海洋 콘크리트 構造物에서 에폭시 도막鐵筋의 附着성능에 관한 硏究

An Experimental Study for the Bond Performance of the Epoxy-coated Reinforcement in Marine Concrete Structures

조병완* 유태호**
Jo, Byung-Wan Yu, Tae-Ho

Abstract

In recent years, Plenty of problems in the large-scaled bridges, piers··· have been reported to the public due to the severe environment factors. The use of Epoxy-Coated reinforcement against salt and sulfate corrosion is considered as a reasonable solution and tested to study the bond performance between the thickness of coating and bond stresses. The results are that the strength of bond was decreased by 10 to 13 percent in the case of 100㎛ of coating thickness and by 15 to 25 percent in the case of 200㎛ to 300㎛ and significantly fell down when the thickness was above 300㎛.

Accordingly, a 200㎛ coating-thickness to the reinforcement is suggested to maintain the acceptable bond mechanism and goes well with the ASTM(item NO.A775) and those of Korean Concrete Institute.

1. 序 論

80년대 이후 급속한 경제성장은 사회간접자본시설의 대규모 확충을 가져왔으며, 이로인해 과거에 건설되었던 일반적인 구조물이외도 특수한 환경조건 및 지역에서 시행되는 구조물이 많아지고 있다. 특히 해안 및 해양지역에서 구조물 건설급증은 최근의 하천 골재고갈로 바다모래이용과 함께 철근부식의 심각한 문제로 대두되고 있다.

따라서 철근부식 방지를 위해 그간 여러 연구가 진행되어 왔으며 이중 국내에서 비교적 많은 연구실

* 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 부교수, 공학박사
** 한국도로공사 신공항건설지원팀

적이 축적된 방안으로는 콘크리트 배합시 방청제나 플라이애쉬 등을 첨가하여 콘크리트 제품자체를 밀실화를 이루는 방안과 철근 콘크리트 구조체내 철근자체에 직접방청 능력을 배가시키기 위해 아연도금, 수지도료, 내염성 철근제작을 하는 방안을 들수 있겠으나, 이 중 후자의 방안으로 에폭시 수지도막 철근이 콘크리트 밀실화를 통한 방청처리와 철근자체에 내염처리를 위한 도금처리의 방청성능과 비교한 결과 일정기간까지 상기 처리방안의 방청성능은 모두 비슷하게 나타나지만 일정기간 이상일 경우 에폭시 도막철근의 성능이 더 효과적이라는 결과가 나왔다.

다만 에폭시 도막철근의 경우 철근에 에폭시를 도막하므로써 철근 콘크리트내에서 부착력이 저하되며, 시공시 에폭시 도막철근의 국부적인 손상에 따른 부식발생이 사용상 문제점으로 제기되나, 일정규정내 부착강도를 발현할 수 있는 에폭시 도막두께를 실험에 의해 규명하고, 현장내 엄격한 품질 및 시공관리를 시행할 경우 그 사용성은 양호한 것으로 나타난다.

2. 本 論

2.1 에폭시 도막철근의 부착

에폭시 도막에 따른 철근과 콘크리트간 부착강도 저하의 주된 요인은 두 재료가 매끄럽고 불투수성인 에폭시 재료로 인해 그 접착력이 심각히 떨어지는데 있다. 즉, 철근에 대한 에폭시 도막은 철근과 콘크리트간의 접착력을 상당히 또는 완전히 소멸시키며, 이는 에폭시를 도막하지 않은 철근과 콘크리트간의 접착성능을 살펴보면 쉽게 나타난다.

즉, 콘크리트와 철근의 부착성능은 거의 전부 철근에 면한 주위 콘크리트의 지압력에 의해서 결정되며 철근의 리브가 주위 콘크리트를 누르게 되면 지압면에 면한 콘크리트(concrete key)는 리브의 형상을 따라 미끄러지는 현상을 나타내게 되고 콘크리트의 쪼갬파괴는 주로 이에 의해 유발되며, 보통상태의 철근 표면은 콘크리트의 부분적인 미끄러짐을 어느 정도 억제하는 마찰력을 가지게 되고, 이러한 마찰력은 리브면에 있어서 직각방향으로 작용하는 부착요소에 더해지게 된다. 반면 에폭시 도막으로 인해 이러한 마찰력이 완전히 소멸할 경우 부착강도는 오직 리브에 면한 콘크리트의 지압응력에만 의존하게 되고 콘크리트의 미끄러짐을 억제하는 요소가 그만큼 줄어지는 효과를 가지게 되는 것이다.

