

슬래브 구조물용 콘크리트의 건조수축 저감에 관한 연구

An Experiment Study on Drying Shrinkage Reduction of Concrete Slab

손유신^{*} 이승훈^{**} 박찬규^{***} 김규동^{****}
Sohn, Yu Shin Lee, Seung Hoon Park, Chan Kyu Kim, Gyu Dong

ABSTRACT

This Study discusses the properties of drying shrinkage of concrete slab with W/B, water content, fiber and anti-shrinkage agent. According to results, drying shrinkage is reduced with decrease of water content and W/B. Also, compared with plain concrete, drying shrinkage is reduced by using of fiber, anti-shrinkage agent and adding ratio of anti-shrinkage agent.

Therefore, in the range of workability if water content and W/B are reduced and using of fiber and anti-shrinkage agent are performed properly, crack by drying shrinkage can be prevented effectively.

1. 서론

현재 구조물에 발생하는 균열의 분포를 보면 슬래브에서 발생하는 균열이 전체의 66%를 차지하고 있으며, 슬래브 중에서도 매장이나 주차장의 균열발생이 80% 정도인 것으로 조사되었다. 즉, 슬래브의 균열 발생을 감소시키면 구조물 균열발생의 50% 이상을 감소시킬 수 있게 되므로 슬래브용 콘크리트의 초기 건조와 장기건조에 의한 균열저감 및 억제를 위한 구체적인 대책 마련이 시급하나, 현재까지의 연구 성과는 콘크리트 물성 자체의 특성을 규명하는데 치우친 것이 사실이다.

따라서 본 연구에서는 슬래브 구조물의 균열을 저감 및 최소화하기 위하여 콘크리트의 배합요인에 따른 초기 및 장기재령에서의 건조수축 특성을 평가함으로써 재료적인 측면에서 콘크리트 부재에서의 균열저감 방안을 모색하고자 하는데 목적이 있다.

2. 실험연구

2.1 실험개요

본 연구에서의 대상 콘크리트는 슬래브 구조물에서 가장 일반적으로 사용되는 "25-24-15" 규격의 콘크리트와 "25-18-15" 규격의 무근 Topping 콘크리트를 대상으로 배합요인(단위수량, 물결합제비), 섬유보강재 종류(Cellulose, PVA) 및 혼입물, 수축저감제 종류(국내의 4종) 및 적정첨가율에 따른 건조수축 특성을 평가하였다.

* 삼성물산(주)건설부문 기술연구소 전임연구원
** 삼성물산(주)건설부문 기술연구소 수석연구원
*** 삼성물산(주)건설부문 기술연구소 선임연구원
**** 삼성물산(주)건설부문 기술연구소 선임연구원

2.2 실험계획

슬래브 구조물용 콘크리트의 건조수축 특성 평가를 위한 실험계획은 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1. 건조수축 특성 평가 실험계획

No.	콘크리트 규격	배합요인 Mix ID	W/B (%)	S/A (%)	단위재료량(kg/m ³)						AD (%)
					W	B	C	FA	Fiber/ 수축저감제		
1	25-24-15	W165-None-P	48.0	48.5	165	344	310	34 (10%)	-	-	0.80(P)
2	25-18-12	TP-None	58.0	52.0	175	302	272	30 (10%)	-	-	0.50(N)
3		TP-PVA							0.9	PVA	1.30(N)
4	25-24-15	W180-None-N	48.0	48.5	180	375	337	38 (10%)	-	-	0.50(N)
5		W180-PVA900-N							0.9	PVA	0.65(N)
6		W180-Cel.1200-N							1.2	Cel.	0.60(N)
7		W165-None-N	48.0	48.5	165	344	310	34 (10%)	-	-	0.80(N)
8		W165-PVA900-N							0.9	PVA	1.30(N)
9		W165-Cel.1200-N							1.2	Cel.	1.05(N)
10	W180-None-N	25-24-15	48.0	48.5	165	344	310	34 (10%)	-	-	0.80(N)
11	W180-P0.5-N								0.5	P사	0.70(N)
12	W180-P1.0-N								1.0	P사	0.65(N)
13	W180-J1.0-N								1.0	J사	0.65(N)
14	W180-J2.0-N								2.0	J사	0.60(N)
15	W180-E1.0-N								1.0	E사	0.60(N)
16	W180-E2.0-N								2.0	E사	0.55(N)
17	W180-D2.0-N								2.0	D사	0.65(N)
18	W180-D4.0-N								4.0	D사	0.80(N)

