

성과점검기준표

사업구분	건설기술연구사업
전문기관	국토교통과학기술진흥원
과제명	현장적용성 개선 및 활용을 위한 에폭시 피복철근 개발
연구기간	2016.09.29. ~ 2019.09.28.
주관연구기관	서경대학교 산학협력단
주관연구책임자	김 지 상

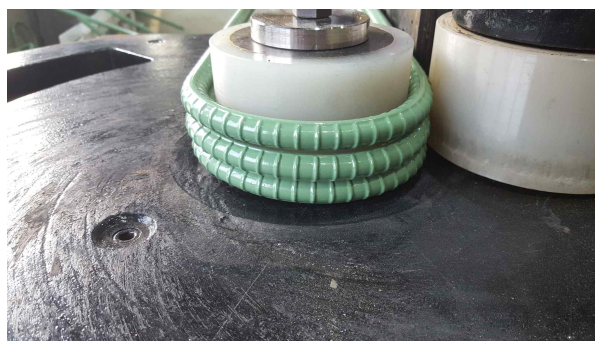
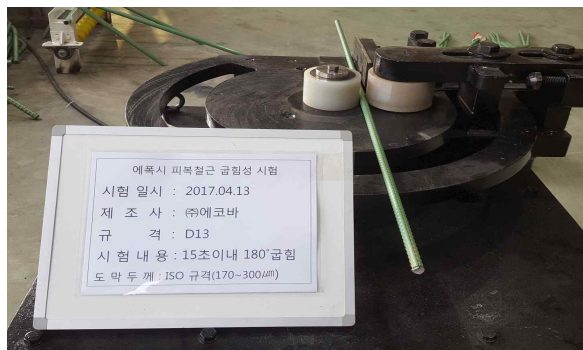
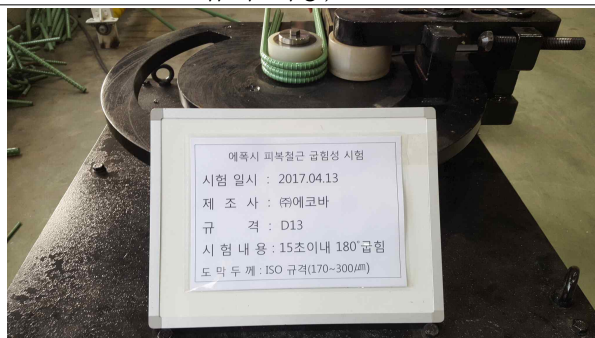
성과점검기준표(당해연도 실적)

구분	핵심성과 (CTE)	단위성과	성과점검기준							양적 성과 건수	가중치		
			질적 성과지표	목표치	달성치	측정방법	검증 방법	가중 치					
주관 / 공동1	1	에폭시 피복철 근 개발	1-1	친환경 에폭시 분체 도로 선정	①	친환경성	유해성검사 26종	합격	유해성검사 26종 실험여부	연차 보고서	6.25	-	-
			1-2	일반철근 대비 기존 에폭시 피 복철근 성능	①	부착성능	부착성능 3종이상 실험	기준성능 설정	부착성능 3종이상 실험여부	연차 보고서	6.25	-	-
			1-3	에폭시 수지 피 복철근 장치 개 발	①	시제품	D13-D32 중 3종이상	부착력90% 및 180° 굽힘성능	D13-D32 중 3종이상 개발여부	연차 보고서	6.25	시제품 : 3건 특허 출원 : 2건 (특허등록 1건이상)	10
			1-4	개발 에폭시 피 복철근 구조성 능 및 현장적용 성능	①	부착성능 현장적용성능	철근종류 3종이상 실험	부착력90% 및 180° 굽힘성능	철근종류 3종이상 실험여부	연차 보고서	6.25	논문 : 1건 (국내 일반학술지 1건)	10
			1-5	피복철근 대량 생산 기술 개발	①	대량생산기술	대량생산 장비100% 구축	대량생산 기술적용	대량생산 장비100% 구축여부	연차 보고서	6.25	특허 출원 : 2건 NEP 인증 : 1건	10
			1-6	휨 부재 구조성 능 평가	①	구조성능 및 사용성능	시험체 3개 이상	구조성능 및 사용성능 적합	휨부재 3개 이상 실험여부	연차 보고서	6.25	논문 : 2건 (국내 일반학술지 1건) (국외 일반학술지 1건)	10
			1-7	피복철근 대량 생산 기술 개발	①	대량생산기술	대량생산 장비100% 구축	대량생산 기술적용	기존 일생산량 대비 1.5배 이상 달성 여부	연차 보고서	6.25	NEP 인증 : 1건 특허 출원 : 2건	10
			1-8	휨 부재 사용성 능 평가	①	에폭시 피복철근 사용성능	시험체 3개 이상	개발 에폭시 피복철근 사용성능	시험체 3개 이상 시험 여부	연차 보고서	6.25	논문 : 2건 (국내 일반학술지 2건)	10
공동2 / 위탁	2	에폭시 피복철 근 제조· 설계· 시공 지침 작성	2-1	적용사례 및 유 지관리비 집행 실적 조사	①	사례/실적 조사	사례/실적 조사	사례/실적 조사	사례/실적 조사여부	연차 보고서	6.25	-	-
			2-2	에폭시 피복철 근 기준 및 규 격 검토	①	관련 기준 분석	관련 기준 분석	관련 기준 분석	관련 기준 분석여부	연차 보고서	6.25	-	-
			2-3	현장 적용 모니 터링	①	현장 모니터링	현장 모니터링 (전과정)	현장 모니터링 (전과정)	전과정 모니터링 여부	연차 보고서	6.25	-	-
			2-4	제조·설계·시 공 지침 초안	①	지침 초안	제조·설계·시 공 지침 초안	제조·설계· 시공 지침 초 안	작성 여부	연차 보고서	6.25	지침(초안) : 1건	-
			2-5	에폭시 철근의 경제성 분석	①	경제성 분석	LCC 분석	LCC 분석	분석 여부	연차 보고서	6.25	논문 : 1건 (국내 일반학술지 1건)	10
			2-6	제조·설계·시 공 지침	①	지침 작성	전문가 자문검토	전문가 자문검토	작성 여부	연차 보고서	6.25	지침(안) : 1건	-
			2-7	개발 에폭시 피 복철근의 경제 적 효과 분석	①	CO ₂ 배출량 산정 및 경제성 비교	CO ₂ 및 경제적 효과 분석	경제적 효과 분석	LCC 및 CO ₂ 분석 보고서	연차 보고서	6.25	LCC 및 CO ₂ 분석 보고서	10
			2-8	제조·설계·시 공 지침 완성	①	지침	지침	지침	작성 여부	연차 보고서	6.25	지침 : 1건	20
계									100	시제품 : 3건 특허 출원 : 4건 (특허등록 1건이상) 논문 : 6건 (국내 일반학술지 5건) (국외 일반학술지 1건) NEP 인증 : 1건 지침/초안 : 1건			

양적 성과 증빙 - 시제품 1

No	시제품명
1	ECB-D13

ECB-D13(ASTM A775/A775M, KS D3629규격 적용)



시험성적서(ASTM A775/A775M, KS D3629)

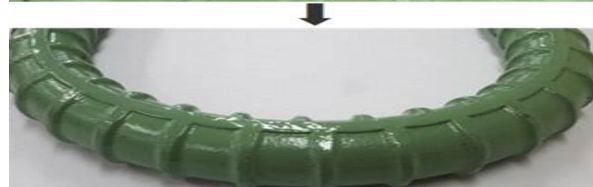
[illegible]

단위성과 A-1

양적 성과 증빙 - 시제품 3

No	시제품명
3	ECB-D29

ECB-D29(ASTM A775, KS D3629규격 적용)



시험성적서(ASTM A775/A775M, KS D3629)

