

# 나일론 섬유의 길이변화에 따른 섬유보강 바닥마감용 콘크리트의 공학적 특성

## Engineering characteristics of the Fiber Reinforced Floor Finishing Concrete According to the changes of Nylon Fiber Length

전 규 남\*

백 대 현\*\*

정 우 태\*\*\*

박 종 섭\*\*\*\*

한 민 철\*\*\*\*\*

한 천 구\*\*\*\*\*

Jeon, Kyu-Nam Baek, Dae-Hyun Jung, Woo-Tai Park, Jong-Sup Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

### Abstract

This study investigated the fundamental properties corresponding to various length changes on NY fiber reinforced concrete. For results of fresh concrete, the slump and air content were declined, but the unit volume weight and vebe time were increased. For the hardened concrete properties, the compressive strength showed increasing tendency according to the NY fiber length. The dry and autogenous shrinkage also decreased compared with Plain. Generally, the caes that 19 mm NY fiber was used was better than any other cases.

키 워 드 : 나일론 섬유, 길이변화, 섬유보강 바닥마감용 콘크리트

Keywords : nylon fiber, changes in the length, fiber reinforced floor finishing concrete

## 1. 서 론

콘크리트는 수화반응, 경화과정 및 사용환경하에서 체적변화가 크게 발생하므로써 균열 문제는 피할 수 없는 현상으로 받아 들여지고 있다. 또한 콘크리트의 경우, 압축강도는 큰 반면 인장강도는 그의 1/8~1/13 밖에 되지 않는 취성재료로서, 체적 변화가 인장 응력으로 작용하게 되면 더욱 크게 균열이 발생 할 수 있는데, 이를 해결하기 위하여는 인장 측에 철근을 배근하는 것은 물론이고 섬유도 혼입하여 보강하게 된다.

특히 건축물의 지하주차장과 같은 경우는 소성수축 및 건조수축 균열이외에 진동의 문제도 중요시됨에 바닥마감콘크리트의 균열방지대책으로는 종전 와이어 메쉬의 새로운 대안으로 셀룰로우스 섬유의 활용에 이어 최근에는 나일론(이하 NY라 칭함) 섬유의 유효성이 중요하게 보고되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 건축물 주변의 도로 및 지하주차장 등 넓은 규모의 바닥 콘크리트에 각종 요인에 의한 균열방지에 효과

적인 것으로 알려진 NY 섬유에 대하여 그 길이 변화에 따른 섬유보강 콘크리트의 각종 공학적 특성을 분석하므로써 최적의 NY 섬유 길이 결정에 기여하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 콘크리트 배합사항은 표 2와 같다.

먼저 배합사항으로 W/C는 42.3 %의 1수준에 목표 슬럼프 25±10 mm, 목표 공기량 4±2 %로 보통포틀랜드 시멘트(이하 OPC)를 100 % 사용한 것을 Plain배합으로 하였다. 섬유변수로는 NY 섬유혼입율 0.2 % 1수준에 대하여, NY 섬유길이 6, 12, 19 mm 3수준을 혼입하는 것으로 계획하였다.

실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량, 단위용적질량 및 비비시간을 경시변화(0, 60분)에 따라 실시하였으며, 경화 콘크리트에서는 압축강도, 건조 및 자기수축 길이변화를 재령 경과에 따라 측정하도록 하였다.

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 한국건설기술연구원 구조교량연구실, 연구원

\*\*\*\* 한국건설기술연구원 구조교량연구실, 선임연구원

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

배합 사항	실험요인		실험수준	
	목표 슬럼프(mm)	1	42.3	
목표 공기량(%)	1	25±10		
섬유 종류	1	NY		
NY 섬유길이(mm)	3	6, 12, 19		
섬유혼입율(%)	1	0.2		
실험 사항	균지 않은 콘크리트	4	· 슬럼프* · 공기량* · 단위용적질량* · 비비시간*	
	경화 콘크리트	3	· 압축강도(1, 3, 7, 28일) · 자기수축 길이변화(28일) · 건조수축 길이변화(1, 7, 14, 28, 56일)	

\* 경시변화(0, 60분)

표 2. 배합 사항

구분	W/B (%)	W (kg/m³)	S/a (%)	AE (%)	SP (%)	질량배합(kg/m³)		
						C	S	G
OPC	42.3	150	39	0.0020	0.30	355	697	1140
NY6						355	697	1140
NY12						355	697	1140
NY19						355	697	1140

2.2 사용재료

본 실험에 사용한 재료의 물리적 성질은 표 3~6과 같다. 즉 시멘트는 국내 A사산 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 골재로써 잔골재와 굵은골재는 각각 충복 옥산산 및 대전 대덕산을 사용하였다. 그리고 섬유로는 국내 S사산을 사용하였으며, 혼화제로 AE제 및 SP제는 국내산 E사산 음이온계 및 폴리칼본산계를 사용하였다.

