

기계화시공에 의한 보수재료의 현장품질관리확립을 위한 실험적 연구

An Experimental Study for Establishment of On-Site Quality Control of Repair Material by the mechanized construction

조봉석* 장재봉* 김용로** 강석표*** 홍성윤**** 김무한*****
Cho, Bong Suk Jang, Jae Bong Kim, Yong Ro Kang, Suk Pyo Hong, Sung Yun Kim, Moo Han

ABSTRACT

In domestic, various repair materials and method systems to keep up with these reinforced concrete deteriorated due to salt damage, carbonation, chemical decay et. developed and applied. However, on-site quality control of various repair materials and method systems isn't achieved desirably because it is depend completely on a men of experience' opinions above all else regardless of various on-site environments.

In this background, mock up test with due regard to real on-site environments was performed to secure fundamental data for establishment of desirable on-site quality control. Mock up test using repair mortar analyzed from angles of construction methods, mechanical spraying pressures, W/M. Construction methods were designed manpower method and spraying method, spraying pressures were designed 32, 42, 52 psi, W/M were designed 14.4, 15.4, 16.4 %. And compressive strength, Chloride ion diffusion coefficient, bond strength, SEM of mock up test specimens were evaluated.

In conclusion, we confirmed excellency of mechanical spraying pressures, fined extremely excellency of condition of spraying pressure 42 ps, W/M 14.4% within this study. therefore the results of this study will be useful to provide fundamental data for establishment of desirable on-site quality control

1. 서 론

최근, 열화된 철근콘크리트구조물의 보수 및 유지관리를 위하여 숙련자의 수작업이나 기계화 장비에 의한 공법시공을 통하여 열화된 철근콘크리트구조물에 대한 보수 및 보강을 실시하고 있으나 현재까지 주로 시공성만을 우선시하여 숙련자의 경험과 주관적인 판단에 의존하고 경향이 있어 실제 현장의 다양한 시공조건에 부합되는 합리적인 품질관리가 이루어지지 않고 있으며 이로 인하여 보수재료의 성능을 제대로 구현하고 있지 못하거나 보수부위의 재열화 및 열화의 심화 현상 등의 문제가 빈번히 발생되고 있다^{1),2),3)}. 또한, 최근에는 건설생산현장에서 건설기능 노동자의 감소화와 고령화 현상 등 심각한 건설생산성 저하요인들이 증가하고 있어 건설생산성 및 품질관리 측면에서 합리적이고 실용적인 해결방안이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 모의부재 실험을 통하여 다양한 시공조건을 고려한 기계화 시공의 현장적용성을 평가하고 시공성 및 경화성상을 검토 및 분석함으로써 기계화 뿔칠시공을 통한 열화된 철근콘크리트구조물의 체계적이고 실용적인 품질관리 및 건설생산성 향상 시스템 확립을 위한 데이터베이스를 실험·실증적으로 구축하고자 한다.

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 석사과정
** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 박사과정
*** 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소, 건설재료1팀, 공학박사
**** 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소, 건설재료1팀장, 이학박사
***** 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수·공학박사

표 1. 실험 계획

시리즈	W/M (%)	시공 방법	분사압력 (psi)	측정 항목			
				굳지않은 성상	경화 성상 ²⁾		
I	15.4	인력 시공	-	<ul style="list-style-type: none"> •모르터 플로우 (cm) •공기량 (%) •응결시간 (h:m) 	<ul style="list-style-type: none"> •부착강도 (MPa) •압축강도 (MPa) •염화물이온 확산계수 (cm²/sec) •SEM 촬영 		
		기계화 시공	42				
II	14.4	기계화 시공	32				
	15.4						
	16.4						
III	15.4		32, 42, 52				

주 1) W/M : 볼모르터비, 모르터에 대한 물의 중량비

주 2) 측정재령(일) : 7, 28

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 모의부재 실험을 통하여 다양한 시공조건에 따른 시공성 및 경화성상을 검토 및 분석하기 위하여 표 1에서 보는 바와 같이 시리즈 I에서는 시공방법을 인력시공과 기계화 시공, 시리즈 II에서는 W/M을 14.4, 15.4, 16.4%, 시리즈 III에서는 분사압력을 32, 42, 52 psi로 설정하였다.