시험성적서(KS D3629)

www.kcl kcl

170-2759-7751

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT17-087614_M1

2. 의뢰자 : (주)에코바

3. 시험기간 : 2017년 07월 28일 ~ 2017년 08월 30일

4. 시험성적서의 용도 : NEP인증 및 성능인증

5. 시료명 : 에복시 피복물

6. 시험방법 : (1) ASTM A 775/A775M - 07b(2014) (2) KS D 3629-1995(역원자제시험법)

7. 시험결과

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고
균형유연성	-	(1)	이상없음	-
균형유연성	-	(1)	이상없음	-
균형유연성	-	(1)	이상없음	-
콘크리트에 대한 부착력 - 무도장 용	N/A	(2)	80.00	(98 ± 3) % (98 ± 3) %
콘크리트에 대한 부착력 - 에복시 피복물	N/A	(2)	79.74	(98 ± 3) % (98 ± 3) %

* 콘크리트에 대한 부착력 시험 결과는 KS D 3629에 준하여 제작한 시험편을 분할 0.5 mm의 편위로 인장하여 파괴시각지점 최대하중을 측정함

* 용인 시험편은 지름이 10mm인 무도장, 에복시 피복 물인 시험편

* 역원자제 제시험 시험결과

확인 작성자 신승철 기술훈자 조재우

2017년 08월 30일

한국건설생활환경시험연구원

건설장제/에너지환경사업본부 : 2815 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정3길 75 오창과학단지 내 043-718-9005

보고문의 : 건축환경재료센터(구) ☎ (043)210-8546

www.kcl kcl

170-2759-7751

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT17-087614_M1

2. 의뢰자 : (주)에코바

3. 시험기간 : 2017년 07월 28일 ~ 2017년 08월 30일

4. 시험성적서의 용도 : NEP인증 및 성능인증

5. 시료명 : 에복시 피복물

6. 시험방법 : (1) KS D 3629-1995

7. 시험결과

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고
균형성	-	(1)	이상없음	-
균형성	-	(1)	이상없음	-
균형성	-	(1)	이상없음	-
경도	-	(1)	무상, 경도, 충격, 인장강도, 인장률	(98 ± 3) % (98 ± 3) %
피복두께	mm	(1)	147	(98 ± 3) % (98 ± 3) %
인장	개	(1)	이(인출인장)	(98 ± 3) % (98 ± 3) %

* 용인 시험편은 지름이 10mm인 에복시 피복 물인 시험편

* 역원자제 제시험 시험결과

확인 작성자 신승철 기술훈자 조재우

2017년 08월 30일

한국건설생활환경시험연구원

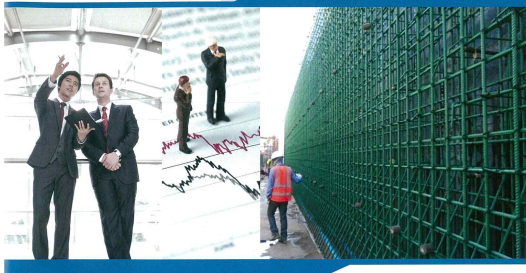
건설장제/에너지환경사업본부 : 2815 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정3길 75 오창과학단지 내 043-718-9005

보고문의 : 건축환경재료센터(구) ☎ (043)210-8546

ECB-D13,D19,D29 제품 카다로그

Eco BarCORP

(주)에코바



- 철근 구조물 제작, 일반토목, 건축
- 도로, 항만, 교량 등에 적합한 에폭시 피복철근 제조

Eco BarCORP
(주)에코바

6 (주)에코바 Eco Bar corp

에폭시 피복철근

제조 가능 규격과 무게

화학협회(화학연구소), 토목학회 등에서 에폭시 수지 도장 철근의 우수한 방식 성능이 확인된 결과, 품질 기준 및 설계 시공 지침이 제정되어 활발히 사용, 시공 중에 있으며 시공성, 경제성에 있어서도 높은 평가를 받아 보급이 확대일로에 있음

우수한 내부식성

콘크리트 재료 속의 염분(해수, 동결방지제)의 침투 등 엄격한 부식 환경에서도 우수한 내식성이 확인되고 있으며, 또 구조물의 균열 부분에서도 철근 자체가 방식되어 있으므로 균열 폭에 방식심의 제약을 필요 없습니다.

우수한 내충격성

말치 등으로 강한 충격을 주면 부분적으로 손상되지만 그 손상은 아주 적으며 그 면적은 1~2㎡에서 5㎡ 정도입니다. 도막 보수를 하지 않아도 콘크리트의 내식성에 영향을 주지 않는 손상면적은 10~15㎡ 정도이나 현장에서 시공 조립시 부분 도장으로 손상 부위를 없애줍니다.

제조 가능 규격과 무게

호칭	길이(m)											
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
D10	3.08	3.36	3.64	3.92	4.20	4.48	4.76	5.04	5.32	5.60	6.61	8.72
D13	5.47	5.97	6.47	6.96	7.46	7.96	8.48	8.96	9.45	9.95	10.9	11.9
D16	8.58	9.36	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3	14.0	14.8	15.6	17.2	18.7
D19	12.4	13.5	14.6	15.8	16.9	18.0	19.1	20.2	21.4	22.5	24.8	27.0
D22	16.7	18.2	19.8	21.3	22.8	24.3	25.8	27.4	28.9	30.4	33.4	36.5
D25	21.9	23.9	25.9	27.9	29.8	31.8	33.8	35.8	37.8	39.8	43.8	47.8
D29	27.7	30.2	32.8	35.3	37.8	40.3	42.8	45.4	47.9	50.4	55.4	60.5
D32	34.3	37.4	40.5	43.6	46.7	49.8	53.0	56.1	59.2	62.3	68.5	74.8
D35	41.3	45.1	48.8	52.6	56.3	60.1	63.8	67.6	71.3	75.1	82.6	90.1
D38	49.2	53.7	58.3	62.6	67.1	71.6	76.1	80.6	85.0	89.5	98.4	107
D41	57.8	63.0	68.2	73.5	78.8	84.0	89.2	94.5	99.8	105	116	126
D51	87.4	95.4	103	111	119	127	135	143	151	159	175	191

단위성과 A-1

양적 성과 증빙 - 시제품 3

No	시제품명
4	ECB-D29X12M

ECB-D29(ASTM A775/A775M, KS D3629규격 적용)



시험성적서(KS D3504/이형철근)

시험성적서(ASTM A775/A775M, KS D3629/에폭시 피복철근)

품질검사 성적서

시 료 명 (생산국): 원근콘크리트용 봉강 (S0400-029)/(대한민국) 검 수 번 호: 1820403-03
 시료 채취 장소: 현상내 검 수 일 자: 2018년 04월 03일
 성과 이용 목적: 품질보증 채 취 일 자: 2018년 04월 03일
 공 사 명: 품질관리 발 급 일 자: 2018년 04월 10일
 발 주 자: - 시 료 채취자: ㈜에코바 김 성 현
 시 공 자: ㈜에코바 현장 입회자: ㈜에코바 국창 조 진 우
 의뢰인: -
 국가중요시설 여부: 해당사항없음

귀하가 품질시험-검사를 의뢰한 뒤 시료에 대해서 아래 시험 방법에 따라 시험-검사를 한 결과를
 <건설기술 진흥법 시행규칙> 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

- 결 과 -

연번	시험-검사종목	시험-검사방법	시험-검사결과	책임기술자 자격종목 및 자격증 번호	성명	서명	시험-검사자 성명	서명
1	항 복 계		458 N/mm ²					
2	인장강도	KS D 3504-16	609 N/mm ²	토목용철 기술사 10191010253J	손영국	최원석	최원석	최원석
3	연 신 률		21.1 %					
4	금 향 성		이상없음					
5	항학성분(P)	KS D 1652-07	0.023 %					
	항학성분(S)		0.029 %					

이 시험-검사 결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로 이용을 금합니다.

