

콜드조인트 발생시간이 초고강도 섬유보강 시멘트 복합체의 전단 접착 성능에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

김민성¹, 양현민², 이한승^{3*}, 조근희⁴

An Experimental Study on the Period of Cold Joint Occurrence Effecting Shear Bond Performances of UHSCC

Min-Seong Kim¹, Hyun-Min Yang², Han-Seung Lee^{3*}, Keun-hee Cho⁴

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the performance on the compressive bonding shear strength of ultra-high strength steel fiber reinforced cementitious composites(UHSCC). As a result of compressive bonding shear strength through Direct shear test, It was found that the specimen(150×150×150 mm) of NC(Normal concrete) + NC showed similar compressive bonding shear strength at whole experimental level. On the other hand, the specimen of UHSCC+ UHSCC showed decrease of compressive bonding shear strength from after 30 minutes of the retarded placement than 0 minute. As a result of analyzing failure mode of bonding interface, It was found that the specimen of NC + NC showed mixed failure at whole experimental level. In case of the specimen of UHSCC + UHSCC, it showed interface failure from the specimen that are 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes of delay of concrete placing. As a result of analyzing XRD test in terms of the placement interface on the specimen of NC and UHSCC, relatively much amount of SiO₂ was detected from the specimen of UHSCC than that of NC. It is judged that the most of main components of coating film shown in the specimen of UHSCC is SiO₂. In conclusion, it is judged that UHSCC which is made from after 30 minutes of delay of concrete placing is unable to be used as structural member because of deterioration of bonding performance. From later study, it is judged that the improvement of bonding performance from the part of cold joint occurrence is necessary through the interface preparation method.

Keywords: Ultra-High Strength Fiber Reinforced Cementitious Composites(UHSCC), Cold joint, Retarding placement, Compressive shear strength

1. 서 론

최근 건축물 및 구조물의 초대형화로 인하여 넓은 면적에 콘크리트를 이어치기 하는 사례가 증가하고 있다. 이에 따라 타설시간 지연으로 인한 콜드 조인트가 생성되고 이러한 콜드조인트를 통해 누수로 인한 접합면에 내재된 철근의 부식을 야기하여 건축물의 내구성 저하의 원인으로 나타난다. 한편 이러한 초대형화 건축물에 고강도 및 고유동 등의 고성능 콘크리트사용이 증가하고 있다.

또한 초고성능 콘크리트(Ultra High Performance Concrete, UHPC)가 사용되는 초고층 빌딩 및 교량에서는 구조체의 대형화로 인해 부재와 부재를 이어치는 경우가 많이 발생하고

있어 이에 따른 콜드조인트가 발생한다. Photo 1은 교량에서의 콜드조인트 발생 위치를 설명한다.

초고성능콘크리트는 1990년대 프랑스를 중심으로 현재까지 전세계적으로 활발히 연구되고 있다. Ductal(Acker et al., 2004), Compact Reinforced Concrete(CRC)(Aarup, 2008)로 대표되는 상용 UHPC 제품들은 고온 증기 양생과정(heat treatment)을 거쳐 압축강도 200 MPa 이상의 초고강도를 발휘하며, 국내에서 최초로 개발된 UHPC(Koh et al.,2007) 역시 고온증기양생과정을 거쳐 압축강도 180 MPa 이상을 나타낸다. 하지만 이러한 고강도콘크리트는 압축강도의 증가로 콘크리트의 취성과파괴가 문제되고 있어 이러한 문제점을 개선하고자

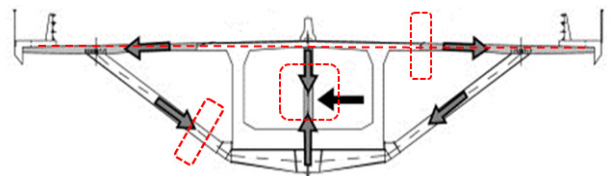


Photo 1 Joint in bridge

¹정희원, 한양대학교 일반대학원 건축시스템공학과 석사과정

²정희원, 한양대학교 일반대학원 건축시스템공학과 박사과정

³정희원, 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자

⁴정희원, 한국건설기술연구원 구조융합연구소 수석연구원

*Corresponding author: erclechs@hanyang.ac.kr

•본 논문에 대한 토의를 2016년 2월 1일까지 학회로 보내주시면 2016년 3월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

섬유를 보강하여 인성을 향상시킨 다양한 섬유보강 시멘트 복합체가 사용되고 있다(Naaman et al., 1995; Victor, 2002).

