

冬期콘크리트 工事に 있어서

溫度調停에 關하여

盧 載 璿

(全北大學校 工科大學 建築工學科 副教授)

柳 應 敎

(全北大學校 工科大學 建築工學科 助教授)

1 緒 言

오늘날 建築業界는 그 어느 시기보다도 활발히 建築工事を 행하고 있으며, 이러한 工事的 거의90% 이상이 콘크리트 工事라는 것은 두 말할 필요도 없을 것이다. 그러나 가장 널리 많이 사용되고 있는 콘크리트에 대한 일반인의 인식이 부족하여 함부로 취급되는 경향이 많아서 부실한 工事的 비난을 사회로 부터 받고 있는 事例가 허다하였다. 특히 冬期 콘크리트 工事を 함에 있어서 「콘크리트란 混合해서 거푸집 속에 넣으면 굳어지기 마련이다」 하는 그릇된 인식을 가지고 아무런 保溫對策이나 시설이 없이 工事を 행하고 있는 것을 볼 수 있다. 그리하여 거의 완공 단계에 있는 建物이凍結의 피해를 입고 무너지거나 파손되는 현상을 초래한 일이 많았던 것이다. 물론 이러한 예는 우리 나라 뿐만 아니라 외국에서도 1910년부터 1930년의 20년간에 철근 콘크리트 전성시대라고 볼 수 있는 때에 많이 발생하였다.

1924년 1월 28일 미국 Michigan 주에 세워지던 「빈센트 Hotel」이 8층 공사도중 무너진 것을 비롯해서 Illinois 주에서는 「존·에반스 Hotel」이 1925년 11월 3일에 무너지는등 헤아릴 수 없이 많은 사고를 유발하였다. 그러나 先進諸國에서는 최근에 이르러서 冬期 Concrete 에 대한 많은 연구와 개선으로써 상당히 격감되었으나 아직도 우리나라에서는 이에 대한 연구가 부족함으로 冬期 콘크리트 공사에 있어서 溫度 調整에 대한 연구가 절실히 요망된다. 이에 관심을 갖고 여러가지 養生溫度의 차이로 인한 콘크리트의 압축강도 관계를 연구하고 溫度調整에 대한 문제점을 고찰하고자 한다.

2. 本 論

1. 冬期콘크리트 工事的 개념

冬期콘크리트 工事란 일반적으로 겨울에 행하는 工事라고 말할 수 있으나, 엄밀한 의미에서는 콘크리트를 거푸집에 주입한 후 14일까지 월평균 기온이 10°C 이하일 때 행해지는 工事を 冬期콘크리트 工事라고 하는 것이 타당하다. 특히 이것은 한냉기와 극한기는 월평균 氣溫이 2°C 이하인 달을 포함한 기간을 말한다. 그러면 우리나라에서는 대체적으로 언제부터 언제까지가 冬期 工事的 범위에 속하는가 하는 것을 고찰해 본다면 Table 1에서 보여준 바와 같이, 11월부터 3월까지 사이에 월평균 氣溫이 10°C 이하를 나타내고 있으므로 년중 5개월이 冬期콘크리트 工事기간이라고 단정할 수 있다.

Table 1. 각 지방별 월평균기온(°C) 68. 12~69. 11.

