도가 얻어질 때까지 보온하는 것이다. 급열양생은 기온이 낮은 경우 또는 단면이 얇은 경우에 보온만으로는 동결온도 이상의 온도를 유지할 수 없을 때 급열에 의하여 양생하는 것이다. 급열할 경우에는 그 효과에 손실

〈표 1〉 심한 기상작용을 받는 콘크리트의 양생종료시의 소요압축강도의 표준(kg/cm²)

구조물의 노출 단면	얇은 경우	보통의 경우	두꺼운 경우
(1) 계속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	150	120	100
(2) 보통의 노출상태에 있고 (1)에 속하지 않는 부분	50	50	50

이 생기지 않도록 시트 등에 의한 보온양생과 조합하도록 계획하는 것이 좋다. 급열장치에는 여러 종류가 있으며, 각기 특징이 있으므로 효율적인 용량, 갯수, 배치 등을 검토해야 한다. 또 급열장치에 따라서는 일산화탄소가 발생하는 경우도 있으므로 안전관리에 대하여 주의할 필요가 있다.

양생온도를 높게 하면 강도발현이 빨라져서 양생기간을 단축할 수 있지만, 양생이 끝난 후 냉각되었을 때 균열이 발생하기 쉬워진다. 한편, 양생온도를 낮게 하면 소정의 강도를 얻을 때 까지 양생기간이 길어진다. 따라서 한중콘크리트의 양생은 콘크리트의 배합, 강도, 구조물의 종류, 단면의 두께, 외기온도 등을 고려하여 그 방법 및 기간, 양생온도 등을 계획해야 한다.

(2)에 대하여 콘크리트가 초기동해를 받으면, 그 후 양생을 계속하더라도 강도의 증진은 적다. 따라서 소정의 강도를 얻을 때 까지 치기가 끝난 콘크리트의 어느 부분도 동결하지 않도록 보호해야 한다. 특히 콘크리트 구조물의 모서리나 가장자리의 부분은 보온하기 어려운 곳이어서 초기동해를 받기 쉬우므로 양생에 주의해야 한다.

바람은 콘크리트 표면으로부터 수분의 증발을 촉진시켜서 표면근처의 콘크리트 온도를 저하시키므로, 콘크리트 타설 직후에 찬바람이 콘크리트 표면에 닿는 것을 방지해야 한다.

(3)에 대하여 콘크리트의 배합, 외기의 온도, 구조물의 단면치수, 양생방법 및 기간, 온도관리방법 등을 고려하여 양생온도를 정해야 한다. 여기서는 초기동해방지의 관점에서 콘크리트의 최저온도를 5℃로 하였지만, 추위가 심한 경우 또는 부재 두께가 얇은 경우에는 10℃정도로 하는 것이 바람직하다. 댐 단면이 두꺼우면 수화열의 영향으로 20℃이상의 높은 온도가 되는 수도 있으므로, 양생이 끝난 후 급냉하지 않도록 주의해야 한다. 일반적으로 콘크리트의 표면온도가 20℃를 넘지 않도록 양생하는 것이 바람직하다.

내동해성은 콘크리트의 강도, 함수율, AE 공기의 양, 크기, 분포 등에 따라 다르므로 소요의 저항성을 강도만으로 나타내는 것은 반드시 적당하다고는 할 수 없으나, 압축강도가 40kgf/cm² 이상이 되면 여러번의 동결로는 동해(凍害)를 받는 일이 비교적 적다고 한다. 그러나 물로 젖어 있는 콘크리트가 연이어서 심한 기상작용을 받을 경우에는 보다 큰 강도가 얻어질 때까지 양생을 계속할 필요가 있다.

내동해성의 관점으로 부터 양생종료시에는 필요한 콘크리트 강도는 기상조건, 부재의 크기, 노출조건 등에 따라 다르므로, 표 1과 같이 구분하여 그의 표준을 나타내었다. 이 강도는 콘크리트가 양생이 끝난 후 봄까지 받을 동결융해작용에 대하여 저항할 것을 고려해서 정한 것이다. 안정을 위하여 또 콘크리트의 급냉을 방지하기 위하여, 양생이 끝난 후 2일간은 콘크리트 온도를 0℃이상으로 유지하도록 한 것이다. 여기서 정한 양생을 해 두면 그 후의 강도발현이 확보되므로, 장기의 기상작용에 대한 저항성은 일반적으로 만족된다고 생각해도 좋다.