표 3. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm³)	분말도 (cm²/g)	안정도 (%)	응결시간(분)	
			초결	종결
3.15	3 165	0.18	235	320

표 4. 골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm³)	조립률	흡수율 (%)	0.08mm체 통과량(%)
굵은골재	2.70	6.88	0.58	0.40
잔골재	2.59	2.89	0.9	0.9

표 5. NY섬유의 물리적 성질

구분	길이(mm)	밀도(g/m³)	직경(mm)	인장강도 (MPa)	용해점
NY 섬유	6, 12, 19	1.16	0.012	499	216

표 6. 혼화제의 물리적 성질

구분	형태	주성분	색상	밀도 (g/cm³)
SP제	액상	폴리칼본산계	암갈색	1.05
AE 감수제	액상	음이온계	미백색	1.04

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 팬타입믹서를 사용하였다. 균지 않은 콘크리트의 특성 실험으로 슬럼프는 KS F 2402, 비비시간은 KS F 2427, 공기량 및 단위용적질량은 KS F 2421 및 2409의 규정에 의거 실시하였다. 경화 콘크리트의 특성 실험으로 건조수축 길이변화는 KS F 2424, 자기수축 길이변화는 KS F 2586에 의거 계획된 재령에서 측정하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 균지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 슬럼프 치를 나타낸 그래프이다. 먼저 OPC의 경우 목표 슬럼프를 만족하는 값을 나타냈으나, 전반적으로 NY섬유를 길이 변화인 조건으로 혼합하였을 경우 길이가 길어질수록 슬럼프 치가 저하하는 경향을 나타내었다. 세부적으로는 NY 섬유 6 mm와 12 mm경우는 유사한 슬럼프 치를 나타내었지만, NY 19 mm의 경우는 가장 큰 슬럼프 저하를 보였다.

그림 2는 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. OPC의 경우 목표공기량을 만족하는 값을 나타냈으며, 전반적으로 섬유의 길이가 길어질수록 저하하는 경향을 나타냈다.

