

해사를 사용한 콘크리트의 내부식 성능에 관한 실험적 연구

(An Experimental Study on Corrosion Resistance of Concrete Using Sea Sand)

배 수 호* 윤 상 대** 신 의 군*** 박 광 수****
Bae, Su Ho Youn, Sang Dai Shin, Eui Kyoun Park, Kwang Su

ABSTRACT

Due to the recent shortage of river sand resulting from a rapid growth of concrete construction, sea sand is increasingly used in stead. It is, however, well noted that non-washed sea sand used in reinforced concrete causes to corrode reinforcing steel and to incur cracks in concrete, and thus eventually result in damage to concrete.

In this study, therefore, measeres that increase the quality of concrete were used to protect the reinforcing steel against corrosion in reinforced concrete construction, and then the corrosion resistance of reinforcing steel compared and analyzed from low quality concrete to high quality concrete. .

1. 서론

국내 건설경기의 비약적인 신장으로 인한 하천사의 고갈로 그 공급량이 대량 부족함에 따라 콘크리트용 대체골재로서 해사의 사용이 매년 급증하고 있다.

그러나 해사는 함유된 염화물로 인하여 그것을 세척하지 않고 그대로 콘크리트에 사용할 경우 콘크리트중의 철근부식 촉진 및 그로 인한 콘크리트의 균열발생 등 조기노후화현상으로 콘크리트 내구성에 많은 문제점을 유발할 수가 있다.

이같은 해사를 사용한 콘크리트중의 철근의 부식을 제어하기 위한 근본적인 방법은 해사를 세척하여 염분함량을 부식 허용한도 이하로 줄이는 것인데, 그에 따른 설비 설치 및 대량의 물 사용 문제로 실제로는 잘 이루어지고 있지 않은 실정이다.

그 다음으로 콘크리트 피복두께를 증가시키는 방법이 있는데, 콘크리트의 품질이 다르지 않은 피복두께만의 증가는 중성화 방지나 동결융해저항성 등 내구성 측면이 고려되지 않기 때문에 적절한 방법은 아닌 것으로 판단된다.

또한, 콘크리트용 혼화제로 방청제를 투입하여 염분에 의한 철근의 부식 허용한도를 완화시키는 방법이 있으나, 이것도 부분적인 해결책 밖에는 될 수 없으므로 결국, 콘크리트 조직의 치밀화를 도모하여 외부로부터의 수분 및 산소의 침입을 억제시키는 것이 가장 근본적인 방법이라고 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 해사를 사용한 콘크리트중의 철근의 부식을 콘크리트의 고품질화에 의한 방법으로 제어하기 위하여 저품질 콘크리트로부터 고품질 콘크리트까지 철근의 내부식 성능을 검토후, 해사사용법에 관한 자료를 제시코자 한다.

2. 시험 개요

2.1 사용재료
2.1.1 시멘트

*농어촌진흥공사 농공기술연구소 연구원
(중앙대학교 대학원 박사과정)
**농어촌진흥공사 농공기술연구소 수석연구원
(토목시공, 농어업토목 기술사)
***농어촌진흥공사 농공기술연구소 책임연구원
****농어촌진흥공사 농공기술연구소 책임연구원
(농학박사)

시멘트는 시중에서 구입한 보봉 포블랜드 시멘트(A사 제품)를 사용하였으며 그 물리적 성질은 표.1과 같다.

표.1 시멘트의 물리적 성질

비중	응결시간		분말도 (cm ² /g)	압축강도(kg/cm ²)		
	초결(min)	종결(hr)		σ_3	σ_7	σ_{28}
3.12	209	5.5	4,037	158	251	287

2.1.2 철근

콘크리트 공시체중의 철근부식촉진시험을 위한 철근시료는 D13 이형 및 원형철근(마봉강)으로서 그 물리적 성질은 표.2와 같다.

표.2 철근의 물리적 성질

철근종류	철근호칭	항복점 (kg/mm ²)	극한강도 (kg/mm ²)	연신율 (%)
이형	D13	39.0	59.4	20.4
원형(마봉강)	D13	-	57.8	10.6

2.1.3 골재

본 시험에 사용된 골재는 남한강산(경기 여주군)으로서 그 물리적 성질은 표.3 및 표.4와 같다.