표 1의 강도를 얻기에 필요한 양생일수는 시멘트의 종류, 배합, 양생온도 등에 따라 다르므로, 시험에 의해 정하는 것이 원칙이나 5

℃ 및 10℃에서 양생할 경우의 대체적인 표준은 표 2에 나타내었다. 또한 습윤 상태에 있는 양생 일수는 시방서에 나타낸 기간도 만족한다.

(4)에 대하여 콘크리트의 급열할 경우에는 콘크리트의 온도를 알맞게 유지하는 일에만 치중하여 충분한 습기를 주는 일을 잊어서 콘크리트가 건조해 버리는 수가 있으므로 주의해야 한다. 급열방법을 써서 콘크리트의 건조를 방지해야 한다. 증기에 의하여 급열하는 방법은 이 점으로 볼 때 유리하지만, 주의를 게을리하면 건조하기 쉬우므로 역시 급수(給水)가 필요하다.

급열할 경우 국부적으로 가열해서 콘크리트 각 부분의 온도차가 현저해지면, 균열이 발생할 염려가 크므로 주의해야 한다.

(5)에 대하여 한중콘크리트는 보온, 또는 급열양생이 끝난 후 저온에 노출되므로 그 후의 강도증진은 완만하다. 따라서 하중을 받는 시기가 상당히 늦어질 경우를 제외하고, 양생은 초기동해에 대하여 저항하는 데 필요한 강도를 얻은 후에도 계속하여, 예상되는 하중에 대하여 필요한 강도를 얻을 때 까지 실시하는 것이 좋다.

(6)에 대하여 보온양생 또는 급열양생을 끝낸 후, 온도가 높은 콘크리트를 갑자기 한

기(寒氣)에 노출시키면 콘크리트의 표면에 균열이 발생할 우려가 있으므로 적당한 방법으로 보호하여 표면이 서서히 식도록 해야 한다. 양생종료 후에 한기에 접하여 동결될 것이 예상될 때는 양생을 끝내기 직전에는 살수하지 않는 것이 좋다.

7 거푸집 및 동바리

- (1) 거푸집은 보온성이 좋은 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 동바리의 기초는 지반의 동상(凍上)이나 동결된 지반의 융해에 의하여 변위를 일으키지 않도록 해야 한다.
- (3) 거푸집 떼어내기는 콘크리트의 온도를 갑자기 저하시키지 않도록 해야 한다.

【해설】

(1)에 대하여 목재 거푸집은 강제 거푸집에 비해서 열전도율이 적어 보온효과가 크다. 콘크리트 단면이 두꺼운 경우에는 수화열에 의한 온도 상승 효과를 이용하는 것이 좋다. 단면이 얇은 경우라도 발포수지(發泡樹脂) 등을 거푸집과 조합해서 사용하면 급열을 하지 않아도 보온이 가능한 경우가 있다. 강제 거푸집을 사용할 경우는 외기온도의 급격한 변화의 영향을 받기 쉬우므로 보온에 충분히 주의해야 한다.

(2)에 대하여 지반 위에 직접 동바리를 조립할 경우, 지반이 동상(凍上) 또는 융해에 의해서 변위를 일으키므로서 정확한 구조물의 위치, 형상, 치수가 얻어질 수 없는 경우가 있을 뿐만 아니라, 동바리가 무너지는 수도 있다. 따라서 이러한 일이 예상될 경우에는 지반의 동결을 막거나, 말뚝기초로 하든가 해서, 동상, 또는 융해에 의한 변위의 나쁜 영향을 받지 않도록 해야 한다.

