

STEEL-SEAL 및 HYDRO-SEAL의 철근콘크리트 구조물에 미치는 영향에 대한 실험적 연구

Experimental Evaluation of the Effect of Steel-Seal and Hydro-Seal in Reinforced Concrete Structures

전 환 석 ¹⁾	이 강 균 ²⁾	배 수 호 ³⁾	정 영 수 ⁴⁾
Chun, Hwan-Seok	Bee, gang-Gyun	Bea, Soo-Ho	Chung, Young-Soo

Abstract

Recent economic growths have accelerating much construction activities of various infrastructures, such as Express railway, Long-span bridges, Multi-story Buildings and etc. Reinforcement steel corrosion to be inevitably caused under the progress of these construction activities have been on and off serious problems in the site, which could incur another tragic accident to us suffering from safety-ignorance disease. Thus, it is strongly requested to develop probable innovative products which could remove corrosive materials on rebars and also protect steel corrosion of reinforced concrete structures in the construction site. Hydro-Seal and Steel-Seal could solve these problems currently faced with in the construction site.

The objective of this research is to experimentally evaluate the effect of Hydro-Seal and Steel-Seal in reinforced concrete structures, of which usage might affect the bond strength between steel and concrete, long-term compressive strength of concrete, corrosion resistance and etc. Related test results show that appropriate dosage of Hydro-Seal and Steel-Seal in reinforced concrete structures didnot affect physical properties of reinforced concrete structures.

1. 실험연구 배경 및 목적

경제성장에 따른 사회기간시설의 확충 및 신설의 필요성이 제시되어 고속철도, 서해대교 및 광안대교 등의 장지간 교량, 고층건축물 등 수많은 공사가 수행되고 있다. 그러나, 철근 콘크리트 구조물의 시공중 혹은 시공후 철근 부식은 안전불감증의 증병을 겪고 있는 우리에게 또다른 대형참사를 초래할 수 있으리라 생각된다. 따라서 국내에서는 건설업계가 당면하고 있는 어려운 현실인 부식된 철근의 녹

-
- 1) 중앙대학교 대학원 석사과정
 - 2) 중앙대학교 토목공학과 대학원 석사과정
 - 3) 정회원, 안동대학교 토목공학과 교수
 - 4) 정회원, 중앙대학교 토목공학과 교수

제거 및 철근부식억제를 위한 획기적인 제품의 개발이 절실히 요구되고 있으며, HYDRO-SEAL 및 STEEL-SEAL 제품은 이러한 건설업계가 당면하고 있는 문제점을 해결할 수 있는 우수한 제품이라 생각된다. 본 제품의 구조체에의 적극적인 활용을 위하여 콘크리트의 장기강도에 미치는 영향, Steel-Seal 적용후의 녹제거된 철근의 콘크리트와의 부착강도, 철근 부식억제능력을 검토하였다.

2. 실험내용

2.1 콘크리트 몰탈의 장기압축강도 실험

본 실험은 Steel-Seal, Hydro-Seal이 시멘트 강도에 미치는 영향을 평가하여 동일한 배합을 사용하여 만든 콘크리트의 강도를 어느 정도 규명하기 위해서 행하는 실험이다.

몰탈시험체의 제작은 방청제의 종류별 혼합량(시멘트중량의 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.4%, 4.8%), 양생방법(중기양생, 기건양생, 수중양생), 양생기간(7일, 28일, 90일)에 따라 나누어 제작하였다. 시멘트와 모래의 중량비는 1:2.45(KS L 5105)이고 물-시멘트비는 48%이다.

표1. 방청제 혼입 몰탈의 장기강도

구 분		압축강도(kgf/cm ²)		
		σ_7	σ_{28}	
Normal	중기양생	183	210	
	기건양생	164	207	
	수중양생	165	196	
Steel-Seal (C×%)	0.5%	중기	178	203
		기건	168	200
		수중	150	197
	1.0%	중기	174	209
		기건	160	202
		수중	164	204
	1.5%	중기	169	205
		기건	152	192
		수중	144	188
	2.4%	기건	112	155
		수중	104	147
	4.8%	기건	50	68
수중		56	69	
Hydro-Seal (C×%)	1.0%	중기	181	209
		기건	154	193
		수중	150	205
	2.0%	중기	167	197
		기건	158	189
		수중	164	192
	2.4%	기건	160	194
		수중	158	199
	4.8%	기건	169	188
		수중	159	193

표1에서 보인 바와 같이 Steel-Seal은 시멘트중량의 1.5%까지 강도저하가 없고, Hydro-Seal은 4.8%까지도 강도저하가 거의 없다.