표.3 잔골재의 물리적 성질

시료종류	항목	비중	흡수율 (%)	단위용적량 (t/m ³)	200번체 통과량 (%)	조립률
해사	당진	2.62	0.7	1.636	0.5	2.78
	해남	2.59	1.2	1.638	0.4	2.70

표.4 굵은 골재의 물리적 성질

굵은골재 최대치수 (mm)	비중	흡수율 (%)	단위용적량 (t/m ³)	조립률	마모율 (%)
19	2.66	1.0	1.727	6.92	23.8

2.1.4 혼화제

본 시험에 사용된 혼화제는 고강도 콘크리트용으로 사용되고 있는 나프탈렌계인 고성능 감수제(표준형, K사)로서 이들의 품질 특성은 표.5와 같다.

표.5 화학적 혼화제의 품질 특성

비중	pH	표준사용량(%) (시멘트중량비)	비고
1.21	8	0.2~2.0	역상

2.2 공시체제작

2.2.1 콘크리트

콘크리트의 압축강도는 품질 평가의 가장 중요한 요소중의 하나로, 해사를 사용한 콘크리트중의 철근의 부식분해를 콘크리트 자체의 품질 향상에 의한 방법으로 제어하기 위하여 철근부식촉진시험에 사용된 배합과 동일하게 하여 공시체를 제작하였다.

콘크리트 공시체($\phi 10 \times 20\text{cm}$)는 KS F 2403(시험실에서 콘크리트의 압축 및 휨강도 시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법)에 의하여 제작하였으며, 성형후 24시간 경과하여 몰드를 제거하고 시험전까지 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 온도로 습윤양생하였다.

표.6~표.8은 각 시료별 콘크리트의 배합표를 나타낸 것이다.

표.6 콘크리트의 배합표(하천사)

Gmax (mm)	Slump (Flow) (mm)	W/C (%)	S/a (%)	단위량(t/m ³)				
				W	C	S	G	S.P
19	19.7 (38)	62	39	186	300	754	1,103	4.50
19	20.2 (39)	47.6	39	167	350	738	1,128	5.25
19	19.5 (42)	38.9	39	156	400	720	1,133	6.00
19	21.5 (42)	35	39	159	450	702	1,101	6.75
19	21.0 (51)	32.8	39	164	500	684	1,064	7.50
19	20.9 (44)	31.3	39	172	550	666	1,018	8.25
19	20.6 (51)	28.7	39	172	600	650	991	9.00
19	20.5 (51)	27.3	39	177	650	635	952	9.75
19	19.0 (45)	26.2	39	183	700	619	909	10.5

표.7 콘크리트의 배합표(당진해사)

Gmax (mm)	Slump (Flow) (mm)	W/C (%)	S/a (%)	단위량(t/m ³)				
				W	C	S	G	S.P
19	17.2 (41)	51.9	39	156	300	718	1,226	4.50
19	20.2 (45)	44.4	39	156	350	723	1,178	5.25
19	22.5 (50)	36.1	39	144	400	718	1,173	6.00
19	22.4 (51)	32.8	39	148	450	697	1,141	6.75
19	22.3 (51)	31.4	39	157	500	676	1,096	7.50
19	21.7 (52)	29.8	39	164	550	653	1,058	8.25
19	21.6 (51)	29.2	39	175	600	634	1,006	9.00
19	21.8 (50)	27.8	39	181	650	613	968	9.75
19	21.2 (52)	27.1	39	190	700	592	923	10.5

표.8 콘크리트의 배합표(해남해사)

Gmax (㎜)	Slump (Flow) (㎝)	W/C (%)	S/a (%)	단 위 량 (㎏/㎥)				
				W	C	S	G	S.P
19	17.0 (22)	51.9	39	156	300	712	1,226	4.50
19	18.4 (38)	44.1	39	156	350	717	1,178	5.25
19	21.5 (39)	36.8	39	147	400	712	1,165	6.00
19	25.5 (52)	32.8	39	148	450	692	1,141	6.75
19	23.7 (50)	31.1	39	156	500	671	1,098	7.50
19	25.7 (55)	29.8	39	164	550	648	1,058	8.25
19	22.3 (57)	28.7	39	172	600	629	1,013	9.00
19	26.3 (54)	27.9	39	181	650	609	968	9.75
19	25.5 (45)	27.1	39	190	700	588	923	10.5