建設技術用役集 (공주-3-10호)
 2018년 04월 10일

한국건설재료연구원 대표이사 : 김 한 중

주소: 광주광역시 광산구 비아중앙로 83 다움(비아움) / TEL: 062)531-6762-3 FAX: 062)531-6766

비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설행)"로 적습니다.
2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 1000MW 이상 발전소, 전력관으로 방송되는 공영 라디오-TV방송국, 라디오방송 송신출력 500W에 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 댐 등을 말합니다.

유의사항

책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 1 / 1 -

한국건설재료연구원

품질검사 성적서

시 료 명 (생산국): 에폭시 피복철근 (S0400-029)/(대한민국) 검 수 번 호: 1820403-04
 시료 채취 장소: 현상내 검 수 일 자: 2018년 04월 03일
 성과 이용 목적: 품질보증 채 취 일 자: 2018년 04월 03일
 공 사 명: 품질관리 발 급 일 자: 2018년 04월 10일
 발 주 자: - 시 료 채취자: ㈜에코바 김 성 현
 시 공 자: ㈜에코바 현장 입회자: ㈜에코바 국창 조 진 우
 의뢰인: -
 국가중요시설 여부: 해당사항없음

귀하가 품질시험-검사를 의뢰한 뒤 시료에 대해서 아래 시험 방법에 따라 시험-검사를 한 결과를
 <건설기술 진흥법 시행규칙> 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

- 결 과 -

연번	시험-검사종목	시험-검사방법	시험-검사결과	책임기술자 자격종목 및 자격증 번호	성명	서명	시험-검사자 성명	서명
1	결 결 양		이상없음					
2	피복두께	KS D 3629-16	182 μm	토목용철 기술사 10191010253J	손영국	최원석	최원석	최원석
3	금향성		이상없음					
4	인출시험		1 개/m -					

이 시험-검사 결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로 이용을 금합니다.

建設技術用役集 (공주-3-10호)
 2018년 04월 10일

한국건설재료연구원 대표이사 : 김 한 중

주소: 광주광역시 광산구 비아중앙로 83 다움(비아움) / TEL: 062)531-6762-3 FAX: 062)531-6766

비고

1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설행)"로 적습니다.
2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 1000MW 이상 발전소, 전력관으로 방송되는 공영 라디오-TV방송국, 라디오방송 송신출력 500W에 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 댐 등을 말합니다.

유의사항

책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

- 1 / 1 -

한국건설재료연구원

단위성과 A-1

양적 성과 증빙 - 시제품 4

No	시제품명
5	ECB-D16X12M

ECB-D16(ASTM A775, KS D3629규격 적용)



시험성적서(KS D3504/이형철근)

시험성적서(ASTM A775/A775M, KS D3629/에폭시 피복철근)

한국건설재료연구원 품질검사 성적서

시 료 명 (생산국): 이형철근/[대한민국]
 시 료 채취 장소: 현경내
 성과 이용 목적: 품질보증
 공 사 명: 품질관리
 발 주 자: -
 시 공 자: ㈜에코바
 의뢰인: ㈜에코바 김 성 현
 국가중요시설 여부: 해당사항없음
 귀하가 품질시험-검사를 의뢰한 위 시료에 대해서 아래 시험 방법에 따라 시험-검정한 결과를
 <건설기술 진흥법 시행규칙> 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

접 수 번 호: 1800730-04
 검 수 일 자: 2018년 07월 30일
 채 취 일 자: 2018년 07월 26일
 발 급 일 자: 2018년 08월 14일
 시 료 채취자: ㈜에코바 김 성 현
 현장 임원자: ㈜에코바 과장 조 진 우

- 결 과 -

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자	시험·검사자
1	항 목 명		436 N/mm ²	자극종목 및 자극용 번호	성명 서명
2	인장강도	KS B 0802-13	582 N/mm ²	성명 서명	성명 서명
3	연 신 률		19.7 %	도록품질 기술사	성명 서명
4	급 령 성	KS D 0804-16	이성없음	10191010253J	성명 서명
5	회轉성분(P)		0.024 %	성명 서명	성명 서명
5	회轉성분(S)	KS D 1652-17	0.018 %	성명 서명	성명 서명

이 시험·검사 결과는 당초 의뢰시 제출한 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로 이용을 금지합니다.

2018년 08월 14일
 建設技術用役業(광주-3-10호)
 한국건설재료연구원(주) 대표이사 : 김 한 중 (인)
 주소: 광주광역시 광산구 비아중앙로 83 다동(비아동) / TEL: 062)531-6762-3 FAX: 062)531-6766

비고
 1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.
 2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kw 이상 발전소, 전국적으로 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만kw 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 열 등을 말합니다.

유의사항
 책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.
 - 1 / 1 -

한국건설재료연구원

한국건설재료연구원 품질검사 성적서

시 료 명 (생산국): 에폭시 피복철근/[대한민국]
 시 료 채취 장소: 현경내
 성과 이용 목적: 품질보증
 공 사 명: 품질관리
 발 주 자: -
 시 공 자: ㈜에코바
 의뢰인: ㈜에코바 김 성 현
 국가중요시설 여부: 해당사항없음
 귀하가 품질시험-검사를 의뢰한 위 시료에 대해서 아래 시험 방법에 따라 시험-검정한 결과를
 <건설기술 진흥법 시행규칙> 제56조제3항에 따라 다음과 같이 알려드립니다.

접 수 번 호: 1800730-03
 검 수 일 자: 2018년 07월 30일
 채 취 일 자: 2018년 07월 26일
 발 급 일 자: 2018년 08월 14일
 시 료 채취자: ㈜에코바 김 성 현
 현장 임원자: ㈜에코바 과장 조 진 우

- 결 과 -

연번	시험·검사종목	시험·검사방법	시험·검사결과	책임기술자	시험·검사자
1	결 모 양		이상없음	자극종목 및 자극용 번호	성명 서명
2	피복두께	KS D 3629-18	195 μm	도록품질 기술사	성명 서명
3	균형시험		0.0	10191010253J	성명 서명
4	반출시험		1 개/m	성명 서명	성명 서명

이 시험·검사 결과는 당초 의뢰시 제출한 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로 이용을 금지합니다.

2018년 08월 14일
 建設技術用役業(광주-3-10호)
 한국건설재료연구원(주) 대표이사 : 김 한 중 (인)
 주소: 광주광역시 광산구 비아중앙로 83 다동(비아동) / TEL: 062)531-6762-3 FAX: 062)531-6766

비고
 1. 국가중요시설 여부는 "국가중요시설(시설명)"로 적습니다.
 2. 국가중요시설이란 대통령령지, 국회의사당, 대법원, 국가정보원, 중앙행정기관의 청사, 원자력발전소, 발전용량 100만kw 이상 발전소, 전국적으로 방송되는 공영 라디오·TV방송국, 라디오방송 송신출력 500만kw 이상의 송신시설, 군사시설, 공항 및 열 등을 말합니다.

유의사항
 책임기술자 및 시험검사자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.
 - 1 / 1 -

한국건설재료연구원

단위성과 A-1

양적 성과 증빙 - 특허 1

No	특허명	(특허)결정일	특허권자	국내/국외
5	운반 설비 및 이를 포함하는 피복 철근 제조 설비 (출원번호 10-2017-0000928)	2017.08.28	(주)에코바	국내

발송번호: 9-5-2017-059919311
발송일자: 2017.08.28.