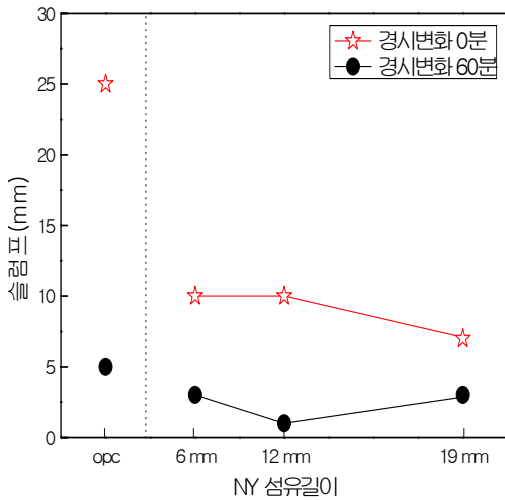


그림. 1 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 슬립프치

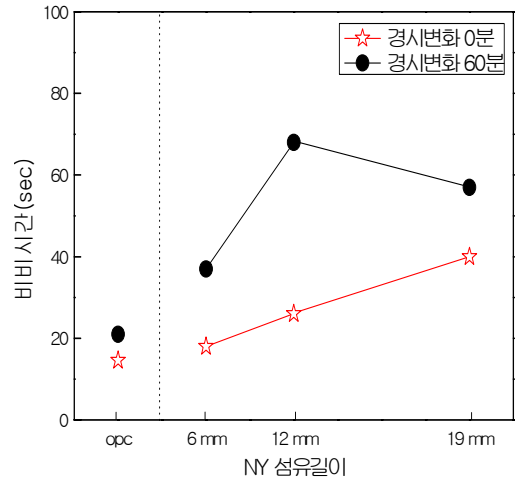


그림. 4 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 비비시간

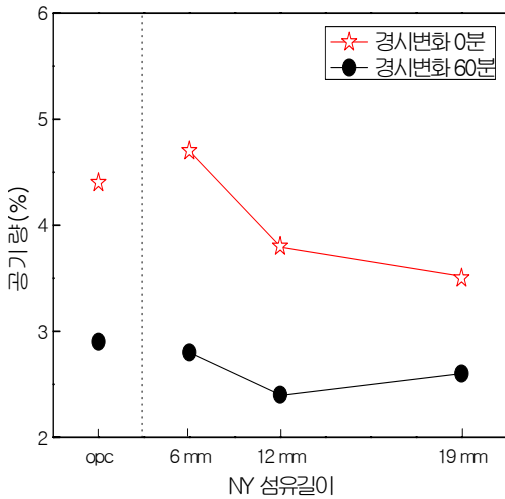


그림. 2 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 공기량

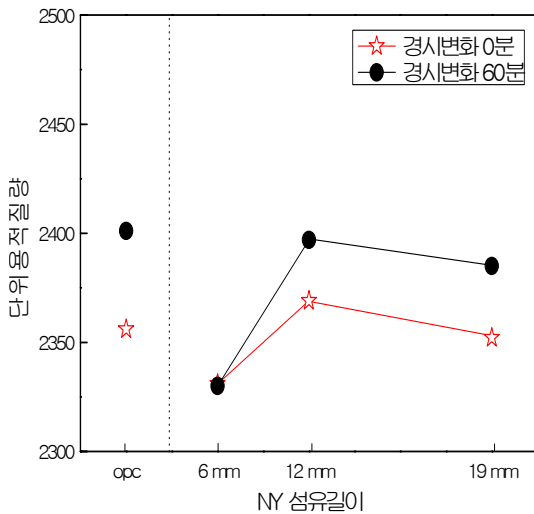


그림. 3 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 단위용적질량

60분 후의 공기량으로는 NY 섬유의 길이변화에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았을지라도 전반적으로는 완만하게 저하하는 결과를 나타내었다.

그림 3은 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 단위용적질량을 나타낸 그래프이다. NY 섬유의 길이가 길어질수록 증가하는 경향을 나타냈는데, 공기량과는 반대적인 양상을 보였다.

그림 4는 배합 즉시 및 60분 경과시 NY 섬유 길이변화에 따른 비비시간 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 비비시간의 결과 또한 NY 섬유의 길이가 길어질수록 점차 증가하는 경향을 보였는데, 그 중 NY 섬유의 경우 길이 19 mm 혼입시는 가장 긴 결과를 나타냈으며, NY 섬유 12 mm의 경우 경시변화 후 가장 큰 수치변화를 나타내어 경시변화 전과 후의 폭이 가장 큰 것으로 나타났다.

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 5는 재령별 NY 섬유 길이변화에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 OPC의 경우 재령경과에 따른 압축강도 상승 폭이 적은 반면 NY 섬유를 혼입 하였을시는 강도의 상승 폭이 크게 나타났다. 그 중 NY 섬유 19 mm를 사용한 경우가 가장 큰 강도 값을 나타내었는데 섬유의 길이가 길면 길수록 강도 값이 크게 나타나는 경향을 나타내었다.

그림 6은 NY 섬유 길이변화에 따른 건조수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 Plain에 비하여 NY 섬유의 길이가 길어질수록 건조수축 길이변화율은 완화되는 양상을 나타내었다.

그림 7은 NY 섬유 길이변화에 따른 자기 수축 변형율을 나타낸 그래프이다. 먼저 NY 섬유 19 mm의 경우 가장 적은 자기수축 저감을 나타냈고, 그 밖의 NY 섬유들은 상호 유사한 수축 저감을 나타내며 큰 차이를 보이지 않았다.