2.2.2 철근 콘크리트

표.9 철근부식촉진시험용 공시체의 제작조건(혼화제 무사용)

용시번호 비 (%)	염 분 (%)			습 함 프 (cm)			비 고
	하천모래 (여주)	바닷모래 (대전)	바닷모래 (해남)	하천모래 (여주)	바닷모래 (대전)	바닷모래 (해남)	
45	0	0.150	0.114	3.0	3.2	3.5	
		0.072	0.052	"	"	"	
		0.021	0.016	"	"	"	
55	0	0.150	0.114	8.6	8.5	8.2	
		0.072	0.052	"	"	"	
		0.072	0.052	"	"	"	
65	0	0.150	0.114	11.5	11.3	11.3	
		0.072	0.052	"	"	"	
		0.021	0.016	"	"	"	

표.10 철근부식촉진시험용 공시체의 제작조건(혼화제 사용)

하천사 여주	바닷사 대전	바닷사 해남	단 위 시멘트량 (㎏/㎥)	용 시 멘 트 비 (%)			습 함 프 (cm)							
				하천사 여주	바닷사 대전	바닷사 해남	하천사 여주	바닷사 대전	바닷사 해남					
				0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	300	62.0	51.9
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	350	47.6	44.4	44.4	20.5	20.2	18.8
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	400	38.9	36.1	36.8	21.9	22.6	21.5
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	450	35.0	32.8	32.8	22.0	22.6	25.5
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	500	32.8	31.4	31.1	23.7	23.8	23.7
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	550	31.3	29.8	29.8	23.9	25.7	25.7
0	0.115	0.150	0.077	0.104	0.022	0.065	0.013	600	28.7	29.2	29.2	25.0	25.6	25.9

해사의 염분함량이 콘크리트의 품질에 따른 철근부식에 미치는 영향을 파악키 위하여 저품질 콘크리트로부터 고품질 콘크리트로 하여 지 또한, 해사의 씻기전 시료부터 염분 함량에 따라 철근 콘크리트 공시체를 제작 하였다.

한편, 기존 콘크리트로서 하천사에 대해서도 이들과 동일조건으로 철근 콘크리트 공시체를 제작하였다.

표.9 및 표.10은 혼화제 사용 유무별 콘크리트중의 철근부식촉진시험용 공시체의 제작조건을 나타낸 것이다.

2.3 시험방법

2.3.1 씻기시험

해사의 염분함량별 철근 콘크리트 공시체를 제작하여 해사의 염분함량이 콘크리트의 품질에 따른 철근부식에 미치는 영향을 파악키 위하여 씻기시험을 하였는데, 그 방법은 콘크리트 비빔용 므서에 해사 시료 50kg과 수도물('92제취시료: 20ℓ, '93제취 시료: 7.5ℓ)을 함께 넣고 1분간 회전시킨 후 200번 채로 수세하였으며, 씻기횟수는 0~6회까지로서 각 횟수별로 KS F 2515(굴재중의 염화물 함유량 시험 방법)에 의하여 0.1N 질산은용액을 사용, 해사중의 염분함량을 측정하였다.

표.11은 해사의 씻기횟수별 염분함량을 나타낸 것이다.

표.11 해사의 씻기횟수별 염분함량(%)

시료종류	씻기횟수별 염분함량(%)							비 고
	0회	1회	2회	3회	4회	5회	6회	
당간	0.150	0.072	0.034	0.021	0.015	0.015	-	'92제취시료
	0.115	0.077	0.043	0.035	0.030	0.022	0.013	'93제취시료
해남	0.114	0.052	0.032	0.016	0.011	0.007	-	'92제취시료
	0.150	0.104	0.065	0.047	0.033	0.029	0.013	'93제취시료

2.3.2 압축강도 시험

콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험 방법)에 따라 하천사 및 해사 콘크리트의 공시체에 대하여 각 재령별(σ3, σ7, σ28)로 하였다.

2.3.3 철근부식촉진시험

콘크리트중의 철근부식촉진시험은 KS F 2561(철근 콘크리트용 방청제)의 부속서 2『콘크리트중의 철근부식촉진시험 방법』에 준하여 공시체를 28일 습윤양생을 시킨 후, 표.12와 같은 촉진시험 주기에 따라 35주기(3개월)경과후 공시체를 파괴하여 철근 부식 상태를 측정하였다.