〈표 2〉 소요의 압축 강도를 얻는 양생일수의 척도

구조물의 노출상태	단면 시멘트의 종류	보통의 경우		
		보통포틀랜드 시멘트	조강포틀랜드+ 보통포틀랜드+ 축진제	혼합시멘트 B종
(1) 연속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	5℃	9일	5일	12일
	10℃	7일	4일	9일
(2) 보통의 노출상태에 있고 (1)에 속하지 않는 부분	5℃	4일	3일	5일
	10℃	3일	2일	4일

(3)에 대하여 단면이 두꺼운 구조물에서는 콘크리트의 내부온도는 수화열에 의해 매우 높은 상태에 있으므로, 거푸집을 떼어냄으로서 콘크리트가 갑자기 냉각되면 큰 온도차가 생겨서 균열이 생길 염려가 있다. 따라서 양생덮개 안의 온도를 조정하여 온도차를 작게 하고 나서 거푸집을 떼어내거나 또는 거푸집을 떼어낼 수 있을 정도의 강도가 얻어진 후에도 콘크리트 표면이 급냉하지 않게 될 때까지 거푸집을 남겨두는 것이 바람직하다.

8 관 리

- (1) 소정의 품질을 갖는 콘크리트를 만들기 위해서는 일반적으로 실시하는 관리 시험 외에, 콘크리트의 치기온도와 양생 중의 콘크리트 온도 또는 보온된 공간의 온도를 측정해야 한다.
- (2) 양생을 끝낼 시기, 거푸집 및 동바리의 떼어낼 시기에 대하여는 현장의 콘크리트와 가급적 동일한 상태에서 양생한 공시체의 강도시험에 의하거나 콘크리트의 온도기록으로부터 추정된 강도에 의해 정한다.

【해 설】

(1)에 대하여 한중 콘크리트에는 치기가 끝난 콘크리트가 양생계획 온도대로 보온되어 있는가를 관리해야 한다. 그러기 위해서는 콘크리트의 치기온도, 외기온도, 기상조건 등을 기록해 두는 동시에, 양생 중의 콘크리트 온도 또는 보온된 공간의 온도를 계속적으로 측정할 필요가 있다. 이상하게 온도가 너무 높아지거나 계획온도에 이르지 못한 경우에는 즉시 적절한 조치를 강구해야 한다.

(2)에 대하여 압축강도 시험용 공시체는 치수가 작아 기온의 영향을 받기 쉬우므로 제

작할 때 부터 거푸집을 떼어낼 때 까지의 보온에 주의해야 한다.

양생을 끝낼 시기, 거푸집 및 동바리를 떼어낼 시기를 정하는데는 현장의 콘크리트와 가급적 동일한 상태에서 양생한 공시체의 강도 시험에 의하거나 또는 콘크리트 온도와 각 재령에서의 압축강도의 관계를 미리 시험에 의해 알고 있을 경우에는 콘크리트 온도 기록으로부터 강도를 추정함으로써 판단할 수 있다. 현장 양생한 공시체의 양생조건은 구조물의 콘크리트의 양생조건과 동일한 것이 바람직하지만, 단순히 구조물과 같은 장소에 놓아 두는 것 만으로는 같은 온도상태로 되지 않는다. 그래서 현장 양생공시체의 온도도 측정하여 구조물과의 온도차를 조사해 두는 것이 좋다.

구조물의 콘크리트온도를 측정해 놓으면 적산온도(積算溫度)로부터 강도를 추정할 수가 있다. 이것은 콘크리트의 강도를 콘크리트 온도와 시간과의 함수로 나타내고자 하는 것으로서, 적산온도는 일반적으로 다음 식으로 나타낸다.

$$M = \sum_0^t (\theta + A) \Delta t \quad (\text{해설식 } \dots 3)$$

여기서,

M : 적산온도(℃·일(日), 또는 ℃·시(時))

θ : Δt 시간중의 콘크리트 온도(℃)

A : 정수(定數)로서 일반적으로 10℃가 사용된다.

Δt : 시간(일(日), 또는 시(時))

적산 온도 M과 콘크리트 강도와의 관계는 사용하는 재료, 배합, 건조습윤의 정도 등에 따라 다르므로, 미리 시험에 의해 확인해 두는 것이 좋다.

<본 자료는 1996년 개정된 콘크리트 표준시방서에서 발췌한 내용임>