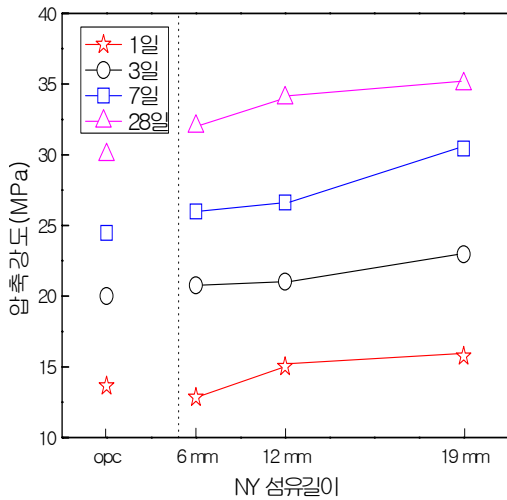


그림. 5 재령별 NY 섬유 길이변화에 따른 압축강도

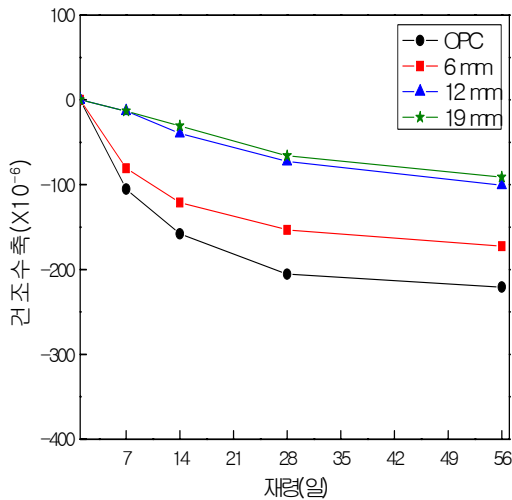


그림. 6 NY 섬유 길이변화에 따른 건조수축 길이변화율

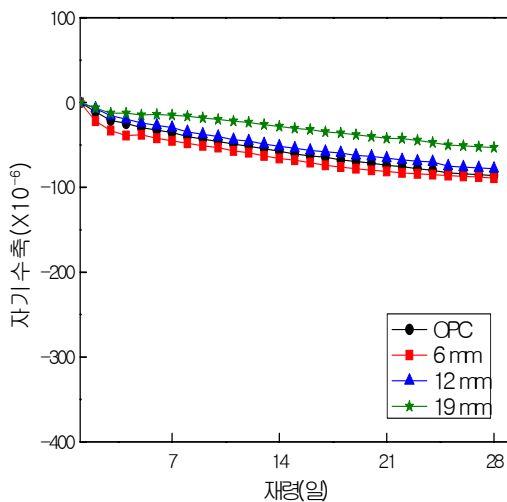


그림. 7 NY 섬유 길이변화에 따른 자기수축 길이변화율

#### 4. 결 론

본 연구에서는 NY 섬유를 사용한 섬유보강콘크리트의 NY 섬유 길이변화에 따른 균질 않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 특성을 검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) NY섬유의 길이가 길어질수록 슬럼프치 및 공기량은 저하하지만, 단위용적질량 및 비비시간은 증가하였다.
- 2) 경화 콘크리트의 압축강도인 경우 NY섬유의 길이가 길수록 강도가 더 크게 나타났으며, NY 19 mm 섬유에서 가장 높은 값이 나타났다.
- 3) 건조수축 길이변화율은 섬유를 혼입하였을 경우 전반적으로 Plain에 비하여 완화되는 양상을 나타내며, 자기수축 또한 Plain에 비해 수축이 저감되는 경향이였다.

이상을 종합할 때, 바닥마감용 섬유보강 콘크리트에 나일론섬유를 활용할 경우 섬유의 길이가 길어질수록 유동성은 저하하지만 강도 및 수축특성은 양호하여 본 실험의 연구범위 내에서는 19 mm인 경우가 최적인 것으로 밝혀졌다.

#### 참 고 문 헌

1. 김광련, 권용주, 백인상, 김용태, 김병기, 나일론 섬유보강 콘크리트의 물리적특성 및 모르타르 소성수축균열 제어성능 평가, 한국콘크리트 학회지, 제17권 제2호, pp.575~578, 2005.11
2. 김병기, 김용태, 안태호, 김광련, 섬유보강 콘크리트에서 나일론 섬유의 응용가능성, 한국콘크리트 학회지, 제16권 제6호, pp.65~73, 2004.11
3. 대한건축학회 ; 섬유보강 콘크리트, 1997.
4. 박춘근, 김남호, 이종필, 김학연, 섬유 혼입 비율에 따른 섬유보강 콘크리트의 재료특, 한국콘크리트 학회지, 제 16권 제1호, pp.632~635, 2004
5. 원종필, 박찬기, 특수 가공된 셀룰로오스섬유보강 콘크리트의 초기 특성, 한국콘크리트 학회지, 제11권 제1호, pp.349~354, 1999
6. 원종필, 황금식, 박찬기, 박해균, 친수성 PVA섬유보강 시멘트 복합체의 균열제어 및 투수성 평가, 한국콘크리트 학회지, 제16권 제3호, pp.391~396, 2004
7. 한국콘크리트학회 ; 최신 콘크리트 공학, 기문당, 2005
8. 한천구, 윤기원, 한민철, 신현섭, 나일론 섬유보강 콘크리트의 특성에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집, 제23권 제4호, pp.95~102, 2007.4
9. 한천구, 황인성, 정덕우, PP섬유 혼입 및 황구속에 의한 고성능 콘크리트의 폭열 방지 성능, 대한건축학회 학회지, 제19권 제1호, pp.61~68, 2003.1