2.2 Steel-Seal 적용철근의 부착강도실험

본 실험에서는 이러한 여러 가지의 부착강도 영향인자들 중 Steel-Seal을 적용한 철근의 부착강도에 관한 영향을 알아보았다.

시험체는 ASTM규정에 따라 15cm×15cm×15cm 크기의 Cube Mold를 제작하였으며 굵은 골재는 25mm인 보통골재를 이용하였고 재령 28일에 대한 압축강도를 $300 \pm 30 \text{ kg/cm}^2$ 로 하는 것을 표준으로 한다. 실험은 시험체 재령 28일을 원칙으로 하였다.

표2. Steel-Seal 적용 철근의 부착강도 실험의 콘크리트 배합표

단위수량 (kg/m^3)	시멘트 (kg/m^3)	모래 (kg/m^3)	자갈 (kg/m^3)	혼화제 (kg/m^3)	모래 조립률	모래 비중	슬럼프 (cm)
188	362	754	1079	1.17	2.57	2.78	11

표3. STEEL-SEAL 적용 철근의 부착강도 실험 시험체 종류

구분	시험체 종류	시험체 수량	공시체 수량	압축강도(kg/cm^2)				
				목표 배합강도	7일	28일	90일	180일
무처리	NT 1 ~ NT 3	3개	15개	300 ± 30	189	299		
무처리 (부식 철근)	NT/C 1 ~ NT/C 3	3개		300 ± 30				
Steel-Seal	SS 1 ~ SS 3	3개	15개 (시멘트중량 1% 혼입)	300 ± 30	186	307		
Steel-Seal (부식철근)	SS/C 1 ~ SS/C 3	3개		300 ± 30				
Steel-Seal (백색 이물질)	SS/C-W 1 ~ SS/C-W 3	3개		300 ± 30				

NT : 일반 철근의 시험체

SS : 일반 철근에 Steel-Seal 적용한 시험체

SS/C-W : 부식 철근에 Steel-Seal 적용시 하얀 이물질이 생기는 시험체

NT/C : 부식 철근의 시험체

SS/C : 부식 철근에 Steel-Seal 적용한 시험체

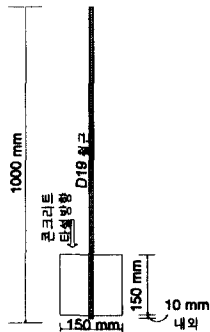


그림1. 부착강도실험 시험체

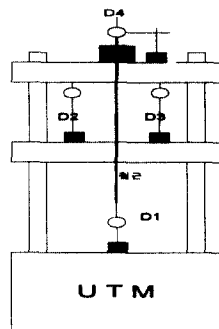
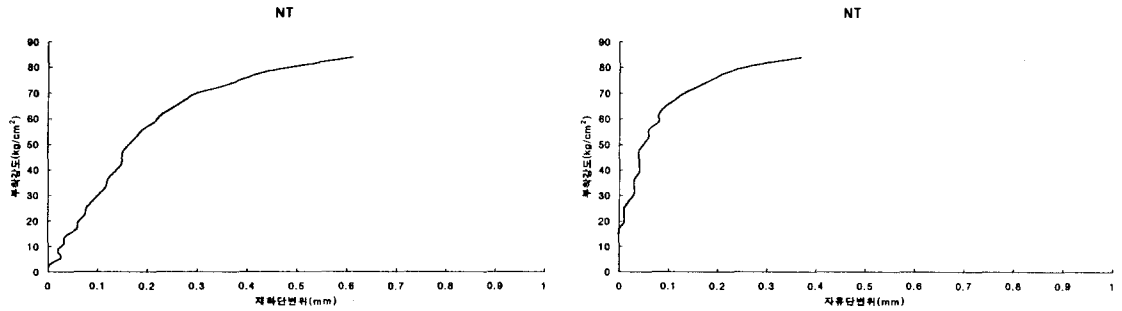