※ W:단위수량, B:결합재, C:시멘트, FA:플라이애쉬, AD:혼화제(N-나프탈렌계, P-폴리카르본산계)

2.3 사용재료

본 연구에 사용된 재료로서 시멘트는 국내 A사의 1종 보통포틀랜드 시멘트, 플라이애쉬는 보령산, 혼화제는 국내 D사, 잔골재는 세척사(조립률 2.8), 굵은골재는 경기도 퇴촌 태산골재(25mm)를 사용하였다.

2.4 실험방법

콘크리트 건조수축 시험방법은 KS에 제시된 시험방법에 준하여 실시하였다. 콘크리트 시험체의 치수는 100×100×400mm의 각형이며, 매입형 게이지(PMFL-60)를 콘크리트 몰드에 매입하고 28일간 수중양생 후 항온항습실(온도:20±1℃, 습도:60±5%)로 이동하여 건조수축 시험을 실시하였다. 콘크리트의 건조수축변형은 시험체에 매입된 매입형 게이지와 Data Logger를 이용하여 자동계측하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 기본물성 시험결과

슬럼프의 경우는 슬럼프 로스를 고려하여 제조 후 40분에서 각각의 목표 슬럼프를 만족하도록 조절하였으며, 섬유 혼입율에 따라 목표 슬럼프를 만족시키기 위한 혼화제의 첨가량은 기준 콘크리트 보다 다소 증가하는 경향을 나타내었으며 특히 PVA 섬유를 사용한 경우 사용량이 더욱 증가하였다. 반면, 공기량의 경우는 섬유나 수축저감제의 사용에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 각 배합에서의 압축강도는 설계강도를 만족하였으며, 섬유보강에 따른 압축강도 발현의 특별한 특징이 나타나지 않았다.

3.2 배합요인 및 섬유 혼입에 따른 건조수축 특성

그림 1은 슬래브 콘크리트의 단위수량 및 혼화제 종류에 따른 건조수축 특성을 나타낸 것으로 물-결합재비(W/B) 48%에 단위수량 165kg/m³, 180kg/m³인 경우와 W/B 48%, 단위수량 165kg/m³인 배합에 혼화제 종류를 나프탈렌계와 폴리카르본산계 혼화제를 사용함으로써 건조수축 특성을 평가한 것이다. 단위수량이 낮은 경우 건조수축량이 저감되는 효과를 나타내었으며 단위수량의 저감에도 고성능 감수제를 사용함으로써 물성의 변화는 거의 없었다. 또한 고성능감수제 종류에 따른 건조수축량의 변화는 거의 없는 것으로 평가되었다.