지방	1	2	3	4	10	11	12
속초	-1.9	-1.0	3.3	10.6	14.6	7.6	5.0
춘천	-4.3	-5.0	1.9	10.4	11.9	3.9	1.5
강릉	-0.6	-0.6	3.8	11.7	14.2	7.6	5.3
서울	-3.5	-2.7	2.5	10.6	13.9	5.0	3.1
인천	-3.5	-2.9	2.5	9.5	13.9	5.5	3.3
수원	-3.9	-3.8	2.4	10.2	11.9	4.1	2.1
서산	-2.4	-1.7	2.9	10.2	13.7	6.1	4.5
청주	-3.7	-3.4	2.9	11.4	11.9	4.4	2.9
충주	-2.8	-2.3	3.0	11.2	12.3	4.6	3.3
포항	0.8	1.3	5.3	12	15.0	7.6	6.2
군산	-1.4	-0.1	3.2	10.8	14.3	6.8	5.5
대전	-0.7	-0.3	4.8	12.6	13.9	6.6	5.1
전주	-1.2	0.4	4.0	12.5	13.8	6.7	5.7
울진	1.0	1.6	5.2	12.0	14.8	8.0	6.5
관동	0.0	1.4	4.6	12.4	14.1	7.3	6.0
부산	2.3	2.7	6.2	12.1	16.2	9.6	8.0
무주	2.2	2.6	5.7	12.1	15.7	9.3	7.9
포천	1.0	1.8	4.6	11.6	15.6	8.7	7.2
여주	1.7	2.4	5.7	12.1	16.0	9.1	7.6
제천	5.8	5.5	7.0	13.9	16.8	11.0	9.9
서귀포	6.5	6.9	8.4	13.6	17.7	11.9	10.6
이리	-2.1	-0.4	3.4	11.3	12.9	6.0	5.1

전주관측소 제공

이것은 1968년 12월부터 1969년 11월까지의 월평균 기온인데, 물론 해마다 약간의 변동을 고려하더라도 큰 차이는 나타나지 않기 때문에 5개월간으로 단정하더라도 무리는 아닌 것이다. 인천을 비롯 한 수원 속초 춘천 서울 서산과 같은 지역에서는 4월에 있어서도 -10.6°C 이하의 낮은 온도를 보여줌으로써 4월 중순까지는 한냉기가 계속된다고 봐야 한다. 반면에 우리나라의 최남단인 제주와 서귀포는 12월부터 본격적인 한냉기가 시작된다고 봐야 한다.

2. 養生温度와 압축강도와의 관계

Concrete의 강도는 압축 인장 Bending Moment에 대해서 상호간에 심한 차이가 있으나, 철근 Concrete 구조에서는 주로 그 압축강도가 이용되므로 보통 우리가 말하는 콘크리트의 강도라 하면 바로 압축강도를 말하게 되는 것이다. 콘크리트의 강도는 재료의 품질 재령 조합 시공 취급법등에 의해서 다르게 되는데, 이 중에서 가장 큰 영향을 주는 것은 Cement의 강도인 것이다. Cement 강도와 Concrete의 강도는 정비례 하는 것이므로 Cement의 강도가 큰 것을 사용하면 콘크리트의 강도도 커지게 된다.

그리고 사용하는 Cement를 일정하게 하면 Cement Paste의 농도에 의해서 Concrete의 강도는 결정되는 것이다. 이러한 Cement paste의 농도는 Concrete 혼합에 사용하는 물의 양에 따라서 좌우 되는데, 이와같은 모든 조건이 일정할 때 콘크리트의 강도는 양생의 조건에 따라서 크게 좌우되는 것은 두 말할 필요도 없다. 콘크리트를 형틀에 주입한 후 이것을 보호할 때 습윤상태로 유지하여 콘크리트의 내부로부터 수분이 증발하는 것을 방지하고, 콘크리트의 경화작용을 충분히 발휘시키는 동시에 건조에 의한 수축으로 일어나는 균열을 적게하고 강도를 증가시킬 목적으로 양생을 하게 되는 것이다.

Concrete의 양생은 서리 인광의 직사 바람 비에 대하여 노출면을 보호하는 것을 비롯해서 외부로부터의 충격과 과대한 하중을 가하지 않도록 보호 양생하는 것과, 콘크리트의 경중화에 적당한 온도를 유지해 주고 충분한 습기를 주는 것등이 요구되어진다. 여기에서 적당한 온도로 유지해 주어야 할 日數와 온도의 정도에 대해서는 본 실험을 통해서 상세히 고찰하려는 바이지만, 그 외에 충격과 과대한 하중을 가하지 않도록 보호해야 할 기간등은 현장의 상황에 따라서 차이가 있을 것이다.