수신 서울특별시 서초구 강남대로 343, 11층
(서초동, 신덕빌딩)(특허법인태평양)
특허법인태평양[이은경]

06626

YOUR INVENTION PARTNER

특 허 청 특허결정서

출 원 인 성 명 주식회사 에코바 (특허고객번호: 120150786296)
주 소 서울특별시 송파구 송파대로40길 3, 지하1층 (송파동,
삼호빌딩)
대 리 인 명 칭 특허법인태평양
주 소 서울특별시 서초구 강남대로 343, 11층 (서초동,
신덕빌딩)(특허법인태평양)
지정된변리사 이은경 외 3명
발 명 자 성 명 심성표
주 소 경기도 여주시 대신면 대신로 423-15
출 원 번 호 10-2017-0000928
발 명 의 명 칭 운반 설비 및 이를 포함하는 피복 철근 제조 설비
청 구 항 수 19

이 출원에 대하여 특허법 제66조에 따라 특허결정합니다.
(특허권은 특허료를 납부하여 특허법 제87조에 따라 설정등록을 받음으로써 발생하게 됩니다.)

[특기사항]

이 건 발명의 선출원에 대한 검색은 2017.08.28 까지 출원된 자료를 대상으로 하였으며, 이 날짜 이후 조약우선권 주장을 통해 진입하는 출원에 의한 특허법 제29조제3항 및 제4항 또는 제36조제1항 내지 제3항 위반 여부는 판단하지 아니하였습니다. 끝.

[참고문헌]

1. JP2016008411 A
2. JP2014217925 A
3. KR100138196 B1
4. JP05124725 A
5. KR101568183 B1

단위성과 A-1

양적 성과 증빙 - 특허 2

No	특허명	(특허)결정일	특허권자	국내/국외
6	냉각 설비 및 이를 포함하는 피복 철근 제조설비 (출원번호 10-2017-0059200)	2017.10.27	(주)에코바	국내

발송번호: 9-5-2017-074914414
발송일자: 2017. 10. 27.

수신 서울특별시 서초구 강남대로 343, 11층
(서초동, 신덕빌딩)(특허법인태평양)
특허법인태평양[이은경]

06626

YOUR INVENTION PARTNER

특 허 청
특허결정서

출 원 인 성 명 주식회사 에코바 (특허고객번호: 120150786296)
주 소 서울특별시 송파구 송파대로40길 3, 지하1층 (송파동,
삼호빌딩)
대 리 인 명 칭 특허법인태평양
주 소 서울특별시 서초구 강남대로 343, 11층 (서초동,
신덕빌딩)(특허법인태평양)
지정된변리사 이은경 외 3명
발 명 자 성 명 심성표
주 소 경기도 여주시 대신면 대신로 423-15
출 원 번 호 10-2017-0059200
발 명 의 명 칭 냉각설비 및 이를 포함하는 피복 철근 제조 설비
청 구 항 수 11

이 출원에 대하여 특허법 제66조에 따라 특허결정합니다.
(특허권은 특허료를 납부하여 특허법 제87조에 따라 설정등록을 받음으로써 발생하게 됩니다.)

[특기사항]

이 건 발명의 선출원에 대한 검색은 2017. 10. 23 까지 출원된 자료를 대상으로 하였으며, 이 날짜 이후 조약우선권 주장을 통해 진입하는 출원에 의한 특허법 제29조제3항 및 제4항 또는 제36조제1항 내지 제3항 위반 여부는 판단하지 아니하였습니다. 끝.

[참고문헌]

1. KR100946691 B1
2. KR101069740 B1
3. KR101568183 B1

No	특허명	(특허)결정일	특허권자	국내/국외
6	수지코팅 (출원번호 10-2019-0077326)	2017.10.27	(주)에코바	국내

관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2019.06.27
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(3324)
 출 원 번 호 10-2019-0077326 (접수번호 1-1-2019-0661766-84)
 출 원 인 명 칭 주식회사 에코바(1-2015-078629-6)
 대 리 인 성 명 특허법인 태평양(9-2006-100042-1)
 발 명 자 성 명 심성표
 발 명 의 명 칭 수지코팅 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

직접 인발 시험을 이용한 에폭시 도막 철근의 부착 특성 Bond Behaviors of Epoxy Coated Reinforcements Using Direct Pull-out Test

김지상^{1*} · 이상현¹
Jee-Sang Kim^{1*} · Sang-Hyun Lee¹

(Received August 29, 2017 / Revised September 4, 2017 / Accepted September 4, 2017)

The corrosion of reinforcements embedded in concrete causes some durability problems in reinforced and prestressed concrete structures. The epoxy coated reinforcements are one of the effective and reliable methods to prevent corrosion of reinforcements. However, it has been known that the epoxy coating reduces the bond capacity of reinforcement to concrete. This paper investigates the bond behaviors of epoxy coated reinforcements experimentally using direct pull-out test. Bond behaviors of epoxy coated bars for various reinforcement diameters of 10, 19 and 29mm and thicknesses of cover concrete of 1, 2, 3, and 4.5c/d_b(ratio of cover to bar diameter) are examined. Total 66 specimens were manufactured and tested according to the RILEM standard method. As the diameters of the epoxy coated reinforcements increase, the difference of bond strength between epoxy coated reinforcements and uncoated bars also increases. Epoxy coated bars showed more than 85% bond performance compared to those of uncoated bars. A new formula for estimating basic development length of epoxy coated reinforcement based on equilibrium equation is proposed using this experimental result.

키워드 : 에폭시 도막 철근, 직접인발시험, 부착응력, 정착길이

Keywords : Epoxy coated reinforcements, Direct pull-out test, Bond Stresses, Development length

1. 서 론

최근 열악한 환경에 건설되거나, 과도한 제설제의 사용에 노출되는 철근 콘크리트 구조물은 철근의 부식으로 인해 사용성과 내구성에 심각한 문제를 야기시켜 전 세계적으로 관심의 대상이 되고 있으며, 국내 건설 분야에서도 철근의 부식 방지를 최소화하기 위한 다양한 노력이 진행되고 있다. 일반적으로 철근 부식의 경우 철근을 감싸고 있는 부동태 피막의 알칼리성이 손실되는 경우 철근의 부식이 발생하기 시작하기 때문에 이를 방지하는 방법이 다양하게 제시되고 있다. 예를 들면 콘크리트의 피복두께 증가, 고성능 콘크리트 사용 및 철근의 사전음극방식, 아연도금 철근 또는 에폭시 수지 도막철근의 사용 등이 대표적인 부식 방지 방법이 될 수 있다. 그러나, 철근의 부식방지를 위한 여러 가지 방법들은 공사비 증가 및 시공성을 낮추는 문제점을 발생시키게 되어 가장 효율

적인 방법에 대한 많은 연구가 진행되었다. 미국 내 여러 자료들에 의하면 상대적인 초기공사비의 증가가 있으나, 에폭시 수지를 이용한 도막 철근의 사용이 내부식성 측면에서 탁월한 성능을 가지고 있고, 시공성과 생산성이 좋아 다른 방법에 비하여 유리한 특성을 가지고 있음이 확인되었다(Smith et al. 2000). 따라서 적극적인 철근 부식 방지 대책의 하나로 에폭시 도막 철근의 사용을 위한 지속적인 연구개발의 필요성이 증가되고 있다고 할 수 있으며, 특히 국내에서 생산되는 에폭시 도막 철근의 성능에 대한 체계적이고 지속적인 연구가 요구되는 실정이다.