특히, 최근 150 MPa 이상을 지닌 초고강도 시멘트 매트릭스에 섬유를 혼입하여 고인성을 부여한 초고강도 섬유보강 시멘트 복합체(Ultra-High Strength Fiber Reinforced Cementitious Composites; 이하 UHSCC)가 개발되고 있다. 이러한 UHSCC는 보통강도 콘크리트(Normal concrete; 이하 NC) 보다 낮은 W/B 비를 가지고 있어 응결이 빠르게 진행되고 2차 타설 지연시간에 따른 접합면 성상이 NC와는 다른 양상을 보였고, 블리딩량 또한 NC보다 적은 양 또는 보이지 않고 있다. 따라서 이어치기 지연시간으로 인한 UHSCC의 접합면에서 생성되는 콜드조인트가 콘크리트 품질, 내구성 및 구조적 안전성 저하의 원인 사료된다.

그러나 이러한 콜드조인트 발생에 따른 접합면의 성능 평가에 관한 연구는 대부분 NC 및 고강도 콘크리트를 대상으로 하고 있어 UHSCC의 접착성능 대한 정량적 평가가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 UHSCC의 타설 지연에 따른 콜드조인트 발생시간에 따라서 UHSCC의 전단 접착성능을 평가하는 것이다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험개요

본 연구에서는 UHSCC의 이어치기 지연시간에 따른 콜드조인트의 접착성능을 평가하기 위하여 UHSCC의 응결시간 및 지연타설 시간에 따른 콜드조인트의 접착강도를 통하여 접착성능을 평가하고자 한다.

2.2 사용재료

시멘트는 국내 S사 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 시멘트의 물리적·화학적 성질은 Table 1과 2와 같다. 또한 본 연구에서 사용한 골재의 특성은 Table 3과 같으며, 잔골재는 세척사, 굵은 골재는 KS F 2502에 의거하여 골재의 체가름 시

Table 1 Physical characteristics of cement

Classification	Density(g/cm ³)	Fineness(cm ² /g)	Stability(%)
OPC	3.15	3300	0.08

Table 2 Chemical characteristics of cement

Classification	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO(%)	SO ₃ (%)	CaO(%)
OPC	20.89	3.55	3.11	3.50	57.41

Table 3 Characteristics of aggregates

Classification	Maximum size (mm)	Density (g/cm ³)	Absorption (%)	Fineness modulus (F.M)
Fine aggregate	5.0	2.6	1.45	2.16
Coarse aggregate	25	2.68	1.03	7.05

험을 통해 최대치수 25 mm 이하를 사용하였다.

2.3 실험계획

각각의 배합(NC, UHSCC)을 기준으로 1차 타설을 실시하여 150×150×100의 바탕 콘크리트 시험체를 제작 후 0분, 15분, 30분, 60분, 90분 후 2차 타설 실시하여 150×150×150 시험체를 제작 후 Direct shear test를 실시하였고, 압축강도 측정을 위하여 100×200 mm 및 50×100 mm 원형 공시체를 제작하여 실험을 실시하였다. 또한 타설 후 응결시간을 측정하기 위해 KS F 2436에 의거하여 관입저항 실시하였다.

양생은 타설 시작부터 24시간까지 기건 양생을 실시한 후 탈형하여 7일간 고온증기 양생(1일 90°C까지 천천히 예열→3일 동안 90°C유지→3일 상온에서유지)을 하였다. 시험체 제작 후 Photo 2는 사용몰드 및 1차 타설 사진이다. Table 4는 본 연구에서 사용한 배합표 이고, Table 5는 실험인자 및 수준을 나타낸 것이다.