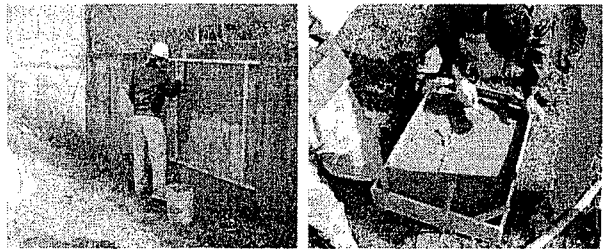


사진 1. 인력 시공에 의한 모의부재 제작

2.2 사용재료 및 비빔방법

국내에서 주로 활용되고 있는 무기계 폴리머 시멘트계 단면복구 방청모르터 1종을 선정하여 모의부재시험체를 제작하였으며 실제 현장조건을 고려하여 인력시공에 의한 모의시험체는 현장용 핸드믹서, 기계화 시공에 의한 모의시험체는 100ℓ 용량 강제식 팬타임믹서를 활용하여 물 투입 후 약 3분간 비빔을 실시하였다.

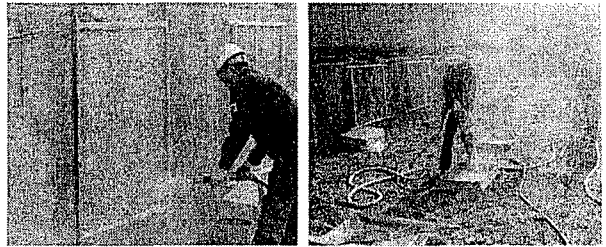


사진 2. 기계화 시공에 의한 모의부재 제작

2.3 모의부재 시험체의 제작 및 시험방법

인력시공 및 기계화 시공에 의한 모의부재 시험체를 사진 1 및 2에서 보는 바와 같이 120×120cm, 80×60cm의 크기로 제작하였으며 단면복구모르터의 공기량은 KS F 2421 「굳지않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험방법」, 모르터 플로우는 KS L 5111 「시멘트시험용 플로우 테이블」의 규정에 준하여 측정하였다. 또한 응결시험은 KS F 2436 「관입저항침에 의한 콘크리트의 응결시험방법」에 준하여 관입저항치가 3.5MPa가 되었을 경우를 초결, 28MPa가 되었을 경우를 종결로 하여 실시하였다. 또한, 염화물이온 확산계수는 ø10×5cm 시험체를 코어채취한 후, ASTM C 1202의 이온투과시험법을 적용한 RCPT (Rapid Chloride ion Permeability Test)⁴⁾를 활용하여 산출하였으며, 압축강도는 KS L 5105 「수경성 시멘트 모르터의 압축강도 시험방법」에 준하여 측정하였다. 부착강도는 KS F 9001 「콘크리트용 에폭시 수지계 방수·방식도로 도포방법」에 준하여 측정하였다. 또한, 인력시공 및 기계화 시공에 의한 모의부재 시험체의 부착계면의 공극구조를 검토 및 분석하기 위하여 SEM(Scanning Electron Microscope)을 활용하였다.

3. 실험결과 검토 및 분석

3.1 시공방법, 분사압력, W/M별 시공성 검토 및 분석

그림 2는 시공방법, 분사압력, W/M별 단면복구모르터의 플로우 및 공기량을 나타낸 것으로 기계화 시공의 경우가 보다 높게 나타났다. 공기량은 인력시공의 경우가 높은 경향을 보이는 것으로 나타났으며, 이는 비빔방법