2.2 시편제작

실험에서 주된 목적은 철근 리브형상 및 간격, 묻힌길이, 에폭시 도막여 부 및 에폭시 도막두께가 철근 부착력 변화에 어떤 영향을 가져오는가를 실험에 의해 규명하고자 하며, 본 실험에 사용된 시료는 아래 표 1과 같다.

표 1 시편제작 현황

구 분	제 작 현 황	비 고
회 사 별	A, B, C (3개사)	시험갯수는 각 규격별 : 3개
도막두께	0, 100, 200, 300, 500 (5종)	
규 격	Φ16㎜, Φ19㎜ (2종)	

2.3 에폭시 도막두께 측정

본 실험에 앞서 에폭시 철근의 도막두께 체크는 무엇보다도 중요하며, 이는 도막두께가 두꺼울 경우 콘크리트의 부착성능이 떨어지고, 얇은 경우 내부식성이 저하된다. 따라서, 실험재료의 정확한 도막두께 측정은 에폭시 도막철근의 마디마디사이를 일정한 간격으로 3회이상 측정하여 표 2와 같이 평균값을 택하였다.

표 2 도막두께 측정현황

구 분		도 막 두 께				비 고
		100	200	300	500	
A 사	Φ16㎜	116	341	409	464	
	Φ19㎜	90	404	454	730	
B 사	Φ16㎜	113	263	416	677	
	Φ19㎜	107	343	430	731	
C 사	Φ16㎜	111	212	358	636	
	Φ19㎜	89	209	316	768	

2.4 부착강도 시험

부착강도를 얻기위한 시험방법에는 보형시험법, 양단인발시험법, 일단인발시험법 등이 있는데 본 실험에서는 일단인발시험법을 택하였다. 일단인발시험법은 콘크리트 공시체에 철근을 묻고 이를 한방향으로 Jaw에 의해 잡아당겨 인발력과 철근미끄럼 사이의 관계를 조사해 부착성능의 우열을 판정하려는 것이다.

이 실험은 철근의 부착성능중 특히 정착력을 조사하는데 적합한 시험법으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서는 이 실험법을 토대로 시험하였는데 그 실험은 Φ16, Φ19㎜ 철근을 30㎝매입시키고 70㎝

표 3 에폭시 도막두께에 따른 부착강도 시험결과

구 분		뽑힘 파괴 하중 (kg)					부착강도 비율(%)					비고
		0	100㎛	200㎛	300㎛	500㎛	0	100㎛	200㎛	300㎛	500㎛	
A사	Φ16㎜	13,665	12,525	11,200	10,580	8,650	100	92	82	77	63	
	Φ19㎜	20,345	18,585	16,285	13,425	9,525	900	91	80	66	47	
B사	Φ16㎜	10,615	10,445	10,030	7,670	4,350	100	98	94	72	41	
	Φ19㎜	17,390	15,075	13,455	13,255	8,260	100	87	77	76	47	
C사	Φ16㎜	14,020	13,590	12,505	10,205	7,705	100	97	89	73	55	
	Φ19㎜	18,755	16,740	16,595	13,920	9,430	100	89	88	74	50	