2.4 실험방법

2.4.1 관입저항시험

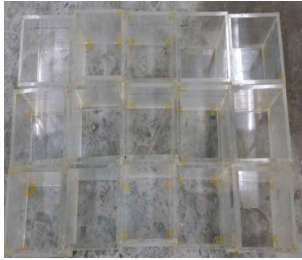
관입저항 실험은 KS F 2436에 의하여 측정하였다. 모르타

Table 4 Mixing design of concrete

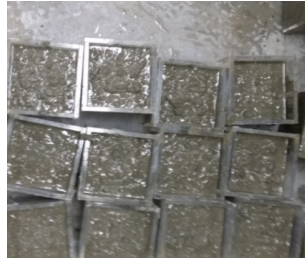
Compressive strength (MPa)	W/C (%)	S/A (%)	Unit weight(kg/m ³)										AD (kg)	Anti-foaming agent (kg)	
			W	C	Filler	Expansive admixture	Shrinkage Reducing Admixtures	Steel fibers (15.6 mm)	Steel fibers (19.3 mm)	Zr (zirconium silica-fume)	Fine aggregate	Coarse aggregate			
NC(30)	40	45	188	467	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	746	907	0.09	0.0
UHSCC(180)	22	-	178	783	235	59	8	78	39	196	862	0.0	26.11	0.79	

Table 5 Experimental factors and levels

Classification (MPa)	Delay time of concrete placing(min)					List of measurement
	0	15	30	60	90	
180+180	0	15	30	60	90	Setting time, Direct shear test, Compress strength, XRD
30+30						



(a) Mold



(b) First cast-in-place

Photo 2 Cube specimen



Photo 3 Penetration resistance test

르의 경화상태에 따라, 적당한 치수의 침을 관입 저항 기구에 붙여 천천히 균등하게 기구아래쪽으로 연직력을 작용시킨 후 모르타르 안으로 25 mm 깊이 까지 관입하여 기록된 하중을 침의 지지면적으로 나누어 관입 저항을 계산하였다. 초결강도는 3.5 MPa이며 종결강도는 28 MPa 이상이다. 실험에 사용된 콘크리트의 강도는 30 MPa, 180 MPa 이고, 실험실의 온도는 20°C로 유지하였다.

최초의 시험은 시멘트와 물이 처음 접촉한 이후로부터 1시간 간격으로 실시하였다. Photo 3는 관입저항시험에 사용한 시험기이다.

2.4.2 압축강도시험

KS F 2403에 의거하여 Normal concrete Ø100×200 mm 및 UHSC Ø50×100 mm 원형 공시체를 제작하였다. 항온습습기를 사용하여 온도 90°C, 습도 100% 고온증기양생을 진행하였다. 압축강도는 KS F 2405에 의거하여 만능재료시험기(이하, 200 ton UTM)을 이용하여 120 KN/m의 속도로 진행하였다. 각각의 수준별 3개의 공시체의 압축강도 측정 후 세 값의



Photo 4 Isothermal-isohumidity chamber and 200 ton UTM

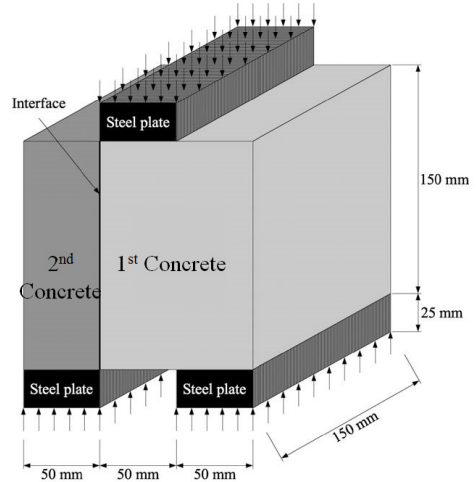


Photo 5 Specimen design of direct shear test

평균값을 압축강도로 산출하였다. Photo 4는 시험체의 양생에 사용한 항온습습기 및 압축강도 시험에 쓰임 200 ton UTM이다.

2.4.3 압축전단접착강도실험

콜드조인트 발생부위의 접착성능 평가는 기존 연구에서 다양한 방법으로 제시되고 있다. 일반적으로 접착성능은 접착강도를 통하여 평가할 수 있고 접착강도 실험 종류는 일반적으로 Pull-off test, Splitting prism test, Slant shear test, Direct shear test가 있다. 그 중 UHSC가 교량의 바닥판과 바닥판 사이의 채움재(Perry and Seibert, 2008)로 사용되는 경우, 하중에 의한(사용 시 받는 연직 하중 또는 부재 자체의 자체 하중에 의한)수직 접착면의 전단강도를 평가하기 위한 방법으로는 Direct shear test가 가장 타당하다고 판단되어 본 연구에서는 콜드조인트 접착성능 평가를 위해 Direct shear test를 실시하였다.