표.12 공시체의 촉진시험 주기

시험 조건	기준기 안에 공시체를 넣음(180°C)	자연건조(20°C)	수중침지(10°C)	자연건조(20°C)	비 고
시험 시간	12시간	12시간	24시간	12시간	촉진시험 주기: 60시간

3. 결과분석 및 고찰

3.1 해사 콘크리트의 시멘트-물비와 압축 강도의 관계

해사를 사용한 콘크리트중의 철근의 부식 문제를 콘크리트 자체의 품질 향상에 의한 방법으로 제어하기 위해서는 단위시멘트량을 증가시켜 물-시멘트비를 감소시켜야 하고, 이에 따라 시공성 저하가 문제로 대두되는데, 이것은 고성능 감수제를 사용함으로써 오히려 시공성을 대폭 개선할 수 있다. 이 방법에 의하면 결국, 시공성이 확보되면서 콘크리트의 압축강도가 증가하기 때문에 이 압축강도를 콘크리트의 품질 평가의 중요한 요소로 표현할 수 있는 바, 철근부식 촉진시험에 사용된 콘크리트 배합비에 대하여 압축강도 특성을 분석하였다. 그림.1은 하천사, 해사를 사용한 콘크리트의 시멘트-물비와 압축강도와의 관계를 나타낸 것이다.

즉, 제령 28일의 압축강도를 기준으로 한 경우, 기준골재로서 하천사를 사용한 콘크리트는 시멘트-물비와 압축강도와의 관계가 시멘트-물비 2.86(W/C=35%)까지 완만한 직선을 나타내다가 그 이후로 시멘트-물비 3.66(W/C=27.3%)까지 급격한 직선을 보이다가 감소하는 경향을 나타낸다. 즉, 시멘트-물비 2.86(W/C=35%)을 경계로 하는 2개의 절선으로 되며 물-시멘트비 27.3%(C=650kg/m³)에서 최대 압축강도(621kg/cm²)가 발현되었다.

당진해사 및 해남해사 시료의 경우도 하천사 시료의 경우와 동일한 경향을 나타내는데, 전자는 시멘트-물비 2.77(W/C=36.1%)을 경계로 하는 2개의 절선으로 되며, 물-시멘트비 29.2%(C=600kg/m³)에서 최대 압축강도(619kg/cm²)가 발현되었고, 후자는 시멘트-물비 3.22(W/C=31.1%)를 경계로 하는 2개의 절선으로 되며, 물-시멘트비 28.7%(C=600kg/m³)에서 최대 압축강도(583kg/cm²)가 발현되었다.

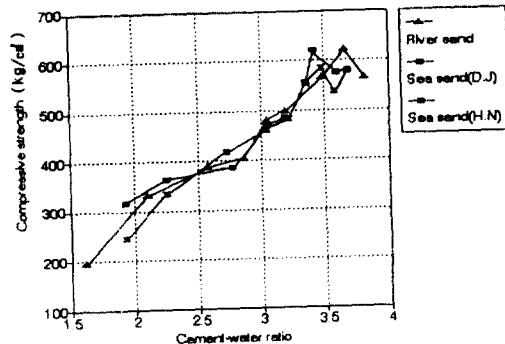


그림.1 시멘트-물비와 압축강도와의 관계 (하천사, 해사)

따라서 시공성을 고려하였을 때, 동일한 양의 시멘트를 사용한 경우에도 각 골재별로 물-시멘트비가 다르고, 또한 강도발현 형태도 골재별로 다르게 됨을 알 수 있다. 즉, 본 시험에 사용된 골재의 최대 압축강도를 발현시키는 물-시멘트비는 하천사 콘크리트가 27.3%(C=650kg/m³), 당진해사 및 해남해사의 경우가 각각 29.2%(C=600kg/m³), 28.7%(C=600kg/m³)로 나타났다.

본 시험에서 혼화제를 사용하지 않고 일반적인 재료와 고성능 감수제의 사용만으로 최대 압축강도(583~621kg/cm²)를 발현시키는 단위시멘트량의 한계치는 600~650kg/m³으로 나타났다.