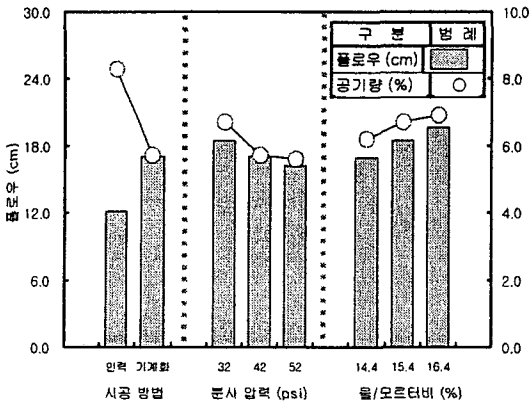


그림 2. 시공방법, 분사압력 및 W/M별 플로우 및 공기량

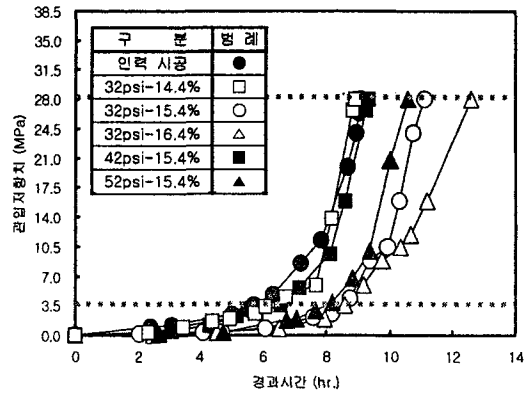


그림 3. 시공방법, 분사압력 및 W/M별 관입저항치

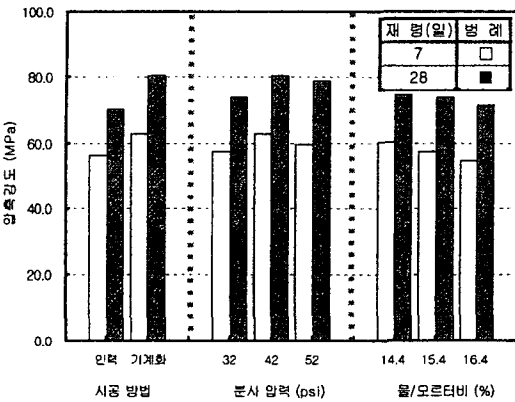


그림 4. 시공방법, 분사압력 및 W/M별 압축강도

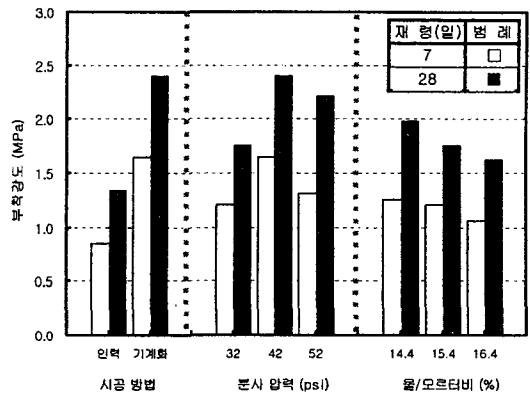


그림 5. 시공방법, 분사압력 및 W/M별 부착강도

의 차이에서 기인하는 것으로 판단된다.

또한, 분사압력에 있어서는 압력이 증가할수록 플로우 및 공기량이 다소 감소하는 경향을 나타내었으며, W/M에 있어서는 W/M이 증가할수록 플로우 및 공기량이 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

그림 3은 시공방법, 분사압력, W/M별 단면복구모르터의 관입저항치를 나타낸 것으로 대체적으로 인력 시공의 경우가 초결 및 종결 도달시간이 빠르게 나타났으며 분사압력에 있어서는 42 psi, 52 psi, 32 psi의 순으로, W/M에 있어서는 W/M이 작을수록 초결 및 종결 도달시간이 빠르게 나타났다.

3.2 시공방법, 분사압력, W/M별 경화성상 검토 및 분석

그림 4 및 5는 시공방법, 분사압력, W/M별 단면복구모르터의 압축강도 및 부착강도를 나타낸 것으로 시공방법에 있어서 기계화 시공에 의한 모의부재 시험체의 압축강도 및 부착강도는 인력시공에 비하여 재령 28일에서 압축강도는 10.3 MPa, 부착강도는 1.06 MPa가 더 높은 것으로 나타났다. 또한, 분사압력에 있어서는 42 psi의 경우 압축강도 및 부착강도가 가장 높은 것으로 나타났으며, W/M에 있어서는 W/M이 작을수록 압축강도 및

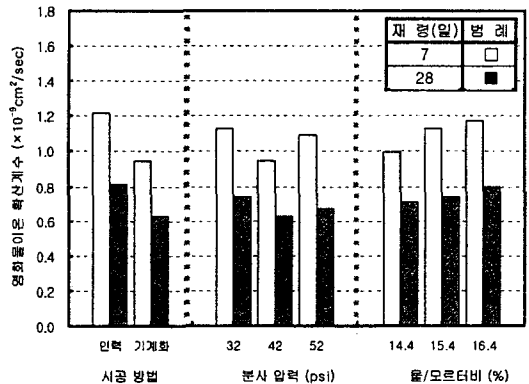


그림 6. 시공방법, 분사압력 및 W/M별 염화물이온 확산계수

부착강도가 높은 것으로 나타났다.