특히 콘크리트는 가장 이상적인 온도로 계속 유지하여 養生을 한다면 강도는 증가되어 질 뿐만 아

나라 보통 Portland Cement는 28일 養生의 효과가 1年養生의 72%를 획득한 強度를 나타내는 것이다. 콘크리트가 硬化되고 일정한 強度를 얻게 되는 비율은 低溫에서는 지연되고 高溫에서는 촉진되어 지지만, 너무 溫度가 높으면 水化作用에 필요한 습기를 증발시키므로 좋지 못하며, 너무 낮아도 硬化의 속도가 느리거나 중지되기 때문에 溫度에 유의하지 않으면 콘크리트工事は 실패하기 쉬운 것이다.

특히 冬期콘크리트 工事に 있어서는 콘크리트를 거푸집에 주입한 후 5일 이내에는 2℃이하로 저하되면 硬化가 중지되고 -3℃에서는 凍結되어 파손을 입게 되므로 保温養生에 주의를 요하지 않으면 안 된다.

여기에서 實驗하고자 하는 것은 바로 이와같은 각각의 養生온도에 따라서 콘크리트의 압축강도는 어떤 영향을 받는가 하는 것을 실험을 통해 고찰하는데 있는 것이다.

(1) 供試體

직경 15cm 높이 30cm의 원통형 Mold에 혼합된 콘크리트를 3회로 나누어 각층마다 다지기봉으로 25회씩 다져서 채워 만든 것을 24시간 후에 탈형하여 本實驗의 供試體로 하였다. 本供試體에 혼합된 콘크리트는 重量比 1 : 2 : 4로 물 Cement비 50%, Slump 18cm로 통일하였다.

(2) 使用材料

A) Cement : Cement는 동양Cement공업주식회사 제품인 별표 보통 Portland Cement로써 공장에서 출하된지 30일 이내의 것을 사용하였으며, 그 화학적 성분 및 물리적 성질은 Table 2와 같다.

Table 2. Cement의 化學成分 및 物理的 性質

(a) 化學成分(%)

品名	成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	灼熱減量	3 CaO·SiO ₂	2 CaO·SiO ₂	3 CaO·Al ₂ O ₃
K S 별표Cement		21.5	6.5	3.5	64.8	1.9	1.4	0.4	46	24	13

(b) 物理的性質

品名	性質	Wagner Turbidimeter (cm ² /g)	Blaine Test (cm ² /g)	Autoclave Test (%)	응결시간		內 壓 強 度			抗 折 強 度		
					始發 (分)	終結 (分)	3日 kg/cm ²	7日 kg/cm ²	28日 kg/cm ²	3日 kg/cm ²	7日 kg/cm ²	28日 kg/cm ²
K S 별표Cement		1800	3200	0.3	84	160	105	521	310	32	45	60

B) Aggregate(모래와 자갈) : Aggregate는 청결하고 강건한 것으로써 金海邑 근교에서 KSF 2405에 따라 채취한 것으로 ASTM試驗方法에 의하여 體分析試驗만 결과와 그 物理的性質은 각각 다음과 같다.

Fine Aggregate(모래)

Table 3. 모래의 粒度 및 比重

체치수(Nb)	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	비 중
통과율(%)	97.2	35.0	58.7	30.1	12.4	3.6	2.60

Table 4. 자갈의 粒度 및 比重

체치수No(mm)	No. 4	10	19	40	50	비 중
통과율(%)	3.2	25	60.3	96.5	100	2.62

(C) Water(水) : 有害量의 油分 酸性 Alkali 分 有機不純物質등이 포함되지 않은 淸淨水인 수도물을 사용하였다.