현재까지 에폭시 도막 철근의 부착강도 특성에 대한 연구를 보면, 에폭시 수지를 도막한 철근은 일반 철근에 비해 저장 및 취급에 세심한 주의가 요구되어 시공성이 감소하고 초기 공사비용이 증가하며, 철근 표면의 마찰력을 저하시켜 콘크리트와의 부착성능에 문제가 있고, 일반적으로 철근의 지름이 클수록 부착력의 감소가

* Corresponding author E-mail: zskim@skuniv.ac.kr

¹서경대학교 토목공학과 (Department of Civil Engineering, Seokyeong University, Seoul, 02713, Korea)

Table 4. Basic development lengths(mm)

Estimation method(MPa)	Bar diameter(mm)		
	D10	D19	D29
KCI, ACI 318-14 normal	438	833	1271
KCI, ACI 318-14 epoxy	657	1249	1906
Eurocode2 normal	304	577	880
Eurocode2 epoxy	434	824	1257
Experimental normal	103	122	438
Experimental epoxy	122	231	353

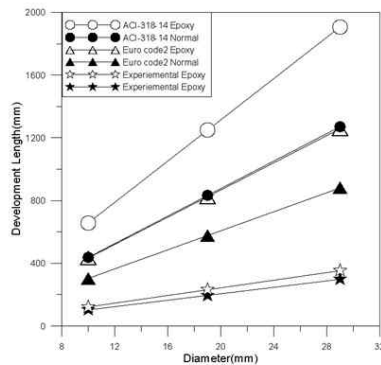


Fig. 7. Comparison of basic development lengths for epoxy-coated reinforcement

산정한 기준설계 부착강도(f_{bd})에 콘크리트 강도계수 $\phi_c = 0.66$ 를 곱한 값과 본 실험에서의 에폭시 도막 철근과 일반 철근의 부착력에 따라 식 (3)을 통해 구한 설계부착강도(f_{bd})값을 비교한 결과는 Table 3과 같다.

Table 4와 Fig. 7에 실험을 통하여 구한 일반철근과 에폭시 도막 철근의 부착강도값을 통하여 구한 정착길이 값과 기존의 산정식의 결과와 비교하였다. 이때 기존의 산정식에 사용한 부착강도는 압축강도 값으로 구하는 방법을 취하였다. 이 논문에서 제시하고 있는 값과 큰 차이를 보이는 것은 현행 설계 기준과 달리 부착강도를 직접 산정하는데서 비롯된 것으로 판단된다. 추후 실험결과와 축적 등을 통하여 부착강도에 대한 신뢰성을 확보하는 경우 이 논문의 제안 방법에 따른 정착길이의 산정이 보다 합리적인 결과를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

Euro Code2의 평형방정식에 기초하여 에폭시 도막 철근과 일반 철근의 부착 응력 실험값을 통해 산정한 정착길이 값은 ACI와 Euro Code2에 비해 부착특성 및 정착길이를 합리적으로 평가 할

수 있다고 판단된다. 또한 실험결과에 따른 정착길이를 비교해서 보면 에폭시 도막 철근과 일반철근의 정착길이 차이는 설계기준의 에폭시 도막철근과 일반철근 정착길이 차이보다 크지 않다. 따라서 기존 ACI에서의 피복두께가 $3c/d_b$ 이하일 경우의 1.5의 정착길이 증가계수를 보다 낮은 1.2 또는 1.3의 증가계수로 $3c/d_b$ 이상일 경우의 1.2의 증가계수를 보다 낮은 1.1을 증가계수로 적용할 수 있을 것이라 판단되며, 실험 자료 등의 축적을 통한 신뢰도 제고가 필요할 것이다.

5. 결론

이 연구에서는 에폭시 도막 철근의 부착특성을 합리적으로 평가하기 위해 철근의 에폭시 도막의 유무, 철근의 지름, 철근의 지름에 대한 피복 두께비를 주요 변수로 하여 직접 인발 시험을 수행하였다. 이 결과를 분석하여 기존의 정착길이 산정식에서의 에폭시 도막 철근에 따른 증가계수를 낮추는 것을 제안하였다.

1. 에폭시 도막 철근의 부착응력은 에폭시 도막으로 인한 표면 마찰력의 감소로 인하여 콘크리트와 철근사이의 구속력이 감소함에 따라 부착응력이 일반철근에 비하여 감소하는 것으로 나타났다.
2. 철근의 지름이 증가함에 따라 일반 철근 대비 에폭시 도막 철근의 부착능력의 차이는 커지는 경향을 보였다.
3. 콘크리트 피복이 $2c/d_b$ 이하일 경우 쏘갠파괴가 주로 발생하였으며, 쏘갠파괴가 발생하였을 경우에는 에폭시 도막 철근과 일반 철근의 부착능력을 직접 비교 판단하기에는 어려우나, 전체적인 부착강도의 비교에 적용할 수는 있을 것으로 판단된다.
4. 본 실험에서 사용된 현재 국내 표준에 따라 생산된 에폭시 도막 철근은 국내 KS표준인 일반철근 대비 80%의 성능 발휘에는 만족한다고 확인되었으나, 미국 ASTM의 85%에 만족하기에는 성능 개선이 필요하다고 판단된다.
5. Euro Code2의 평형방정식에 기초하여 에폭시 도막철근과 일반철근의 부착력 실험값을 통해 산정한 정착길이 값의 차이는 ACI와 Euro Code2의 철근 표면상태에 따른 증가계수를 합리적으로 평가 할 수 있다고 판단된다.

감사의 글

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업(17SCIP-C120791-02)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

고강도 콘크리트 인장부재의 인장강화효과와 균열거동

Tension Stiffening Effect and Crack Behavior of Tension Members Using High Strength Concrete

김지상^{1*} · 박찬혁²Jee-Sang Kim^{1*} · Chan Hyuk Park²

(Received January 25, 2018 / Revised March 1, 2018 / Accepted March 2, 2018)

The verification of serviceability of concrete structures requires more informations on the composite behaviors between concrete and reinforcement. Among them, the investigation of crack widths and spacings is based on the tension stiffening effects. In this paper, the tension stiffening effects of high strength concrete members with compressive strength of 80 and 100MPa are investigated experimentally. It was found that the current design code which is based on the tests of normal strength concrete may not describe the tension stiffening effects in high strength concrete correctly. The coefficient that can appropriately reflect the tension stiffening effects in the high strength concrete was proposed. Also, the crack spacing was investigated through the cracking behaviors and the crack width according to the difference of the strains in steel and concrete was estimated. The results of this paper may be used to examine the tension stiffening effects of high strength concrete members.

키워드 : 인장강화효과, 고강도 콘크리트, 인장부재, 피복두께

Keywords : Tension stiffening effect, High strength concrete, Tension member, Cover thickness

1. 서론

철근콘크리트 부재에서 철근과 콘크리트의 재료 성능은 상호 합성 작용에 의하여 재료 자체의 성능과 크게 다르게 나타난다. 콘크리트는 철근과 주변 콘크리트에 의하여 구속되거나 연화되면 응력-변형을 관계가 현저하게 변화하며, 콘크리트 내부에 묻혀 있는 철근은 인장강화효과(tension stiffening effect)에 의하여 철근 자체의 응력-변형을 관계와 다르게 된다. 일반적으로 강도설계법에 따라 철근콘크리트 부재를 설계할 때 인장영역의 콘크리트 역할은 무시하고 힘의 평형 조건만을 고려한다. 실제 철근 콘크리트 구조물의 성능을 평가하여 구조물의 설계 및 해석에 반영하기 위해서는 합성 거동에 관한 기초적인 현상을 거시재료적 관점에서 힘의 평형조건뿐만 아니라 변형적합조건도 고려해야 할 필요성이 점차 증가되고 있다(Kim 2014).

철근으로 보강된 콘크리트 인장부재에 균열이 발생하면 두 재료의 강성 차이에 의해 균열 면에서 응력의 재분배가 이루어진다.

균열이 발생한 지점에서는 작용하중에 의한 모든 인장력을 철근이 부담하지만, 하중이 증가함에 따라 균열이 계속적으로 형성되면서 균열 단면 사이에서의 콘크리트는 부착에 의해 철근으로부터 전달되는 인장력의 일부를 부담하게 된다. 이와 같이 균열 단면 사이의 콘크리트에 의해 철근의 강성이 증가하거나 변형을 또는 응력이 감소하는 현상을 인장강화효과라 한다(CEB-FIP 1991). 이는 강성 및 유효단면 2차 모멘트 등에 영향을 주며, 균열폭 및 처짐과 같은 사용한계상태(serviceability limits states)에서의 사용 성능 요구조건을 검토하는 등 균열 단면 사이에서 인장력을 부담하는 콘크리트의 성능을 평가하는 데 고려하여야 하는 중요한 요소라고 할 수 있다(Kim et al. 2001).