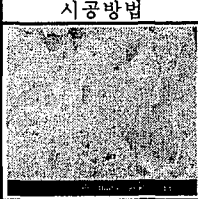
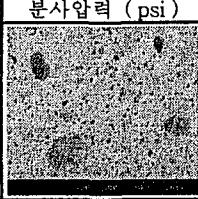
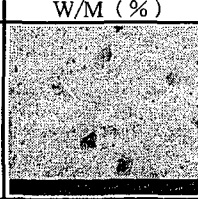

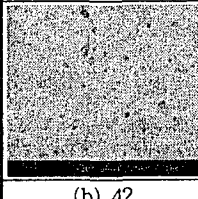
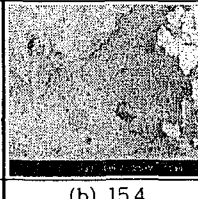
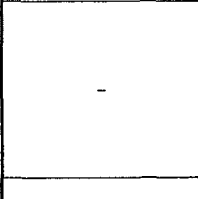
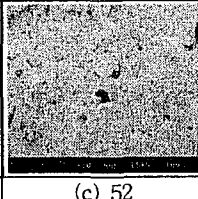
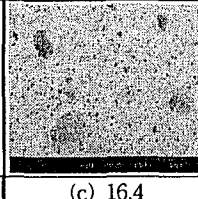
그림 6은 시공방법, 분사압력, W/M별 염화물 이온 확산계수를 나타낸 것으로 재령이 증가할수록 확산계수는 작아지는 것으로 나타났다.

또한, 시공방법에 있어서 기계화 시공에 의한 모의부재 시험체의 염화물이온 확산계수가 인력 시공에 비해 작은 것으로 나타났고 분사압력에 있어서는 42 psi의 경우가 가장 낮으며 W/M에 있어서는 W/M이 작을수록 낮은 경향을 보이는 것으로 나타났다.

또한, 표 2는 시공방법, 분사압력, W/M에 따른 모의부재 시험체의 SEM 촬영결과를 나타낸 것으로 시공방법에 있어서는 기계화 시공에 의한 모의부재 시험체가 인력시공에 비하여 부착계면의 조직이 밀실한 것으로 나타났다.

분사압력에 있어서는 42 psi의 경우가 가장 밀실한 계면조직을 가지는 것으로 나타났으며 W/M에 있어서는 대체적으로 W/M이 작은 경우가 보다 밀실한 조직구조를 가지는 것으로 나타나 향후 기계화 시공의 최적 품질관리를 위해서는 다양한 시공조건에 따른 적정 분사압력 및 W/M의 범위를 선정해야 할 것으로 판단된다.

표 2. 시공방법, 분사압력, W/M별 부착계면의 SEM 촬영 (×30)

시공방법	분사압력 (psi)	W/M (%)
		
(a) 인력 시공	(a) 32	(a) 14.4
		
(b) 기계화 시공	(b) 42	(b) 15.4
		
	(c) 52	(c) 16.4

4. 결론

모의부재 실험을 통하여 다양한 시공조건을 고려한 기계화 시공의 현장적용성을 평가하고 시공성 및 경화성상을 검토 및 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 기계화 시공에 의한 시공성, 경화성상이 인력시공의 경우에 비해 우수한 성능을 발휘하는 것으로 나타나 기계화 시공에 의한 보수시공의 유효성을 확인할 수 있었다.
- (2) 압축강도, 부착강도, 염화물이온 확산계수의 측정 및 SEM 촬영결과, 대체적으로 W/M이 작은 경우 우수한 성능을 발휘하는 것으로 나타났으며 본 연구의 범위에서는 물모르티비 14.4%, 분사압력 42 psi의 경우 가장 우수한 보수재료의 성능을 발휘하는 것으로 나타나 철근콘크리트구조물의 체계적이고 합리적인 보수유지 및 품질관리 시스템 확립을 위한 기초적 자료로서 활용이 가능할 것으로 기대된다.
- (3) 기계화 보수시공의 최적 품질관리 시스템을 구축하기 위해서는 향후 다양한 시공조건에 따른 적정 분사압력 및 W/M 등의 범위를 체계적으로 선정해야 하며, 이를 위하여 더욱 다양한 분사압력 및 W/M 등의 시공조건을 고려한 후속 연구수행이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 2001년도 건설기술연구개발사업(E00-01) 「염해 및 중성화의 피해를 입은 콘크리트구조물의 내구성 회복을 위한 보수공법 시스템 개발 및 실용화 방안」에 관한 일련의 연구 결과로, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

1. 김무한 외, 중성화 및 염해를 입은 콘크리트 구조물의 보수시공기술, 한국콘크리트학회 춘계학술발표회논문집, 1996
2. 신기술 동향조사 보고서 「구조물 보수보강기술」, 특허청, 2002.
3. Concrete Repair and Maintenance Illustrated, RSMMeans CMDGROUP, 2001.
4. 金武漢ほか,コンクリートの急速鹽分浸透性試験による鹽化物イオン擴散係數の評價に關する實驗的研究, 日本建築學會 學術講演梗概集, 2003, pp.561~562.