(3) 實驗方法

제작된 供試體는 각종 溫度別로 각각 5개씩 1조로 하여 5조씩 제작하였다. 試品의 재령 1일 3일 7일 14일 28일에 對하여 Capacity 100 ton인 CT-711 油壓式壓縮試驗機에 의하여 試品 1개로 예비시험을 거쳐 本試驗에는 4개씩 사용하여 算術平均한 뒤에 압축강도를 산출하였다. 加壓時의 加力속도는 2~3 kg/cm²/Sec정도를 표준으로 하여 서서히 기계를 작용시켜 행하였다. 그 결과는 Table 5~6에 나타난 바와 같으며 Fig. 1~2에 각각 표시되어 있다.

Table 5. 양생온도별 콘크리트 압축강도 (kg/cm²)

양생일	온도℃	대기 -10℃양생	대기 0.5℃양생	수중 0.5℃양생	수중 10℃양생	수중22℃· 표준강도	10℃제작수중 0.5℃양생	10℃제작 10℃수중양생
1		59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	14.0	14.0
3		70.0	123.0	87.5	123.0	152.25	33.25	38.5
7		75.6	140.0	145.25	179.55	224.0	87.5	122.5
14		79.45	161.0	189.7	224	288.5	164.5	199.5
28		80.5	189.0	227.2	294.0	350.0	220.5	266.0

Table 6. 동결후 양생한 콘크리트의 압축강도 (kg/cm²)

양생일	온도℃	대기 -10℃	22℃수중 표준강도	6일동결 25℃대기	6일동결3일 수중양생후25℃	6일동결7일 수중양생후25℃	6일동결 후 22℃의수중
1		59.5	59.5	—	—	—	—
3		70.0	152.25	—	—	—	—
7		75.6	224.0	75.6	203.0	—	75.6
14		79.45	288.5	155.05	234.5	260.75	260.75
28		80.5	350.0	185.5	287.0	318.5	332.5

22℃의 水中에서 양생된 콘크리트의 4주 압축강도%

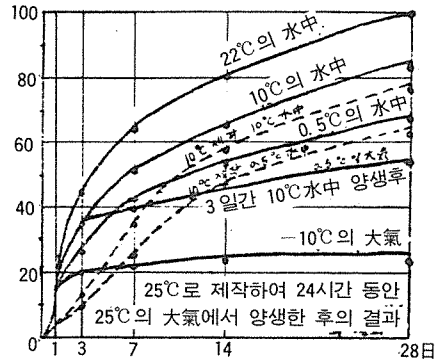


Fig. 1 양생온도의 효과

22℃의 水中에서 양생된 콘크리트의 4주 압축 강도%

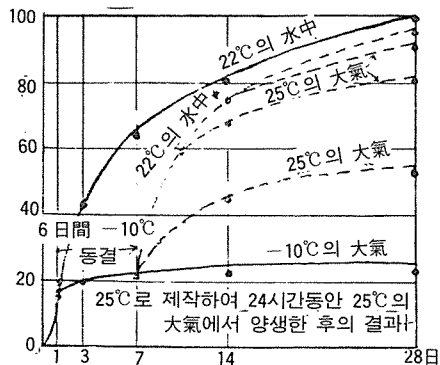


Fig. 2 동결후의 강도의 획득

(4) 實驗結果

A. 養生溫度의 효과

콘크리트가 硬化되어 強度를 획득하게 되는 비율은 養生溫度에 따라 거의 비례한다고 볼 수 있다. 최초로 試品을 製作할 때의 온도를 25°C로 하여 하루 동안 25°C의 온도로 moId속에 넣어둔 뒤에 각각 소정의 온도를 유지한 水中에서 養生하고 일부는 大氣中에서 養生하였다. 그 다음에는 이러한 시품들과 비교검토하기 위하여 10°C의 온도로 2조의 시품을 제작하여 10°C의 水中과 0.5°C의 水中에서 養生하여 실지해 보았다. 그리하여 22°C의 水中에서 養生된 4주 압축강도를 100%로 하여 표준강도로 정하고 다른 시품의 강도와 비교한 결과는 아래와 같다.

(a) 大氣中에서 -10°C로 방치된 콘크리트는 標準強度의 23%에 해당하는 가장 낮은 강도를 나타내었으며, 0.5°C의 시품의 강도와 비교할 때 거의 절반을 보여 줄 뿐이었다.