Fig. 1은 인장강화효과와 개념을 보여 주는 것으로, 균열 형성 단계 ①에서는 새로운 균열이 발생한 후에 원래의 인장력이 감소하기 때문에 수직 방향의 인장력은 증가하지 않는다. 이 단계에서 최대균열 폭은 인장력이 균열 하중 N에 도달할 때마다 얻어진다.

* Corresponding author E-mail: zskim@skuniv.ac.kr

¹서경대학교 토목공학과 (Department of Civil Engineering, Soosyeong University, Seoul, 02713, Korea)

²(주)이디시엔 (EDCM Engineering Co., Ltd., Anyang, 14057, Korea)

4. CEB-FIP MC 2010의 인장강화효과 규정을 이용하여 고강도 콘크리트 인장부재의 인장강화효과를 좀 더 정확하게 예측하기 위해서 피복두께비 변화에 따른 특성을 반영할 수 있도록 새로운 인장강화 계수를 도입한 인장강화효과 모델을 제안하였다.
5. 고강도 콘크리트 인장부재의 균열간격은 피복두께비가 커질수록 증가하였고, 고강도 콘크리트 인장부재가 일반강도 콘크리트에 비해 평균균열간격 및 최대균열간격이 높게 나타남을 알 수 있었다.
6. 고강도 콘크리트 인장부재의 균열간격에 대해서 평균균열간격을 활용해 최대 및 최소균열간격을 예측할 수 있는 상관관계 모델을 제안하였다.

감사의 글

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업(17SDP-C120791-02)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

References

Abrishami, H.H., Mitchell, D. (1996), Influence of splitting cracks on tension stiffening, *ACI Structural Journal*, **93**(6), 703-710.
 ACI Committee 224. (1986), Cracking of concrete members in direct tension, *ACI Journal*, **83**(4).
 Broms, B.B., Lutz, L.A. (1965), Effect of arrangement of reinforcement on crack width and spacing of reinforced concrete members, *ACI Journal*, **62**(11), 1395-1420.

CEB-FIP, CEB-FIP model code 1990(1991), Comité Euro International Du Béton, Paris, 87-109.
 Eurocode 2. (2004), Design of Concrete Structures Part 1-1: general Rules and Rules for Buildings, European Committee for Standardisation, Brussels.
 Eurocode 2. (2005), Design of Concrete Structures Part 2: Concrete Bridges - Design and Detailing Rules, European Committee for Standardisation, Brussels.
 Fib, (2013), Fib Model code 2010, First Complete Draft - Volume 2, Fédération Internationale Du béton, Switzerland, 137-140.
 Korea Institute of Bridge and Structural Engineers(KIBSE), (2015), Korea Highway Bridge Design Code, Construction Information Press, Seoul, 5-127-5-130 [in Korean].
 Kim, W. (2014), Limit State Design of Concrete Structures, DongHwa Technology Publishing Co., Seoul, 90-91 [in Korean].
 Kim, W., Lee, K.Y., Yeom, H.S. (2001), A study on the bonding characteristics and crack behavior of high strength concrete tension member(1)-to the center of tension stiffening effect, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers, KSCE*, **21**(5-a), 687-697 [in Korean].
 Lee, K.Y., Kim, M.J., Kim, W., Lee, H.M. (2011), Tension stiffening effect considering cover thickness in reinforced concrete tension members, *Journal of the Korea Concrete Institute*, **27**(6), [in Korean].
 Lee, M.S., Seo, T.S., No, Y.S. (2011), Experimental study on bond strength of high strength concrete flexural member under crack stabilization, *Journal of the Architectural Institute of Korea - Structure*, **27**(9), 37-44 [in Korean].
 Rizkalla, S.H., Hwang, L.S. (1986), Crack prediction for members in uniaxial tension, *ACI Journal*, **81**(6), 572-579.

고강도 콘크리트 인장부재의 인장강화효과와 균열거동

콘크리트 구조물의 사용성능을 검증하기 위하여 콘크리트와 철근의 상호 합성 작용에 대한 많은 정보가 필요한데, 균열폭 및 균열간격의 평가는 두 재료의 상호작용인 인장강화효과에 근거하여 이루어진다. 이 논문에서는 압축강도 80MPa 및 100MPa의 고강도 콘크리트에 D13 철근을 사용한 인장부재를 제작하여 직접인장실험을 진행하였다. 이를 통해 고강도 콘크리트의 인장강화 효과를 파악하였고 보통강도 콘크리트의 실험결과에 근거한 현행설계기준의 인장강화효과 평가가 부적절함을 확인하였다. 실험결과에 근거하여 고강도 콘크리트 콘크리트의 특성을 적절하게 반영할 수 있는 실험계수를 선정하였다. 또한 균열거동을 통해서 균열간격을 파악하고 이를 통해 고강도 콘크리트의 인장강화효과에 따른 철근변형률과 콘크리트 변형률 차이에 따른 균열폭을 확인하였다. 이 연구의 결과는 향후 고강도 콘크리트 부재의 인장강화 효과를 연구하는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

An Experiment on Bond-Slip
Behavior of Epoxy Coated Rebar
made by IGBT Method

ICEIM 2017
Kokushikan University, Tokyo

2018.01.

국외

An Experiment on Bond-Slip Behavior of Epoxy Coated Rebar made by IGBT Method

Kim, Jee-Sang^{1,a*}, Lee, Sang Hyun^{1,b}, Choi, Jungwook^{2,c}

¹ Department of Civil and Architectural Engineering, Seokyeong University, Seongbuk-Gu,
Seoul, Republic of Korea

² Research Center, Korea Concrete Institute, Kangnam-Gu, Seoul, Republic of Korea

^azskim@skuniv.ac.kr, ^blikesunshan@daum.net, ^cjwchoi@kci.or.kr

Keywords: Epoxy-coated reinforcement, Bond strength, IGBT Controls, Bond- slip

Abstract. Epoxy coated reinforcements have been used extensively in bridge decks and substructures to protect against corrosion brought on by de-icing salts or marine environments. They need longer development lengths because of poor bond to concrete and special treatments on sites due to vulnerability of damage during transportation, storage and bending process. A new method of pre-heating of reinforcement before coating process using an IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) control was applied to improve the bond of epoxy coating to reinforcements. In this paper, the bond-slip properties of newly developed epoxy coated bars are investigated and compared to those of black bars. The direct pull out test according to EN Standard was used with varying the diameters of reinforcements. The experimental results show that the new process is very efficient in increasing bond capacity of epoxy coated bars to concrete comparing those of traditional ones.

Introduction

There are several conventional options open to the designers when long lives of concrete structures are required or corrosion is anticipated in reinforcement concrete structures. The most important corrosion prevention measures are good design, good site practice and quality control to resist carbonation and to exclude chloride from any source. In many cases, it will provide sufficient corrosion protection for the embedded steel. However environmental effects often are beyond design control. In these circumstances, the use of corrosion protected reinforcements, such as galvanized and epoxy coated reinforcements, may be a design alternative [1]. Of all the organic coating systems available, the most common is fusion bond epoxy coating, which is able to provide long-term corrosion protection in chloride-contaminated concrete if the conditions are met to maximize the performance gains in relations to uncoated reinforcements. These chiefly include proper substrate preparation, an adequate and uniform film thickness, the absence of pores and defects in coating and careful steel fixing and concrete placing. According to previous studies [2,3,4], epoxy coating has a smoothing effect on the surface configuration of indented bars. Epoxy coating has the effect of significantly reducing bond resistance and increasing slippage between reinforcing bars and the embedding concrete in comparison to uncoated bars. The thicker the coating is, the greater is the effect. Coated bars with film thickness larger than 500 micrometer are very disadvantageous for the bond behavior, thickness smaller than 250 micrometer have comparable bond strength to, but higher slip than, uncoated bar. The thickness and uniformity of epoxy coating may be the most important factors in manufacturing the epoxy coated bars.