압축전단접착강도 실험은 재하 장치로 만능시험기(UTM)를 사용하여 Direct shear test로 실험을 진행하였으며, Direct shear test는 1축 전단 실험방법으로 50×150×25 mm의 steel plate을 이용하여 실험을 진행하였다. Photo 5는 Direct shear test (Dinis et al., 2012; Momayez et al, 2003)에 대하여 보여준다.

3. 경화 전 · 후 콘크리트의 물리적성능평가

본 연구에서는 NC와 UHSCC의 접착성능 평가를 위하여 경화 전후 콘크리트의 물리적 성능평가를 실시하였다. 물리적 성능 평가를 위하여 슬럼프, 슬럼프 플로우, 블리딩량, 응결시간, 압축강도 시험을 실시하였다.

슬럼프 플로우 테스트는 KS F 2402와 KS F 2594에 준하여 실시하였다. NC는 슬럼프가 160 mm로 나타났으며 UHSCC는 슬럼프 플로우가 약 706 mm로 나타났다. 두 수준 모두 본 연구에서 설정한 목표 슬럼프인 150±25 mm 및 슬럼프 플로우 700±50 mm 를 만족하였다. Table 6은 NC UHSCC의 슬럼프 및 슬럼프 플로우이다.

본 연구에서 사용한 NC 및 UHSCC의 블리딩 실험을 통해 2차 타설 지연시간에 따라 접착 면에 발생하는 블리딩을 측정하였다. 블리딩 테스트는 KS F 2414에 준하여 실시하였고, Fig. 1은 시간에 따른 NC와 UHSCC의 블리딩량을 나타낸다. NC의 경우 0~90분까지 블리딩량이 급격히 증가하였고 120후 이후부터 블리딩 증가량이 감소하였다. 이와 반대로 UHSCC 콘크리트의 경우 타설 직 후부터 블리딩이 발생하지 않고 타설 약 15분후 표 지연타설시 이러한 블리딩량이 콜드조인트 발생부위의 접착 성능에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

UHSCC의 응결시간을 측정하기 위해 KS F 2436에 의거하여 관입저항시험을 실시하였다. Fig. 2는 UHSCC의 시간에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것이고, Table 7은 UHSCC의 시간에 따른 관입저항치를 나타낸 것이다.

타설 약 9시간 후 관입저항치 3.5 MPa를 만족하는 초결이

Table 6 Result of slump and slump flow

Classification(MPa)	Slump and Slump flow
30 MPa+30 MPa	Slump 163 mm
180 MPa+180 MPa	Slump flow 706 mm

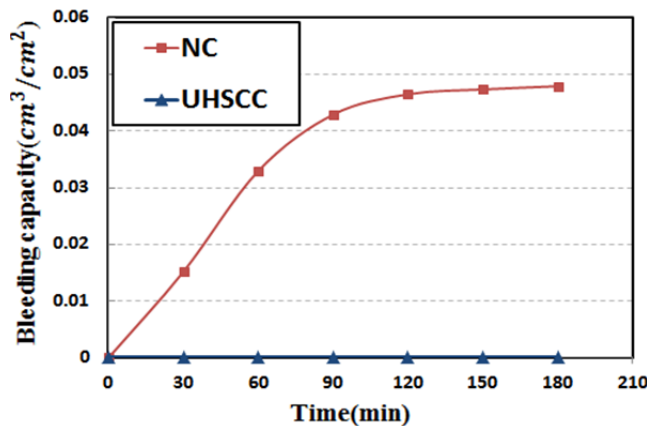


Fig. 1 Bleeding capacity according to time

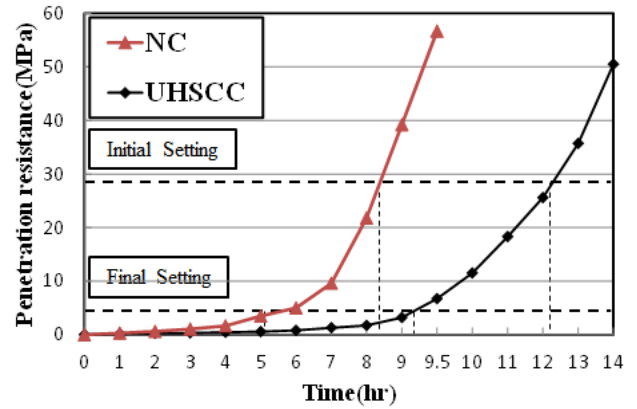


Fig. 2 Initial setting time and final setting time of UHPC

Table 7 Penetration resistance value of UHSCC

Time(h)	Penetration Resistance Value(MPa)	Time(h)	Penetration Resistance Value(MPa)
1	0.15	9	3.2
2	0.22	9.5	4.05
3	0.33	10	11.5
4	0.43	11	18.7
5	0.55	12	24.9
6	0.81	13	30.6
7	1.28	14	50.5
8	1.7		