(b) 10°C의 水中에서 3일간 양성된 후 大氣中에 0.5°C로 방치되어 양성된 시품은 標準強度의 54%를 보여주었다.

(c) 0.5°C의 水中에서 養生된 試品은 標準強度에 비하여 65%의 약간 높은 강도를 나타내었다.

(d) 10°C의 水中에서 養生된 試品은 표준강도에 비하여 84%의 높은 강도를 보여주었다.

(e) 10°C로 供試體를 만들어 10°C의 水中에서 養生한 것과, 0.5°C의 水中에서 養生한 것은, 25°C에 제작하여 22°C의 水中에서 계속 養生한 표준시품의 강도에 비하여 76%와 63%를 보여줄 뿐이었다. 이것은 25°C로 제작하여 10°C의 水中에서 양성한 것과 비교할 때 8%의 하락을 보여주었으며, 0.5°C의 시품은 2%의 하락을 보여준 것이다.

B. 凍結후의 온도의 획득

「대기온도 25°C에서」 試品을 만들어 25°C의 동일한 온도로 moId에 24시간 동안 養生한 후 탈형하여 -10°C의 온도로 6일동안 凍結시킨 것과, 다시 이것을 22°C의 水中에서 3일 7일 동안 保温 養生한 후 大氣中에서 25°C로 養生한 결과는 아래와 같다.

(a) -10°C의 강도에서 6일 동안 凍結시킨 후 大氣中에 25°C로 養生한 결과는 4주 압축강도를 표준 강도와 비교한 결과 53%로 거의 절반을 보여 주었다.

(b) -10의 온도에서 6일동안 凍結시킨후 22°C의 水中에서 養生한 결과는 표준강도에 거의 가까운 95%를 보여주었는데, 이것은 25°C로 大氣中에 방치되어 養生한 것 보다 42%가 높은 결과를 보여주었다.

(c) -10°C의 온도에서 6일동안 凍結시킨후, 22°C의 水中에서 3일동안 양성한 다음 25°C의 大氣中에서 양성된 시품은 표준강도의 82%를 보여주었다.

(d) -10°C의 온도에서 6일동안 凍結시킨후 22°C의 水中에서 7일 동안 養生한 다음 25°C의 大氣中에서 양성된 시품은 표준강도에 비하여 91%를 보여주므로써, (c)의 경우보다 9%가 높다. 즉(c)의 시품보다 4일을 추가해서 22°C의 水中에 양성하기 때문이다.

이상에서 고찰해 본 바와 같이 콘크리트의 양성온도에 따라서 현저히 증가하거나 격감되는 현상을 보여줄 뿐 아니라, 一定期間동안 凍結된 콘크리트라고 할지라도 계속적으로 充分한 保温시설로써 養生을 만족할만하게 해준다면 강도의 증가를 기대 할 수 있었다. 그렇다고 해서 노출된 콘크리트가 조기에 凍結溫度에 도달해도 좋다는 것을 의미하는 것은 아니다.

이러한 시험에서 콘크리트는 Cement가 전반적으로 완전히 응결하기 위해서 낮은 온도에 노출되기 전에 25°C의 온도에서 24시간 동안 경화되는 것을 허용해야 한다는 것을 알수 있을 것이다. 24시간이 내에 凍結된다면 보다 낮은 강도의 결과를 가져오기 위해서는 콘크리트가 주입될 때의 온도는 최소한 10%이내 38°C이하의 범위에서 각각 알맞은 온도를 유지하도록 특별히 施工에 유의 해야만 할 것이다.