3.2 해사의 염분함량이 콘크리트의 품질에 따른 철근부식에 미치는 영향

3.2.1 보통 콘크리트(혼화제 무사용)

그림.2는 해사의 염분함량과 콘크리트중의 철근부식 면적률과의 관계를 나타낸 것으로, 당진시료와 해남시료 각각의 시험결과를 조합한 것이다.

이들 관계는 일반적으로 염분함량에 따라서 철근부식 면적률이 변화하지만 콘크리트의 품질(물-시멘트비)에 따라서도 철근부식률이 크게 변하는 것을 알 수 있다.

예를 들면, 물-시멘트비가 55%, 65%인 경우는 염분함량 0.05% 이상부터 부식이 발생하지만 물-시멘트비가 45%인 경우는 염분함량 0.07%까지 전혀 부식이 발생되지 않았고, 또한 부식면적률도 물-시멘트비가 작은 경우는 감소되는 것을 알 수 있다.

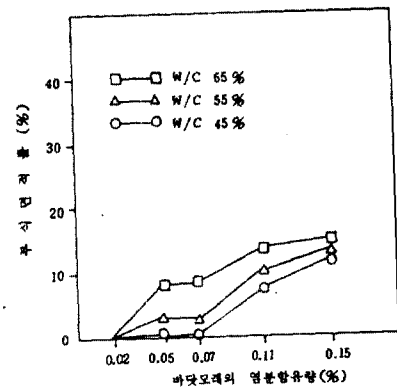


그림.2 해사의 염분함량과 철근 부식면적률과의 관계 (이형철근)

3.2.2 고품질 콘크리트(혼화제 사용)

해사를 사용한 콘크리트중의 철근의 부식 문제를 콘크리트 자체의 품질 향상에 의한 방법으로 제어하기 위해서는 단위시멘트량을 증가시켜 물-시멘트비를 감소시켜야

하는데, 이에 따라 시공성 저하가 문제로 대두되기 때문에 본 연구에서는 고성능 감수제를 사용하여 시공성을 대폭 개선하였고 이들에 대한 콘크리트중의 철근의 부식 특성을 파악하였다.

한편, 철근부식촉진시험시에 철근시료에 대한 KS 규정(KS F 2561: 철근 콘크리트 용 방청제)은 원형 마봉강을 사용하게 되어 있으나 실제 건설공사에 사용되는 철근은 이형철근이 대부분이므로 본 시험에서는 두 종류 철근 모두에 대하여 실시하였다.

1. 이형철근

그림.3은 이형철근을 사용한 경우, 해사의 염분함량과 콘크리트의 품질에 따른 부식면적률과의 관계를 나타낸 것으로, 콘크리트의 품질(물-시멘트비)을 일정하게 하면 해사의 염분함량에 따라서 철근의 부식정도가 다르지만, 해사의 염분함량을 고정시키면 콘크리트의 품질에 따라서 부식정도가 다르게 됨을 알 수 있다.

즉, 물-시멘트비 52%인 경우는 염분함량 0.065%까지 부식이 제어되었으며, 물-시멘트비 44%인 경우는 염분함량 0.104%까지, 물-시멘트비 37%에서는 염분함량 0.150%까지 부식이 전혀 발생되지 않았다.

따라서 현행 콘크리트표준시방서에 규정된 해사의 허용 염분함량이 보통 구조물의 경우, 해사의 절건중량에 대하여 0.10% 이하, 내구성이 요구되는 경우는 0.04% 이하로 되어 있으나 거기에는 콘크리트의 품질 개념이 도입되지 않고 단순히 염분함량만으로 해사를 규제하고 있어서 본 시험결과로 판단해 볼때, 그것은 적절한 규제방법이라고 볼 수는 없기 때문에 품질 개념을 도입한 해사의 염분함량 규제 기준이 시급하다고 판단된다.

한편, 콘크리트표준시방서와 같이 염분함량 기준으로 하면, 염분함량 0.150% 이하인 경우는 물-시멘트비 37%에서, 0.104% 이하인 경우는 물-시멘트비 44%에서, 0.065% 이하인 경우는 물-시멘트비 52% 이하부터 부식이 전혀 발생되지 않았다.

따라서 해사의 염분규제 방법은 해사에 함유된 염분함량과 해사사용 콘크리트의 품질을 동시에 고려하는 것이 가장 합리적인 것으로 판단된다.