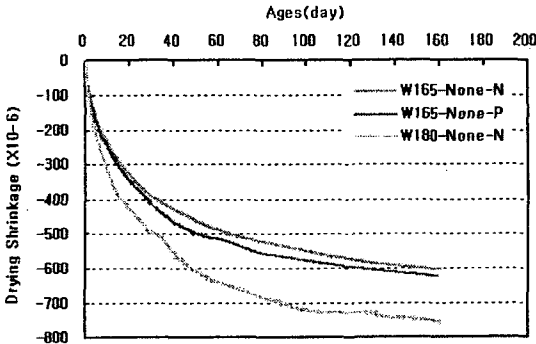


그림 1 단위수량 및 혼화제 종류에 따른 건조수축

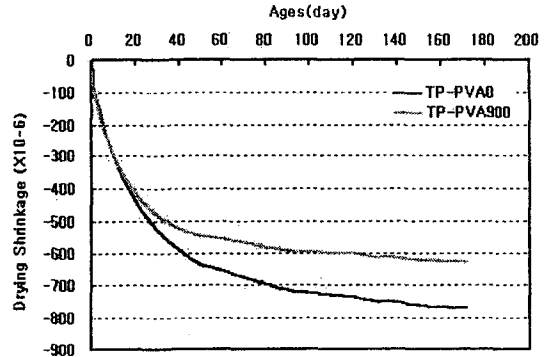


그림 2 PVA 섬유 혼입률에 따른 건조수축

그림 2와 3은 섬유를 혼입한 경우 콘크리트의 건조수축 특성을 나타낸 것이다. 그림 2의 경우는 W/B 58%, 단위수량 175kg/m³인 배합에 대하여 PVA 섬유를 0, 900g/m³ 혼입한 콘크리트의 건조수축 특성을 검토한 것이며, 그림 3은 W/B 48%, 단위수량 180kg/m³인 배합에 대하여 경우 셀룰로스 섬유와 PVA 섬유를 각각 1,200g/m³, 900g/m³를 혼입한 콘크리트의 건조수축 특성을 검토한 것이다. 각각 섬유를 소량 혼입함으로써 섬유를 혼입하지 않은 콘크리트에 비해 건조수축량이 줄어드는 경향을 나타내었다.

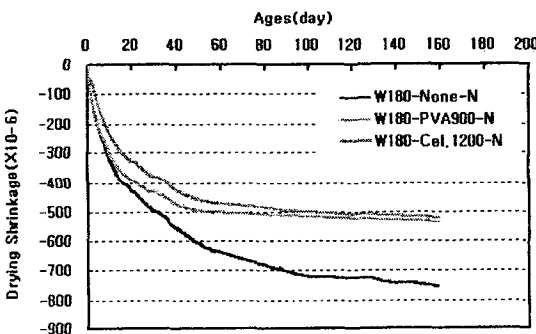


그림 3 섬유 종류 및 혼입률에 따른 건조수축

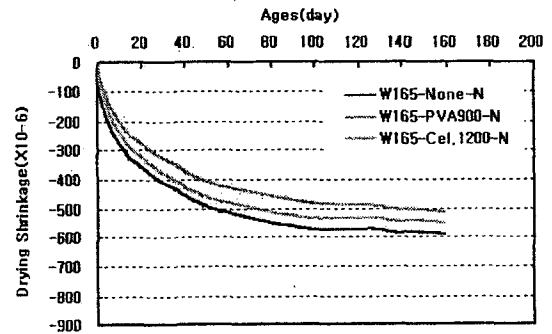


그림 4 섬유종류 및 혼입률에 따른 건조수축

한편, 그림 4에서는 W/B 48%, 단위수량 165kg/m³에서의 건조수축량을 나타낸 것인데 셀룰로스 섬유와 PVA 섬유를 사용함으로써 각각 50 μ 와 100 μ 정도의 건조수축 저감 효과를 나타내었으며, 그림 3에서와 동일하게 PVA를 사용한 경우가 건조수축 저감에 다소 유리한 경향을 나타내었다.

3.3 수축저감제의 사용에 따른 건조수축 특성

그림 5, 6, 7, 8은 각각 수축저감제의 종류별 첨가율에 따른 건조수축 특성을 평가한 결과를 나타낸 것이다. 기준 콘크리트는 W/B 48%, 단위수량 165kg/m³의 배합에서 각 제품별로 첨가량을 달리하면서 건조수축 특성을 평가하였다.