Table 8 Result of compressive strength

Type	Maximum load(kN)	Compressive strength(MPa)
NC	248.5	30.7
	239.4	
	234.1	
UHSCC	352.4	180.9
	361.8	
	349.9	

일어났고, 약 12시간 후 28 MPa를 만족하는 종결이 일어나는 것을 볼 수 있었다. UHSCC의 초결 및 종결 시간이 NC보다 늦게 일어나는 것은 감수제가 3%가량 첨가되는 것 때문으로 사료되며, 15분 후에 발생하는 코팅막의 형성으로 부착강도의 영향을 미칠 것으로 사료된다.

Table 8은 NC 및 UHSCC의 압축강도를 나타낸 것이다. 압축강도는 NC의 경우 Ø100×200 mm, UHSCC의 경우 Ø50×100 mm인 동일 수준의 공시체를 3회 측정하여 평균값으로 하였다.

실험결과 NC는 평균 30.7 MPa, UHSCC는 180.9 MPa로 측정됐다. 본 연구에서 설정한 배합강도와 유사함을 알 수 있었다.

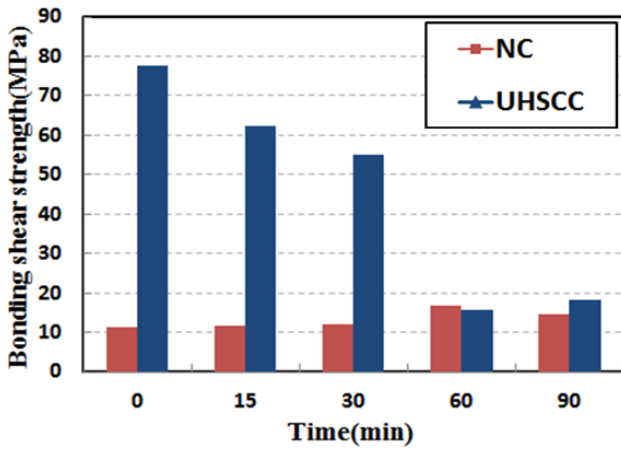


Fig. 3 Bonding shear strength by retardation time of placement

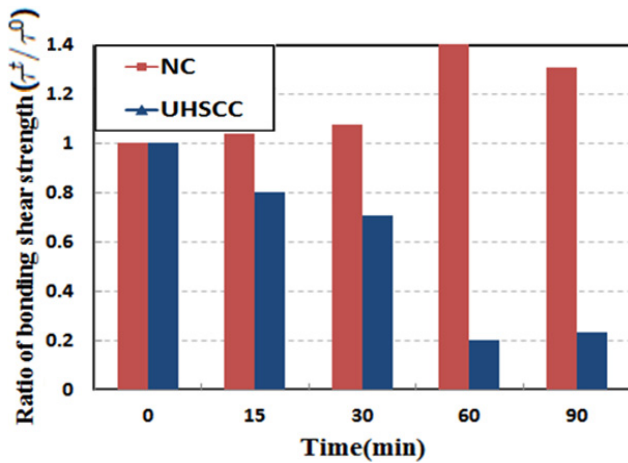


Fig. 4 Ratio of measured bonding shear strength by delay time of concrete placing to continuous specimens (τ^f/τ^0)

4. 콜드조인트 발생시간에 따른 전단접착성능

4.1 UHSCC 압축전단접착강도

Fig. 3은 지연타설 시간에 따른 압축전단접착강도를 나타낸 것이고, Fig. 4는 지연타설 시간에 따른 지연타설 0분 시험체에 대한 압축전단접착강도비를 나타낸 것이다. NC에서는 타설 지연시간과는 무관하게 전 수준에서 평균압축전단접착강도가 일정한 값을 보이는 반면, UHSCC의 경우 Fig. 4에서 나타난 것과 같이 0분 시험체와 비교하여 15분에는 20%, 30분에서는 25%, 60분에는 80%의 평균압축전단접착강도 저하를 확인할 수 있었다. 이는 15분 이후부터 바탕콘크리트 타설면에서 육안으로 판별 되는 코팅막과 같은 표면이 전단접착강도를 방해하기 때문으로 사료된다. Table 9는 Direct shear test를 통한 압축전단접착강도 결과를 나타낸 것이다.