To improve the adhesion between reinforcement and epoxy film and uniformity of film, a new manufacturing method was developed. It changed the incidence angle of shot blasting in pre-treatment of naked bars as shown Fig.1, which can give larger surface areas to reinforcement and increase the adhesion to epoxy film. Also, the pre-heating method before fusion was change from SCR(Silicon Controlled Rectifier) to IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) Control. The equipment is shown in Fig.1 It can give a uniform temperature increase in the surface naked bars and improve the fusion of epoxy coating materials. In this paper, the bond characteristics of newly

Conclusions

In this paper, the bond characteristics of newly developed epoxy coated bars with improvement in anchorage patten and pre-heating process are examined using direct pull out test according to European Standard with varying reinforcement diameters and cover thicknesses. The conclusions obtained are as follow.

- The bond characteristics of epoxy coated reinforcements do not show distinct difference for varying diameters in this experiment.
- The minimum required cover depth should be greater than 3 times bar diameter because specimens with the cover to bar diameter ratio smaller than 2 show splitting failure.
- The newly developed epoxy coated reinforcements have the stronger bond strength required by ASTM standard with 86% of uncoated bars.
- The performance of new epoxy coated reinforcements may be improved by the developed technique and further research will be done.

Acknowledgements

This research was supported by a grant(17SCIP-C120791-02#) from Construction Technology Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

References

- [1] fib, Corrosion protection of reinforcing steels, fib, Bulletin 49, Switzerland (2009)
- [2] Choi, Oan Chul; Darwin, David; and McCabe, Steven L, Bond Strength of Epoxy-Coated reinforcement to Concrete, SM Report No.25, University of Kansas Center of Research, Lawrence(1990).
- [3] Shin, Yeong-Soo; and Choi, Oan-Chul, "Bond Properties of Epoxy Coated Bars in High Strength Concrete", Journal of the Architectural Institute of Korea, 13(1997)209-213. *(in Korean)*
- [4] Oh, Byung-Hwan; Um, Joo-Yong; and Kwon, Jee-Hun, "Bond Behavior of Epoxy Coated Reinforced Concrete", KCI Concrete Journal, 5(1993). *(in Korean)*
- [5] prEN 10080, Steel for the reinforcement of concrete – Weldable reinforcing steel – General, Annex D (2005).
- [6] ASTM Committee A01, ASTM A775/A775M-17, Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars, ASTM international, USA, (2017)
- [7] ACI Committee 408, ACI 408-R3, Bond and Development of Straight Reinforcing Bars in Tension, USA, (2003)

Authors' background

Your Name	Title*	Research Field	Personal website
Kim, Jee-Sang	Master student	Concrete materials	
Lee, Sang Hyun	Associate professor	Concrete Materials	
Choi, Jungwook	Researcher	Concrete Structures	

Bond Behavior of Epoxy Coated
Reinforcement Using Direct
Pull-Out Test and Beam-End Test

한국건설순환자원학회 논문집

Vol. 7
(No. 3)

2019.0
9.

J Rec. Const. Resources 7(3):271-278(2019)
<https://doi.org/10.14190/JRCR.2019.7.3.271>

Print ISSN : 2288-3320
Online ISSN : 2288-369X

직접인발시험과 보-단부 시험을 이용한 에폭시 도막 철근의 부착특성 Bond Behavior of Epoxy Coated Reinforcement Using Direct Pull-out Test and Beam-End Test

김지상^{1*} · 강원혁²
Jee-Sang Kim^{1*} · Won-Hyeak Kang²

(Received August 30, 2019 / Revised September 16, 2019 / Accepted September 16, 2019)

The corrosion of reinforcements embedded in concrete causes severe deterioration in reinforced concrete structures. As a countermeasure, epoxy coated reinforcements are used to prevent corrosion of reinforcements. When epoxy coated bars are used, the resistance of corrosion is excellent, but epoxy coating on the bars have a disadvantage of reduction in bond capacity comparing to that of normal bars. Therefore, it is necessary to confirm the bond performance of epoxy coated reinforcements through experimental and analytical methods. Bond behaviors of epoxy coated bars for various diameters of 13 and 19mm and thicknesses of cover concrete of 3 types(ratio of cover to bar diameter) are examined. As the diameters of the epoxy coated bars increase, the difference of bond strength between epoxy coated and uncoated bars also increases and damage patterns showed pull out failure. In addition, finite element analysis was performed based on the bond-slip relationship obtained by direct pullout test and compared with the flexural test results. It is considered that flexural member test is more useful than pullout test for simulating the behavior of actual structure.

키워드 : 에폭시 도막 철근, 부착-미끄러짐 거동, 직접인발시험, 보-단부 시험, 부착응력
Keywords : Epoxy Coated bar, Bond-Slip behaviour, Direct Pull-out Test, Beam-end Test, Bond stress

1. 서론

철근 콘크리트 구조물의 안전성 및 내구성에 심각한 영향을 미치고 있는 철근 부식 문제에 대한 대책으로 에폭시 도막철근의 사용에 대한 수요가 증대되고 있다(Choi 1990; Oh et al. 1992; Choi et al. 1994). 에폭시 도막철근을 사용하는 경우 철근 부식에 대한 저항성능은 우수하나 철근에 에폭시 도막을 씌움으로써 콘크리트와의 부착력이 일반철근에 대비하여 감소하는 단점이 있다. 따라서 부착성능에 대한 실험적 및 해석적인 확인이 필요하여 이에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 대표적인 실험 방법으로는 ACI 408R에 의하면 휨 부재를 통하여 부착거동을 연구할 수 있는 보-단부 test와 직접인발을 통해 부착 특성을 분석하는 Pullout test 등이 있다(Jung 2003).

기존 연구들은 대부분 직접인발시험을 근거로 철근과 콘크리트 사이의 부착특성을 검토하였다. 직접인발시험은 보와 기둥 또는 슬래브와 보의 접합부분에 부착특성을 검토할 경우 적합하지만, 슬래브, 보와 같이 휨 부재의 균열과 균열사이의 부착특성을 검토할 때는 직접인발시험보다는 휨 인장 부착 테스트가 적합한 실험 방법이라 할 수 있다. 직접인발시험의 부착응력은 휨 인장 부착 시험보다 높게 평가하는 경향이 있는 것으로 보고되고 있다(ACI 408R-03).

Lee(2018)는 콘크리트의 압축강도 및 부착길이 등을 변수로 하여 Euro code2의 RILEM시험법을 바탕으로 직접 인발 시험을 수행하였다. 실험 결과로부터 에폭시 도막에 따른 철근의 부착 특성에 대한 영향을 파악하였고, 현행설계기준의 정착 길이에 관한 식과 비교함으로써 사용성을 검토하여 현행설계기준의 정착길이 보

* Corresponding author E-mail: zskim@skuniv.ac.kr

¹서경대학교 토목공학과 교수 (Department of Civil Engineering, Seokyeong University, Seoul, 02713, Korea)

²서경대학교 도시기반방재안전공학과 석사과정 (Department of Urban Infrastructure and Disaster Prevention Engineering, Seokyeong University, Seoul, 02713, Korea)

coated reinforcements for various compressive strength of concrete using direct pull-out test," 6th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2018), 180-184.