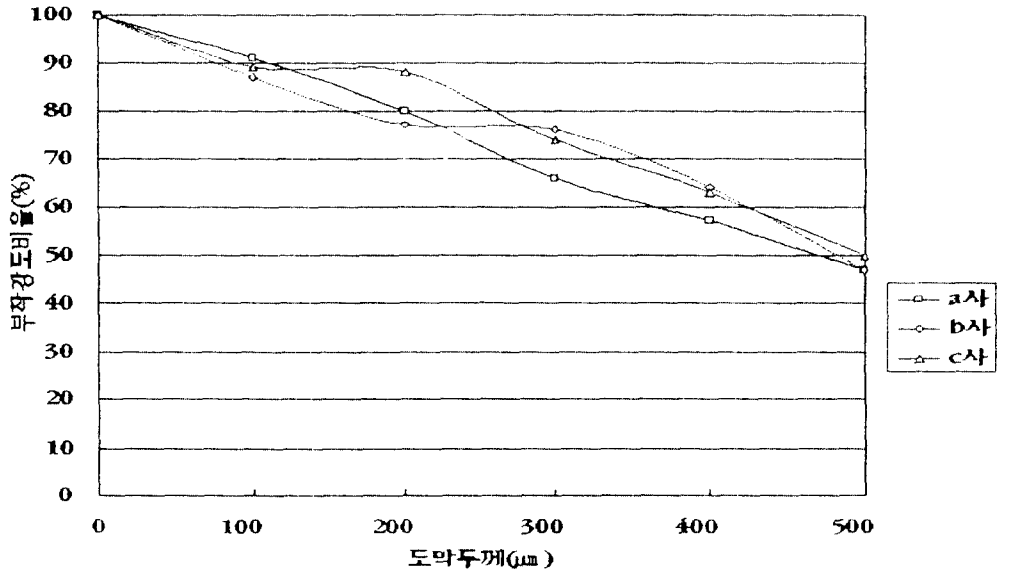

그림 1 에폭시 도막두께에 따른 부착강도 비율(Φ19㎜)

노출시켜 일정기간 양생을 거친 압축강도용 Φ15cm×Φ30cm의 원통형 몰드를 만능시험기의 Jaw에 물어 인장할 때의 시험결과는 표 3, 그림 1과 같았다.

3. 結 論

80년대 이후 급속한 경제성장은 사회간접자본시설의 대규모 확충을 가져왔으며, 이로 인해 과거에 주로 건설되었던 일반적인 구조물과 특수한 여건 및 지역에서 시행되는 구조물이 많아지고 있다. 특히 해안 및 해양지역에서 구조물 건설급증은 최근의 하천 골재고갈로 바다모래 이용과 함께 철근부식의 심각한 문제로 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 특수여건하에서 철근부식방지를 확보하기 위해 철근에 에폭시를 도막할 경우 철근 콘크리트 구조체내에서 부착성능을 규명하여 실제 현장활용을 위한 자료를 제시하는데 주안점을 두었다. 본 연구 결과 얻어진 주요 결론은 다음과 같다.

1. 에폭시 도막철근의 부착특성을 실험적으로 규명한 결과 에폭시 도막두께의 변화에 따라 부착강도가 변화하며, 도막두께가 100㎛의 경우에는 부착강도가 10~13%정도 감소하는 것으로 나타났다.
2. 에폭시 도막철근의 도막두께가 200㎛~300㎛이내일 경우 미도막 철근과 부착강도를 비교한 결과 15~25%저하했다.
3. 에폭시 도막철근의 도막두께가 300㎛이상일때는 급격히 부착강도가 감소하였으며, 도막두께가 500㎛일 경우 부착력은 미도막 철근과 비교하여 40~50%정도 감소된다.
4. 따라서 한국콘크리트학회의 에폭시 도막철근 콘크리트의 설계 및 시공지침과 ASTM A.775에서

규정한 에폭시 도막철근의 부착력이 미도막 철근의 부착력에 80%이상을 유지하기 위한 도막두께는 200㎛이하임을 알 수 있었다.

5. 다만 에폭시 도막철근의 도막두께는 균일하고 돌기가 없으며 이물질이 붙어있지 않아야 하며, 철근을 공장에서 현장으로 부리고 묶음을 풀 때에는 도막부위가 손상이 입지 않도록 주의하여야 한다.
6. 이상과 같은 결과로 볼 때 에폭시 도막철근의 도막두께는 200㎛이내를 유지해 주는 것이 콘크리트 부착성능 발휘에 필수적인 것으로 나타났다.

● 참고문헌 ●

1. 오병환, "철근콘크리트부재의 부착거동에 관한 해석 모델", 콘크리트 학회지, 제3권 2호, 1991.6월, pp.77~86.
2. 서울대학교 공학연구소, 조광페인트(주) 기술연구소 에폭시 도막철근의 내부식성능 및 연구, 1993
3. Chung, H.W., "Epoxy Repair of Bond in Reinforced Concrete Members", ACI Journal, Vol.78, Jan-Feb., 1981, pp.79~85.