Table 9 Result of shear bond strength

Type	Put-off time (min)	Maximum load (kN)	Shear bond strength(MPa)
30 MPa + 30 MPa	0	205.5	11.3
		240.7	
		314.6	
		253.0	
		293.2	
	15	246.1	11.7
		304.2	
		332.2	
		281.2	
		334.8	
60	383.0	16.7	
	409.7		
	291.3		
	354.2		
	349.3		
180 MPa + 180 MPa	0	1696.8	77.0
		1700.7	
		1798.7	
		961.1	
		1553.2	
	15	1698.7	62.4
		933.8	
		1180.3	
		1605.9	
		185.7	
60	373.0	15.7	
	501.1		
	408.9		
	405.0		
	314.6		
90	405.0	16.7	

4.2 Direct shear test 실험 후 파괴모드

Table 10은 Direct shear test 전후를 통하여 콜드조인트가 발생한 접착면 부분의 파괴 모드를 나타낸 것이다. 30 MPa+30 MPa의 경우 0분, 15분, 30분, 60분, 90분에서 모두 비계면 파괴가 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 반면 180 MPa+180 MPa의 경우 0분, 15분에서는 비계면파괴가, 30분에서는 계면파괴와 비계면파괴가 동시에 일어난 복합계면파괴가 일어났으며, 60분, 90분에서는 계면파괴가 일어나는 것을 확인할 수 있었다. NC는 타설 후 90분까지도 바탕 콘크리트의 타설면에서 블리딩수가 보이고 있어 지연시간과는 무관하게 양호

Table 10 Mode of crack for concrete

	0 min After	15 min After	30 min After	60 min After	90 min After
30 MPa+30 MPa (NC)					
	Non-interface destruction	Non-interface destruction	Non-interface destruction	Non-interface destruction	Non-interface destruction
180 MPa+180 MPa (UHSCC)					
	Non-interface destruction	Non-interface destruction	Interface destruction	Interface destruction	Interface destruction

한 접착성능을 나타낸 것으로 사료된다, 반면 UHSCC 바탕콘크리트에서 타설 15분 후부터 타설면의 성상이 NC와는 다른 코팅막과 같은 표면이 관찰되었고 이러한 면의 성질이 콜드조인트 부분의 접착성능을 저하시키는 것이라고 사료된다.

4.3 UHSCC의 표면 분석 결과

Table 11는 시간에 따른 타설면의 변화를 나타낸 것이다. NC의 경우 타설 15분후 타설 0분과 육안으로 보았을 시 별다른 변화가 보이지 않았고 30분, 60분 경과 후 블리딩수가 표면으로 올라온 것을 확인 할 수 있었다. 한편, UHSCC는 3절에서 언급한 바와 같이 타설 15분 후부터 타설면에서 코팅막이 생성되는 것을 확인할 수 있었고 30분, 60분에서 막의 두께가 두꺼워 짐을 알 수 있었다. 또한 강제로 막을 제거 하였을 시 막과는 다른 응결되지 않은 표면을 확인 할 수 있었다.

NC와는 다른 표면 성상을 보이고 있기 때문에 XRD 시험을 통해 NC와 UHSCC의 표면 성분 분석을 실시하였다.

시료는 타설 후 24시간 기중양생을 통해 와이어 브러시로 긁어 채취하였다. Fig. 5는 NC와 UHSCC의 표면부 XRD 분석 결과이고, Fig. 6은 Expansive admixture, Fig. 7은 Filler의 XRD 분석결과를 나타낸 것이다.