3. 温度조정과 施工과의關係

(1) 한냉기의 콘크리트 施工

- A. 콘크리트를 주입하기전에 형틀의 内部 鐵筋표면에 부착된 빙설 또는 骨材内에 混入된 빙설은 완전히 제거해야 한다.
- B. 콘크리트 주입중에 氣溫이 0℃ 이하가 될 때에는 형틀 주위를 둘러 막아 保温을 해야 한다.
- C. 콘크리트 内部의 溫度는 주입후 5일간은 2℃를 내려가지 않게 해야 하고, 콘크리트 노출면은 포장 거적등으로 빈틈없이 둘러싸고 5일간 이상 保温을 해야 한다.
- D. 最低氣溫 3℃ 이하가 될 우려가 있을 때는 위와 같은 保養외에 개구부를 막고 바람이 셀 경우에는 형틀의 外部도 둘러싸고 Slab기타도 덮어야 한다.

(2) 극한기의 콘크리트 施工

- A. 最低氣溫이 0℃이하가 될 경우에는 Cement는 保温施設을 한 창고속에 저장한다. 骨材는 永雪의 混入 또는 凍結의 우려가 있을 때에는 此를 방지하기 위한 施設을 해야 한다.
- B. 凍結의 被害를 최소로 하기 위해서는 콘크리트의 단위용적에 사용하는 水量은 될 수 있는 대로 적게 해야한다. 凍結 기간이 긴 地方 또는 凍結과 융해의 작용이 반복되기 쉬운 장소에 쓰이는 콘크리트는 물 Cement비를 60% 이하로 하고 표면 활성화제를 사용하여야 한다.
- C. 형틀의 内部 鐵筋表面에 부착된 빙설은 완전히 제거해야 한다.
- D. 凍結된 地반에 콘크리트를 직접 주입하는 것은 피해야 한다.
- E. 비빔판 Tower Floor, Hopper, Shut, Cart를 保温해야 한다.
- F. 콘크리트 주입시 0℃이하로 주위 온도가 하강할 경우에는 콘크리트를 주입하는 도중에 주위를 완전히 포장하거나 거적으로 둘러막고 Steam난로 기타로 더웁게 해야 한다.
- G. 콘크리트의 溫度는 주입 후 5일간은 5℃ 이상으로(조강 Cement사용시는 예외) 유지하도록 해야 한다.

이상은 大韓建築學會의 建築工事標準示方書에 규정한 내용이다. 日本의 土木學會 鐵斤콘크리트 標準示方書에서는 적어도 10℃이상으로 3일간 保温養生을 요구하고 있으며, 그후 3일간은 0℃이상으로 保温할 것을 요구하고 있다. 그런가 하면 JASS 5 鐵斤콘크리트工事的 규정은 콘크리트 압축강도 50kg/cm² 이상을 획득하기 위해서는 最少 限初期養生 溫度를 2℃ 이상으로 하여 5℃, 10℃, 15℃, 이상으로 각각 養生해야 한다고 되어 있다.

ACI Standard (1956) 에서는 4.4℃이하~4.4℃이상의 氣溫에서는 2일간 이상 凍結溫度에서초과해서 保温하도록 되어 있고 4.4℃이하의 氣溫에서는 보통 建築構造物인 경우에 10℃ 이상에서 3일간 혹은 13℃이상에서 3일간 保温養生하도록 되어 있다. 이상에서 종합해 볼 것 같으면 初期養生溫度는 2℃ 이하를 내려가서는 안 된다는 것이다. 최소한 5℃ 이상에서 5일 이상 혹은 10℃에서 3일 이상 養生하는 것이 冬期콘크리트工事的 施工에서 가장 유의해야할 사항이다. 이것은 물론 대규모의 構造物(最大骨材치수 80mm이상 사용하는 構造物) 에서는 보통 構造物을 위해 최소의 요구되어지는 것보다 낮은 온도를 가져도 무방할 것이다.