2. 원형철근(마봉강)

실제 건설공사의 구조물에 사용되는 철근은 아니지만 KS F 2561(철근 콘크리트 용 방청제)의 부속서 2『콘크리트중의 철근 부식촉진시험』의 규정에 철근시료는 원형철근(마봉강)을 사용하게 되어 있고, 또한 이형철근을 사용한 경우와의 콘크리트중의 부식경향을 비교하기 위하여 시험을 하였다.

그림.4는 원형철근을 사용한 경우, 해사의 염분함량과 철근의 부식면적률을 나타낸 것으로, 염분함량 0.077~0.115%인

경우는 품질이 향상됨에 따라 부식면적률이 감소하고, 염분함량 0.077%인 경우는 물-시멘트비 36%에서, 0.115%인 경우는 물-시멘트비 32.8%에서 부식이 제어되었다

그러나 이형철근의 부식경향과 비교하면, 전반적으로 부식면적률이 크고 부식이 제어되는 물-시멘트비의 한계도 더 적어지는 경향으로 양자간에 부식경향이 다르게 됨이 확인되었다.

한편, 염분함량 0.150%, 0.104%, 0.065%에 대한 경우는 일정한 부식경향이 나타나지 않았고, 이형철근 사용시 나타나는 부식이 제어되는 물-시멘트비의 한계치도 나타나지 않아 부식촉진시험시의 원형 마봉강 사용에 대한 재검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

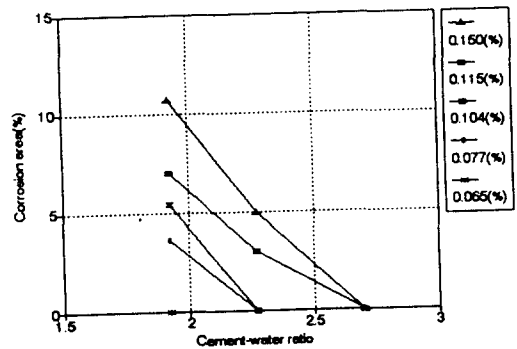


그림.3 해사의 염분함량과 철근 부식면적률과의 관계(이형철근)

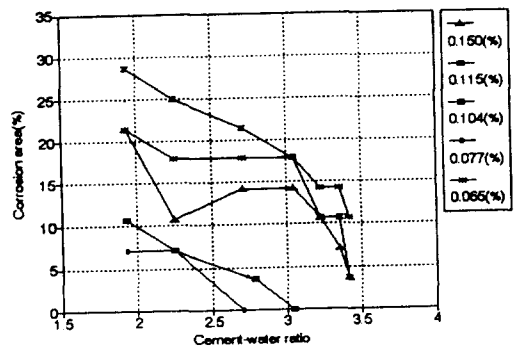


그림.4 해사의 염분함량과 철근의 부식면적률과의 관계(원형철근)

3.3 압축강도와 부식면적률과의 관계

그림 5는 해사 콘크리트의 압축강도에 따른 콘크리트중의 철근의 부식면적률을 나타낸 것으로, 염분함량에 의해서도 부식이 제어되는 압축강도의 한계치가 달라지겠지만, 본 시험의 결과로는 당진해사(NaCl: 0.115%)의 경우 압축강도의 증가에 따라서 부식면적률이 점차 감소하다가 압축강도 387kg/cm²(W/C: 36%)에서 부식이 제어되고 해남해사(NaCl: 0.150%)의 경우도 당진해사의 경우와 동일한 경향을 보이다가 압축강도 419kg/cm²(W/C: 37%)에서 부식이 제어된다.

따라서 본 시험에서 콘크리트중 철근의 부식이 제어되는 압축강도의 한계는 387~419kg/cm²로 나타났다.