모든 시료 모두 일반적으로 C₂S와 C₃S의 수화반응을 통하여 생성되는 Ca(OH)₂를 확인 할 수 있었다. 또한 모든 시료에서 CaCO₃를 확인할 수 있었다. 이는 Ca(OH)₂와 대기 중의 CO₂의 반응으로 생성된 것으로 사료된다. 반면 NC보다 UHSCC에서 SiO₂ 피크가 더 높은 것으로 나타났다. UHSCC의 결합재 중 시멘트를 제외하고 Filler가 단위용적질량비로


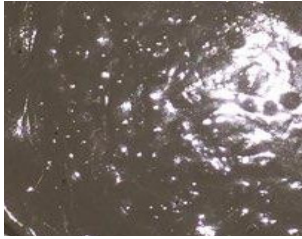



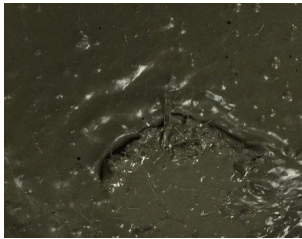


가장 많은 양을 첨가한다. Filler의 XRD 성분분석결과 SiO₂가 주요성분으로 나타났으며 이러한 Filler의 비중이 낮아 표면으로 부유한 것으로 사료된다. 따라서 UHSCC의 타설 면에서 나타난 코팅막의 성분이 SiO₂의 결정구조로 사료되며 접착성능의 저하 요인으로 판단된다.

5. 결론

NC 및 UHSCC의 지연타설을 통해 콜드조인트 발생시간에 따른 접착성능을 평가한 것으로, 본 연구 범위 내에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) UHSCC의 응결시간은 약 9시간에서 초결이 일어났고 12종 결이 일어남을 알 수 있었고, 압축강도의 경우 본 연구에서 설정한 UHSCC와 유사하게 발현되는 것을 알 수 있었다.
- 2) NC 및 UHSCC의 지연 타설 시간에 따른 Direct shear test 실시한 결과, 압축전단접착강도는 NC에서 지연시간에 관계없이 모든 수준 강도가 90분 범위 내에서 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있었다. 반면 UHSCC의 경우 지연타설 30분 시험체의 압축전단접착강도가 0분의 시험체의 강도보다 약 30%가 저하되고 60분 시험체의 경우 79%, 90분의 시험체의 경우 78.3%의 압축전단접착강도 저하가 나타나고 있음을 알 수 있었다.
- 3) NC와 UHSCC의 표면을 XRD 시험을 통해 분석한 결과 NC보다 UHSCC의 표면에서 220% 높은 SiO₂의 피크를 확인