대규모의 重力 Dam 과 같은 콘크리트의 構造物은 4.4℃ 이하로 되어야 한다. 이것은 Concrete 内部에서 발생하는 Cement의 수화열 때문인 것이다. 이러한 구조물에 있어서 凍結 예방책은 表面의 凍結을 막는데 있다. 大氣의 溫度가 氷點 이하에 있어서는 예방대책기간이 지난 후에는 콘크리트의 점진적인 냉각을 하도록 해야 하며, 이러한 냉각온도는 매 24시간마다 -6.67℃를 초과하지 않은 범위로 하여 한다. 이것은 콘크리트 内部가 따뜻한 동안에 表面의 溫度를 급격히 강하시키면 몹은 콘크리트의 균열을 초래하는 應力이 발생하기 때문에 Bridge Piers, Abutments, Dams 과 같은 대규모 구조물을 위해서 특히 주의해야 한다.

4 .材料 加熱

(1) Cement

Cemnet는 여하한 경우에도 加熱해서는 안된다. 보통 저장된 곳에서 가져온 Cement는 거의 0℃ 이하에서 저장한 것은 드물지만, Cement를 일정한 기간동안 계속 저장하여 취급하는 곳에서는 빙점 이하로 내려가지 않도록 예방해야 한다.

(2) Aggregate (모래와 자갈)

Aggregate의 溫度는 기후조건과 저장의 방법과 기간에 달려있다. 이것들은 항상 습윤 상태이므로 빙점 이하에서는 骨材의 内部에 얼음이 존재한다고 봐야 한다. 그러므로 混수된 콘크리트 속에서 열을 내게 하기 위해서는 기온이 0℃ 이하의 장소에서는 骨材를 加熱해야 할 필요가 있다. 그러나 骨材는 너무 高温이 되면 파괴되기 쉽기 때문에 100℃를 초과해서는 안되며, 또한 그럴 필요도 없다. 보통 10℃ 이상 加熱하지 않는 것이 가장 이상적이다. 일반적으로 骨材를 저장할 때 tar(탈)을 칠한 防水 布로 덮어두거나 사용하기 전날 骨材에 Steam을 보냄으로써 加熱하는 방법을 강구해야 한다. 이와같은 경우엔 Steam Coil이나 Hotwater-Coil로써 加熱해야 하는데 Steam의 壓力은 매평방cm당 0.5~7kg 이상은 되어야 한다. Steam Boiler의 크기는 面積 500m² 이하의 建築構造物에서는 20馬力 정도면 가능하나 그이상 대규모의 工事場에서는 50馬力의 Boiler가 필요하다. 특히 골고루 骨材를 加熱시키기 위해서는 모래에서는 1.5Pipe를 60cm~90cm간격으로 집어넣어야 하고, 자갈에서는 90cm~120cm 정도가 가장적당하다. 그 외의 1.5Pipe에 Steam분사구가 달려 있는 것은 끝을 뾰족하게 만들어 구멍을 뚫어서 집어넣어야 한다.

(3) Water (水)

혼합용수를 加熱하는 것은 Concrete溫度를 증가시키는데 있어서 일반적으로 실질적이고 효과적인 방법이다. 물은 加熱하는데 용이할 뿐만 아니라 일정한 溫度로 加熱된 물과 같은 무게의 骨材를 加熱하는 것과 비교할 때 거의 5배나 효과적이다. 물은 통상 Steam혹은 다른 방법으로 가열된다. 특히 물의 溫度는 72℃를 초과하게 加熱해서는 안 된다. 왜냐하면 너무 뜨거우면 빨리 혹은 순간적으로 Cement와 응결되기 때문이다. 이와같이 뜨거운 물은 mixer内部에 投入될 때 우선 骨材와 먼저 混수되게 한다음 Cement와 접촉토록 해야 한다.