그림2. 부착강도 실험방법

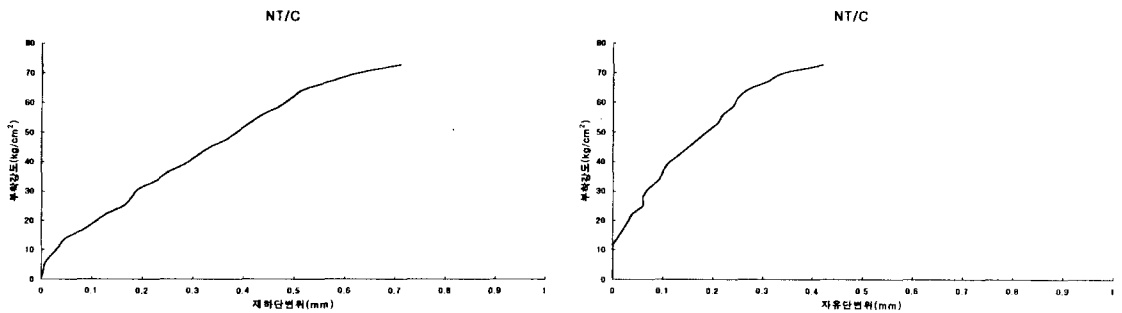
부착강도시험결과 시험체의 최대부착응력은 표4와 같다. 그리고 응력에 따른 철근의 slip량의 곡선을 그림3에서 나타내었는데 각 시험체의 최대부착응력값이 10%이내의 미소한 변화를 보이므로 Steel-Seal 적용에 따른 부착응력의 영향은 거의 없는 것으로 본다.

표4. 시험체의 최대부착응력

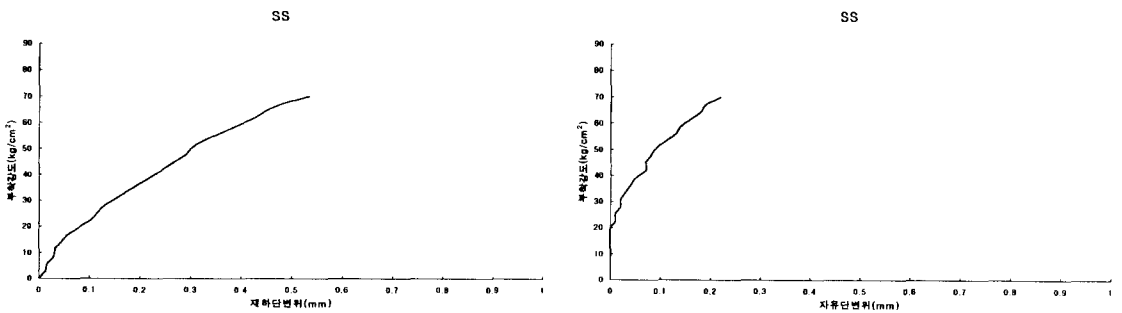
시험편 종류	NT	NT/C	SS	SS/C	SS/C-W
최대부착응력	79.30	85.82	72.60	83.77	84.72
평균값(kg/cm ²)					