Table 11 Surface description according to time

NC	UHSCC
0 min	
	
15 min	
	
No change compared with 0min	Generating the coating layer
30 min	
	
Generating the bleeding	Generating the coating layer
60 min	
	
Generating the bleeding	Generating the coating layer

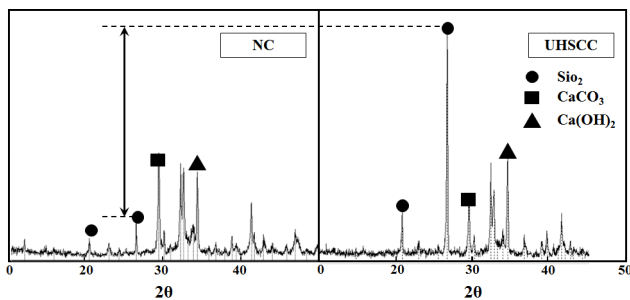


Fig. 5 X-ray diffraction patterns of NC and UHSCC

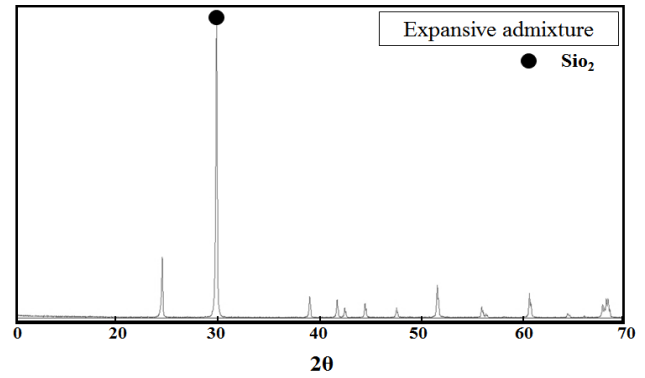


Fig. 6 X-ray diffraction patterns of Expansive admixture

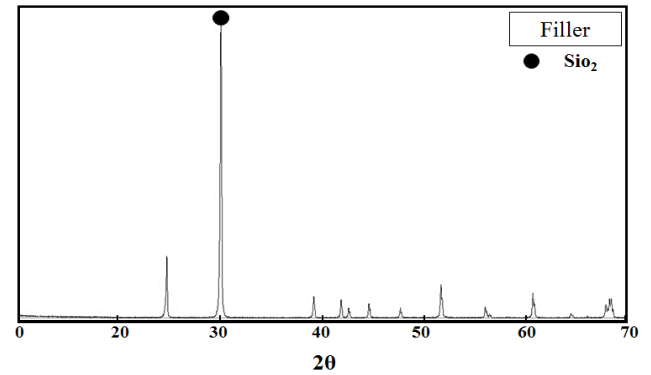


Fig. 7 X-ray diffraction patterns of Filler

할 수 있었고 UHSCC 타설 15분 후부터 나타나는 코팅막은 SiO_2 의 결정 구조로 판단된다.

- 4) 이상과 같이 UHSCC의 지연타설을 통한 콜드조인트 발생 시간이 접착성능에 매우 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 차 후 연구에서는 접착면 처리 방법을 통한 접착강도 성능 향상이 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2014년 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

References

1. Aarup, B. (2008), CRC-Structural Applications of Ultra High Performance Fibre Reinforced Concrete, *Proceedings of Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete*, University of Kassel, Germany, 831-838.

2. Acker, P., and Behloul, M. (2004), Ductal Technology: a Large Spectrum of Properties, a Wide Range of Applications, *Proceedings of International Symposium on Ultra High Performance Concrete*, University of Kassel, Germany, 11-23.
3. Dinis S., Pedro M.D., and Daniel D. (2012) Effect of surface preparation and bonding agent on the concrete-to-concrete interface strength, *Construction and Building Materials*, 37, 102-110.
4. Koh, K.T., Park, J.J., Ryu, G.S., and Kand, S.T. (2007), Effect of the Compressive Strength of Ultra-High Strength Steel Fiber Reinforced Cementitious Composites on Curing Method, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 27(3), 427-432.
5. Li, V.C., and Wang, S. (2002) Flexural behaviors of glass fiber-reinforced polymer (GFRP) reinforced engineered cementitious composite beams, *ACI Materials Journal*, 99(1), 11-21.
6. Momayez A., Ehsani M.R., Ramezani-pour A.A., and Rajaie H. (2005), Comparison of methods for evaluating bond strength between concrete substrate and repair materials, *Cement and Concrete Research*, 35(4), 748-757.
7. Naaman, A.E., and Reinhardt, H.W. (1995) High performance fiber - reinforced cement composites 2 (HPFRCC2), *proceedings of RILEM 31*, E&FN SPON.
8. Perry, V.H., and Seibert, P.J. (2008) The Use of UHPFRC(Ductal) for Bridges in North America: The Technology, Applications and Challenges Facing Commercialization, *Proceedings of International Symposium on Ultra High Performance Concrete*, University of Kassel, Germany, 815-822.

Received : 04/27/2015

Revised : 06/03/2015

Accepted : 06/10/2015

요 지 : 본 연구는 고강도 섬유보강 시멘트 복합체(UHSCC) 접착성능을 평가하는 것이 목적이다. Direct shear test를 통해 압축전단접착강도를 측정된 결과 NC(보통강도콘크리트)+ NC 실험체(150×150×150mm)에서는 모든 수준에서 유사한 압축전단접착강도를 나타내었고, 반면 UHSCC+UHSCC에서는 지연타설 30분 후부터 0분에 비해 압축전단접착강도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통한 접착면의 파괴 모드를 분석한 결과 NC+NC에서는 모든 수준에서 비계면 파괴를 보였고 UHSCC+UHSCC에서는 30분, 60분, 90분 시험체에서 계면파괴가 일어났다. NC 및 UHSCC의 타설면을 XRD 시험을 통해 분석한 결과 NC 시험체에 비해 UHSCC의 시험체에서 많은량의 SiO₂의 성분이 검출되는 것을 알 수 있었고 UHSCC에서 나타난 코팅막의 주성분의 대부분은 SiO₂로 사료된다. 따라서 본 연구에서 사용된 UHSCC는 지연타설 30분 후부터는 접착성능의 저하로 구조체로서의 사용이 어렵다고 판단된다. 금후 연구에서는 콜드조인트 발생 부위의 면처리 방법을 통한 접착성능 향상이 필요하다고 사료된다.

핵심용어 : 초고강도 섬유보강 시멘트 복합체(UHSCC), 콜드조인트, 타설 지연, 압축전단접착강도