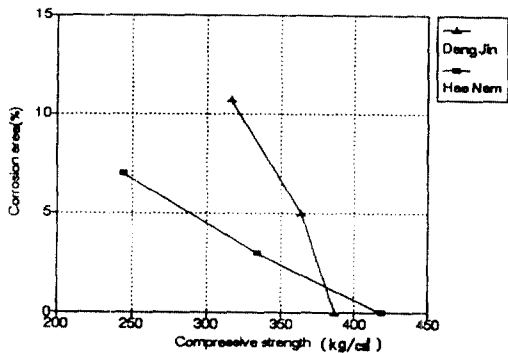


그림 5 해사 콘크리트의 압축강도에 따른 부식면적률

4. 결론 및 금후과제

해사를 사용한 콘크리트의 고품질화로 철근의 내부식 성능을 제어하기 위한 실험연구결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 시험에 사용된 골재의 최대압축강도를 발현시키는 물-시멘트비는 하천사 콘크리트가 27.3%(C=650kg/m²), 당진해사 및 해남해사의 경우가 각각 29.2%(C=600kg/m²), 28.7%(C=600kg/m²)로 나타났다. 따라서 혼화제를 사용하지 않고 일반적인 재료와 고성능 감수제의 사용만으로 최대압축강도(583~621kg/cm²)를 발현시키는 단위시멘트량의 한계치는 600~650kg/m²으로 나타났다.
2. 혼화제를 사용하지 않은 보통 콘크리트는 물-시멘트비가 55%, 65인 경우는 염분함량 0.05% 이상부터 부식이 발생하지만 물-시멘트비가 45인 경우는 염분함량 0.07%까지 부식이 제어되었고, 또한 물-시멘트비가 작은 경우는 철근의 부식면적률도 감소되는 결론을 얻었다.
3. 이형철근 및 혼화제(고성능 감수제)를 사용한 콘크리트의 경우, 물-시멘트비가 52%

인 경우는 염분함량 0.065%까지, 물-시멘트비 44인 경우는 염분함량 0.104%까지 콘크리트중 철근의 부식이 제어되었으며, 물-시멘트비 37% 이하의 경우는 염분함량 0.150%까지 부식이 전혀 발생되지 않았다.

따라서, 현재 출하되는 미세척 해사의 염분함량 범위가 0.10~0.20% 범위에 있는 것을 고려할 때, 해사를 사용한 콘크리트의 고품질화로 미세척해사도 충분히 주요구조물에 사용할 수 있다고 판단된다.

4. 원형철근(마봉강) 및 혼화제를 사용한 콘크리트의 경우는 동일한 배합조건에서도 철근의 부식경향이 이형철근과 완전히 달랐으며, 염분함량별 및 콘크리트 품질별로 일정한 경향이 나타나지 않았고 또한, 콘크리트중 철근의 부식이 제어되는 물-시멘트비의 한계치도 존재하지 않은 것이 많았다.

따라서, 콘크리트중의 철근의 부식측정시험시에 원형제질의 마봉강을 사용하게 되어 있는 K.S 규정에 대한 재검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

5. 골재별 염분함량의 차이는 있겠으나 본 시험에 사용된 시료가 대개 미세척해사의 염분 범위에 있으므로, 압축강도를 기준으로 할 때, 콘크리트중 철근의 부식이 제어되는 압축강도의 한계치는 387~419kg/cm²로 나타났다.

6. 해사를 사용한 콘크리트중 철근의 부식매커니즘은 자연상태에 있는 철근의 부식매커니즘과 다르기 때문에, 해사의 염분허용한도치 규정은 콘크리트의 품질 개념을 도입하여 재정립하여야 할 것으로 판단된다.

7. 본 연구는 농어촌진흥공사 농어촌연구원에서 시행하는 "콘크리트용 대체골재 개발에 관한 연구" 중 중간연구결과로서, 콘크리트 주요 구조물에 미세척해사를 그대로 사용키 위해서는 금후, 해사 사용 콘크리트의 내부식 성능에 관한 체계적이고 종합적인 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설부, "콘크리트표준시방서", 1988.12.
2. 농어촌진흥공사, "콘크리트용 대체골재 개발에 관한 연구(II)", 1993.12
3. 海砂の鹽分含有量とコンクリート中鐵筋の發錆に關する研究, セメント・コンクリート, No.498, pp.60~66, 1988.8.
4. 福士勲: "海砂使用上の技術基準", セメント・コンクリート, No.415, pp.174~181, 1981.9.
5. 大島久次: "海砂使用に關する最近の問題點", セメント・コンクリート, No.372, pp.2~7, 1978.2.
6. 飛坂基夫, "高性能(AE)減水劑を用いた高強度・高品質コンクリートの諸性質", セメント・コンクリート, No.548, pp. 9~18, 1992.10.
7. 飛坂基夫, "高性能(AE)減水劑を用いた高強度・高品質コンクリートの諸性質", セメント・コンクリート, No.549, pp. 9~18, 1992.11.