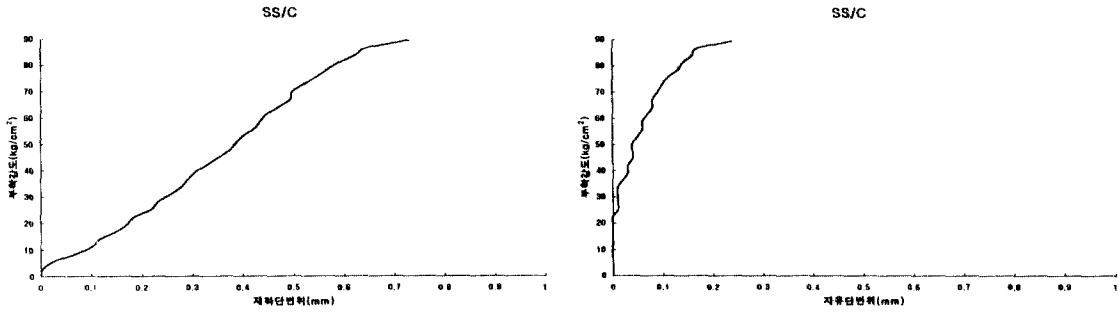
a. 시험체 NT



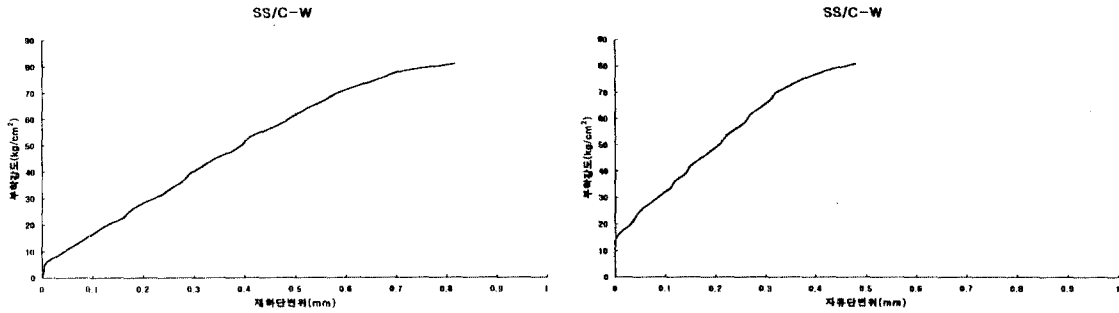
b. 시험체 NT/C



c. 시험체 SS



d. 시험체 SS/C



e. 시험체 SS/C-W

그림3. 부착용력-철근slip량 곡선

2.3 철근콘크리트의 방식 실험

본 연구실에서 수행하고 있는 건설교통부과제는 해안·해양 콘크리트 구조물에 방청제 적용 철근의 내부식성능을 평가하는 것이다. 따라서, 본 실험에서는 보 시험체에 대한 해수간헐침투되는 자연환경을 Simulation하기 위하여 Timer가 설치된 실험틀을 특수설계·제작하여 각종 철근방식제를 혼합하여 제작한 시험체 개를 실험틀에 거치하여 6% 염농액과 담수를 각각 시험체에 순환·분무시키면서 매 12시간마다 건조·습윤상태를 반복시키고 동시에 대기중에 방치된 시험체에 대한 방식실험, 현장실험을 위하여 8개의 시험체를 항만에 거치시켜 실내실험과 비교한다. 한편, 슬래브 시험체에 대한 63개의 시험체를 방식제의 적정농도의 변화값에 대해 6% 염농액과 담수에 침수시키고 동시에 기건양생 시험체의 철근부식 측정값의 변화를 조사·분석하는 것이다.

본 과제수행 즉 Steel-Seal 및 Hydro-Seal 적용 철근의 내부식성능에 관한 실험적 평가를 위하여 현재 상기의 건설교통부과제에 추가하여 보 시험체 18개, 슬래브 시험체 18개, 항만거치용 시험체 2개를 제작하여 수행하고 있다. 수행중인 결과분석은 금년 말경에 분석예정임.

3. 결론 및 문제점

현재까지 수행된 실험결과를 기초로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- *콘크리트몰탈의 장기강도실험결과 Steel-Seal은 시멘트중량의 1.5%까지 강도저하가 없고, Hydro-Seal은 4.8%까지도 강도저하가 거의 없었다. 90일 강도는 아직 연구기간이 짧아 시행하지 않았으나 콘크리트의 강도에 전혀 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.
- *부착강도 실험결과는 각 시험체사이의 부착강도의 차이가 10%이내이므로 Steel-Seal적용에 아무런 문제점이 없는 것으로 나타났다.
- *부착강도 시험용 콘크리트 공시체에 관한 압축강도 실험결과 Hydro-Seal 및 Steel-Seal 적용 콘크리트 공시체의 28일 압축강도에는 거의 영향을 주지 않았으며 90일, 180일 압축강도시험은 계획대로 수행 예정임.
- *결론으로 Steel-seal은 적용된 녹슨 철근의 녹제거에 우수한 효과를 발휘하고 부착강도 및 압축강도에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.
- *철근콘크리트 방식실험은 장기간을 요구하는 것이 통상적이며 추후 실험연구결과를 제시하고자 한다.

감사의 글

본 연구의 수행에 화명통상의 지원이 큰 도움이 되었기에 화명통상에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) L.J. den Boer, C.E., M.Sc., "The effect of Hydro Seal Impregnation of concrete on the acid resistance of concrete", GERO MILIEUTECHNIEKEN, 1995
- 2) "Standard Test Method for Comparing Concretes on the Basis of the Bond Developed with of concrete", ASTM Designation C 234-91a
- 3) Donald W. Pfeifer, J. Robert Landgren and Alexander Zoob, "Protective Systems for New Prestressed and Substructure Concrete," U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Apr