각 제품별 수축저감제를 콘크리트에 첨가함으로써 기준콘크리트의 건조수축 보다 저감되는 것을 확인할 수 있었으며, 수축저감제 첨가량에 따라서 건조수축 저감 수준이 큰 차이를 나타내지 않는 경우도 있어 배합수준과 사용재료에 따라 적정첨가량을 결정하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

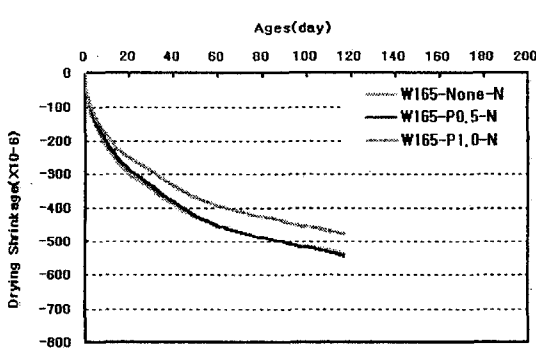


그림 5 P사 수축저감제의 사용에 따른 건조수축

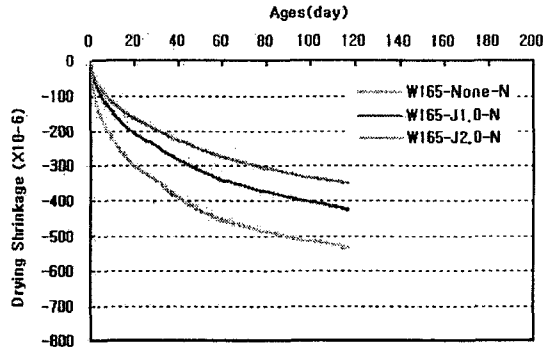


그림 6 J사 수축저감제 사용에 따른 건조수축

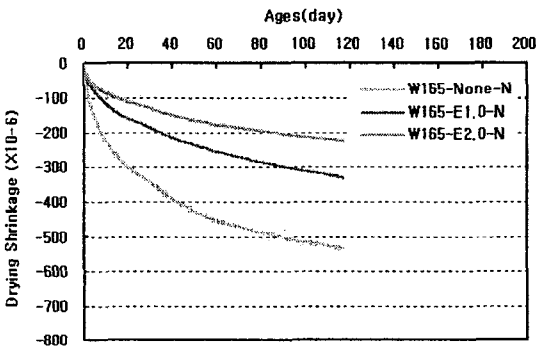


그림 7 E사 수축저감제의 사용에 따른 건조수축

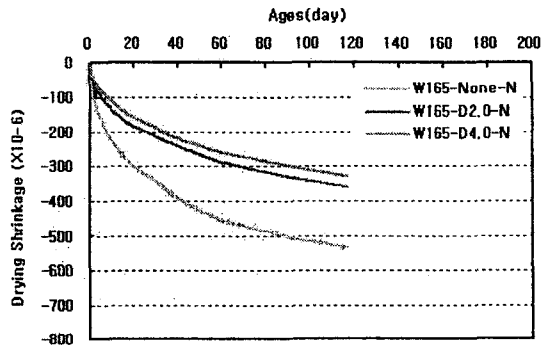


그림 8 D사 수축저감제의 사용에 따른 건조수축

4. 결론

슬래브 구조물용 콘크리트 배합에 대한 건조수축 저감을 위한 실험을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 섬유 혼입율이 증가함에 따라 동일한 슬럼프를 위해서 혼화제 사용량은 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 공기량의 경우는 섬유 및 수축저감제의 사용에 따른 영향은 거의 나타나지 않았다.
- (2) 적절한 고성능감수제를 선택하여 소요의 워커빌리티를 만족하는 범위에서 단위수량 및 물-결합재비를 낮추어 주는 것이 건조수축 저감에 유리할 것으로 판단된다.
- (3) 섬유 및 수축저감제의 사용을 통해 건조수축 저감 효과를 확인할 수 있었으며, 특히 단위수량이 높은 배합에서는 더욱 큰 효과를 나타내었다. 하지만 섬유 및 수축저감제는 제조사 및 사용량에 따라 건조수축량에 큰 차이를 보이고 있어 사용 전에 이에 대한 충분한 검토가 요구된다.