5. 溫度의 조정 공식

冬期Concrete 工事中 Concrete内部의 溫度를 일정한 한계까지 올려주거나 조정을 해야 할 필요가 생길 때는 Concrete混수 후의 온도를 미리 추정해서 알 수 있는 공식을 적용시켜야만 된다. 이러한 溫度 조정공식을 활용해야만 물과 骨材의 溫度를 사전에 알맞는 한도까지 加熱시킬 수 있을 뿐만 아니라 콘크리트 養生의 溫度를 예정했던 대로 획득할 수도 있을 것이다. 각종 示方書에 규정된 公式은 아래와 같다.

$$T = \{S(T_a w_a + T_c w_c) + T_f w_f + T_m w_m\} / \{S(w_a + w_c) + w_f + w_m\}$$

數式說明

T : 混수된 후 콘크리트의 溫度

W_a 및 T_a는 表面乾燥飽和狀態의 骨材의 重量 및 溫度

W_c 및 T_c는 Cement의 重量 및 溫度

W_f 및 T_f는 骨材에 포함되어 있는 물의 重量 및 溫度

W_m 및 T_m은 混수에 사용되는 물의 重量 및 溫度

S는 材料의 比重이고 0.2로 假定함

이상에서 알 수 있는 溫度는 물론 混合 도중에 콘크리트가 冷却되는 것을 특별히 고려하지 않은 것이다. 그리고 工事場에서 직접 溫度에 대한 것을 알고자 할 때는 TiWi를 무시하더라도 溫度의 結果에에는 큰 영향이 없다는 것을 알았다.

3. 結 言

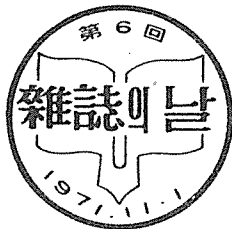
1. 冬期콘크리트에 있어서 콘크리트의 압축강도는 養生溫度의 변화에 따라서 크게 영향을 받는다.
2. 初期養生溫度 25°C로 24시간 養生하여 -10°C로 凍結된 다음에라도 즉시 保温養生을 충분히 해 준다면 상당한 콘크리트의 強度를 기대할 수 있다.
3. 우리나라는 1년 중 4개월에 해당되는 11월부터 3월까지가 冬期콘크리트 工事의 期間에 속한다.
4. 콘크리트 주입시의 溫度는 10°C이상 38°C이하로 해야 한다.
5. 주위의 온도를 10°C이상 올릴 수 없는 장소에서는 최소한 5°C이상의 溫度로 5일간 養生해야 한다.
6. Cement는 절대로 加熱할 필요가 없으며 骨材는 10°C이상 加熱할 필요가 없다.
7. 물은 72°C이상 加熱해서는 안 되며 加熱된 물은 Cement와 직접 혼합해서는 안 된다.

以上과 같은 내용을 고찰해 보았으나 외국에 비하여 우리나라에서는 冬期콘크리트 工事に 대해서 더욱 연구해야 할 점이 많다고 본다.

즉 콘크리트의 압축강도에 있어서도 骨材의 最大크기別, 물 Cement별로 측정해 보아야 하고, 鉄筋의 表面氷結과 각각의 조건에 적재하였을 때에 일어나는 부착강도를 연구해 보는 것도 도움이 되리라 믿는다. 이 외에도 AE제와 같은 혼합제로써 工事を 할 경우 또는 염화칼슘(CaCl₂)을 혼합했을 때 콘크리트의 強度에 미치는 영향을 좀더 우리의 실정에 맞도록 연구 개척해야 되리라 믿는 바이다. ■

참 고 문 헌

1. ACI 604 Recommended practice for winter Concreting, 1956
2. ACI 318-56. Building Code Requirement, for Reinforced concrete 1956
3. DUNHAM Theory and practice of Reinforced concrete, MCGRAW-HILL Book Company INC, 1961
4. USARMY ENGINEER SCHOOL Master Lesson plan for Concrete, 1960
5. 吉田徳次郎, 콘크리트핸드부크 1958
6. 大島久次 羽倉弘人 著, 콘크리트ポケット부크 共立出版株式會社 1965
7. 小林清國 川端豊治 共譯: 建築工事の失敗例 森北出版株式會社 1965
8. 大韓建築學會制定 建築工事標準方書(上) 1966
9. 大韓土木學會編輯: 콘크리트標準方書解説 第9章 1969
10. 洪鵬義, 李暉衡, 建設林科學 文運堂 1962



雜誌는 文化人의 반려

너도 보고 나도 보자