직접인발시험과 보-단부 시험을 이용한 에폭시 도막 철근의 부착특성

철근 콘크리트 구조물에서 철근의 부식은 내구성 문제를 발생시키고 있으며, 이에 대한 대책의 하나로 에폭시 도막철근이 사용되고 있다. 그러나 에폭시 도막철근을 사용하는 경우 철근 부식에 대한 저항성능은 우수하나 철근에 에폭시 도막을 함으로써 콘크리트와의 부착력이 일반철근에 비하여 감소하는 단점이 있다. 따라서 부착성능에 대한 실험적인 확인이 필요하여 ACI 408R에서 제시하는 대표적인 실험 방법인 휨 부재를 통하여 부착거동을 연구할 수 있는 보-단부 test와 직접인발을 통해 부착 특성을 분석하는 Pullout test를 통하여 부착성능을 평가하였다. 에폭시 도막 철근의 부착실험은 휨 부재실험과 직접인발 실험 모두 지름 13, 19mm의 철근에 대한 콘크리트 도막두께를 철근 지름의 3배로 하여 수행되었다. 실험 결과 에폭시 도막철근의 부착강도는 철근의 지름이 증가할수록 에폭시 도막 철근과 일반철근의 부착강도차이가 증가하였고 파괴 형상은 모두 휨형 파괴를 나타내었다. 또한, 직접인발시험으로 구한 부착-미끌림 관계에 근거하여 유한요소해석을 수행하고, 휨 실험결과와 비교하였다. 부착성능을 평가하는 방법으로 실제 구조물에 거동을 모사를 위해서 직접인발시험보다 휨 부재시험이 보다 유용한 것으로 사료된다.

An Improvement of Quality
Standard and Construction Quality
Control for
Field Application of Epoxy-Coated
Reinforcing Bars

한국건설순환자원학회 논문집

Vol. 6
(No. 3) 2018.0
9.

J Rec Const Resources 6(3)190-198(2018)

<https://doi.org/10.14190/JRCR.2018.6.3.190>

Print ISSN : 2288-3320

Online ISSN : 2288-369X

에폭시 피복철근 현장적용을 위한 품질 기준 및 시공품질관리 개선에 관한 연구
An Improvement of Quality Standard and Construction Quality Control for
Field Application of Epoxy-Coated Reinforcing Bars

정찬구¹ · 정희영² · 김지상^{3*} · 심성표⁴ · 심진아⁵
Chan-Gu Jung¹ · Hee-Young Jung² · Jee-Sang Kim³ · Sung-Pho Shim⁴ · Jin-Ah Shim⁵

(Received September 9, 2018 / Revised September 21, 2018 / Accepted September 21, 2018)

The Epoxy-coated Reinforcing bars have been proved to be able to extend a durability life because of its excellent corrosion resistance in bridges and structures under marine and severe environments. The usage of epoxy-coated reinforcement is continuously increasing in developed countries such as the US and Japan. However, domestic use is extremely limited due to lack of research and development, poor production facilities, low quality, increase of initial costs, and difficulty of field management. This study suggests the improvement of construction quality management such as manufacturing, transportation and construction for the field application through the test construction of the proven product in the related test results of the epoxy coated steel bars produced in the recently improved manufacturing facility.

키워드 : 에폭시 피복철근, 품질기준, 시공품질관리, 현장적용

Keywords : Epoxy-coated reinforcing steel bar(ECB), Quality standard, Construction quality Control, Field application

1. 서론

에폭시 피복철근은 국내에서는 서해대교 및 광안대교 등에 적용하였으나 그 이후 제한적으로 사용하고 있다. 그러나, 미국은 1973년(FHWA 2012), 일본은 1981년에 에폭시 철근을 처음 적용한 이래 꾸준히 증가하고 있다(Kim and Youn 2013). Fig.1에 보인 것처럼 미국 철근콘크리트협회 기준(CRS 2017)에 의하면 20개주에 34개 에폭시 피복 제조 공장이 있고 EIG 보고서(EIG 2011)는 해상 교량, 재설영해 지역 교량, CRCP콘크리트 포장, 주차 빌딩 및 건축물 등 다양한 적용 사례를 보여주고 있다.

에폭시 피복철근은 무도막 일반철근과 달리 현장에서 공장으로 운반해서 제조공정에 의한 에폭시 피복의 추가비용이 발생하고 현장에서 철근 가공 및 조립, 콘크리트 타설 등의 각 단계별 품질관

리를 요하는 기준이 있어 이에 대한 관련 시방서를 준수하여야 한다. 그러나, EIG 보고서(EIG 2012)에 의하면 에폭시 피복철근은 철근 부식이 방지되어 유지비용이 절감되므로 생애주기 측면에서의 경제성이 우수한 장점이 있다. 이 연구에서는 에폭시 피복철근의 제조에서부터 시공 전 과정까지의 국내 및 외국기준과의 비교 및 실험을 통하여 그 적용성을 검증하고 이를 바탕으로 개선된 현장적용시 품질기준 및 시공관리 방안을 제시하였다.



Fig. 1. Bridge, CRCP pavement and 34 plants of 20 states regarding usage of ECB in USA

* Corresponding author E-mail: zskim@skuniv.ac.kr

¹서울시립대학교 토목공학과 박사과정 (Department of Civil Engineering, Seoul University, Seoul, 02713, Korea)

²서울시립대학교 토목공학과 교수 (Department of Civil Engineering, Seoul University, Seoul, 02713, Korea)

³서경대학교 토목공학과 교수 (Department of Civil Engineering, Seokyeong University, Seoul, 02713, Korea)

⁴에코바 회장 (EcoBar Ltd., Gangwon-do, 25209, Korea)

⁵(주)평화엔지니어링 시설안전부 부장 (Department of Infrastructure Safety, Pyunghwa Engineering Consultants Ltd., Kyonggi-do, 14056, Korea)

Copyright © 2018 by Korean Recycled Construction Resources Institute

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

- <http://epoxyinterestgroup.org/index.cfm/publications>
- BIG, (2012), Epoxy-Coated Reinforcing Steel in Bridge, Building and Parking Garage www.epoxyinterestgroup.org
- FHWA, (2012), FHWA LTBP (Long Term Bridge Practices for Reinforcing Bars, FHWA Publication No.: FHWA-HRT-16 Performance) Summary-National Changes in Bridge.
- KC, (2012), Design Standard for Structural Concrete and Commentary [in Korean].
- KSA, (1995) KS D 3629 [in Korean].
- Kim, J.S., Lee, S.H., Choi, J.W. (2018), An experiment on bond-slip behavior of epoxy coated rebar made by IGBT method, Defect and Diffusion Forum, **382**, 241-245.
- Kim, Y.J., Youn, S.J. (2013), Use of epoxy coated reinforcing steel bars for anti-salt injury, Journal of Korean Society for Advanced Composite Structures, **4(2)** [in Korean].
- Lee, S.H. (2018), Quality Assessment and Bond Characteristics of Epoxy Coated Reinforcements, Master's Thesis, Seokyeong University [in Korean].
- MOUT, (2016), Standard Specification for Concrete Construction [in Korean].

에폭시 피복철근 현장적용을 위한 품질 기준 및 시공품질관리 개선에 관한 연구

에폭시 피복철근은 해양 및 가혹한 환경에서 철근방식 성능이 우수하여 내구수명을 연장하는 것이 가능함이 입증되어 미국 및 일본등의 선진국에서는 에폭시 피복철근의 사용이 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 국내는 연구개발 부족, 낙후된 생산설비, 품질불량, 초기비용 증가, 현장 취급 및 관리 어려움등의 이유 때문에 아주 제한적으로 사용하고 있다. 이 연구는 최근에 개선된 제조공장에서 생산된 에폭시 피복철근의 관련 시험에 의해 증명된 제품의 시험시공을 통하여 현장 적용을 위한 제조, 운반 및 시공등의 시공품질관리의 개선방안을 제안하였다.