

# 폴리머수용액을 첨가한 황토의 초기강도 평가

## Evaluation of Early Strength of Red Clay Soil with Polymer Aqueous Solution

김진성\*  
Kim, Jin-Sung

이보경\*\*  
Lee, Bo-Kyeong

이동은\*\*\*  
Lee, Dong-Eun

최형길\*\*\*\*  
Choi, Hyeong-Gil

### Abstract

In this study, we evaluated the early strength of red clay soil with the polymer aqueous solution at rammed earth construction. In order to satisfy the demolding strength of the formwork be due to the rammed of red clay soil, the polymer aqueous solution was added to evaluate the compressive strength at the early age according to the consolidation level. As a result, a high compressive strength was exhibited with the formulation to which the polymer aqueous solution was added.

키워드 : 황토, 폴리머수용액, 초기강도, 담틀공법

Keywords : red clay soil, polymer aqueous solution, early strength, rammed earth construction

## 1. 서론

담틀공법은 목재나 철재를 이용해 거푸집 틀을 만들어 틀 속에 흙을 채워 넣은 후 흠다짐하여 벽을 구축하는 시공방법이다. 기존의 담틀공법에서는 황토만을 사용하거나 황토에 생석회(CaO)를 첨가한 재료를 사용하여 다짐시공 하였다<sup>1)</sup>. 그러나 황토만을 사용할 경우 초기강도가 낮으며, 황토에 생석회를 첨가할 경우 생석회 소화과정에서 발생하는 고열 때문에 작업 시 주의가 필요하며, 소화 작업을 위한 공정 및 공간의 제약이 발생하는 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고자 거푸집의 탈형강도인 2MPa<sup>2)</sup>를 만족하는 범위 내에서 폴리머수용액을 첨가한 황토의 초기강도 평가를 통해 담틀공법의 재료로서 황토와 함께 폴리머수용액의 적용 가능성을 검토하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

본 연구에 사용된 황토는 할로이사이트(Halloysite)계의 점토광물이며, 주요 화학조성은  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  이고, 천연포졸란 재료들과 유사한 성질을 가지고 있다<sup>3)</sup>. 그림 1에 본 연구에 사용된 폴리머수용액의 작용 메커니즘을 나타내었다. 폴리머수용액은 acrylic acid와 acrylamide 두 가지 종류의 폴리머를 수소 결합하여 중합한 acrylic acid-co-acrylamide이다. 이 때 acrylic acid와 acrylamide를 연결하는 aziridine 계열의 cross-linker를 통해 두 폴리머가 가교역할을 하며, 배합 시 물과 황토의 실리카입자를 잡아줌으로써 황토가 고정화되고 이를 통해 압축강도 증진의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단하였다.

표 1에 실험계획을 나타내었다. 본 연구에서는 폴리머수용액을 첨가한 황토의 초기강도를 평가하고자 시험체의 배합을 기존의 황토만의 배합인 R, 황토-폴리머수용액 배합인 RP, 그리고 추가적인 결합재로서 강도에 영향을 미칠 것이라 예상되는 시멘트를 첨가한 황토-폴리머수용액-시멘트 배합인 RPC 총 3수준으로 설정하였다. 배합 시 액상인 물과 폴리머수용액의 경우 결합재(Binder, B)의 8wt% 외할로 첨가하였으며, 시멘트는 결합재의 5wt% 내할로 첨가하였다.

그림 2에 시험체 제작에 사용된 몰드와 시험체의 제작방법 및 성상을 나타내었다. 50X50X50mm 크기의 시험체 제작을 위해 황토의 비중과 압밀조건을 고려하여 240g의 시료를 개량하였고, 시료를 믹싱하여 몰드에 넣은 후, 균일한 다짐을 위해 시험체는 만능재료시험기를 사용하

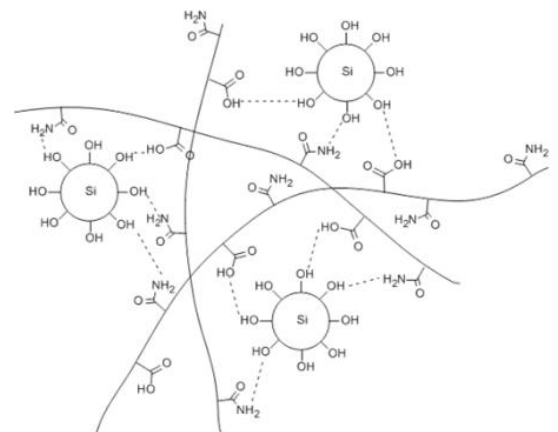


그림 1. 폴리머수용액의 2차 결합 개념도

\* 경북대학교 건설환경에너지공학부, 석사과정

\*\* 경북대학교 능형건설자동화연구센터 연구초빙교수, 공학박사

\*\*\* 경북대학교 건축학부 교수, 공학박사

\*\*\*\* 경북대학교 건축학부 조교수, 공학박사, 교신저자(hgchoi@knu.ac.kr)

여 2MPa로 압밀하여 제작하였다. 양생은 온도 20℃, 상대습도 60%의 항온항습 조건에서 실시하였으며, 압축강도 측정은 6, 12, 24시간 재령에서 만능재료시험기를 활용하여 측정하였다.

표 1. 실험계획

시험체 ID*	배합조건			실험조건		평가항목	
	B (wt%)		P (내 할) (W×wt%)	W (외 할) (B×wt%)	압밀 조건		양생 조건
	R	C					
R	100	-	-	8	2MPa	20℃, RH 60%	
RP	100	-	5	8			
RCP	95	5					

\* R : red clay, C : cement, P : polymer aqueous solution

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 3에 시험체의 배합조건에 따른 재령별 압축강도 측정결과를 나타내었다. 재령에 따라 황토-폴리머수용액 배합인 RP가 황토만의 배합인 R보다 압축강도가 다소 상승하였다. 이는 폴리머수용액이 황토와 배합 시 물과 황토의 실리카입자 사이에서 2차 결합역할을 하여 입자들 간의 규칙적인 배열을 형성시켜 황토의 강도 증진에 기인한 것이라 판단된다. 또한 황토-폴리머수용액-시멘트 배합인 RPC의 경우 다른 두 배합에 비해 압축강도가 크게 상승하는 결과를 보였다. 특히, 재령 24시간에서는 2.39MPa로 측정되어 시험체 제작 시의 고려했던 압밀조건인 2MPa 이상의 결과를 보였으며, 거푸집의 탈형강도인 2MPa도 만족하는 것으로 나타났다. 이는 전술한 폴리머수용액의 2차 결합인 가교작용과 더불어 시멘트의 수화 반응에 의해 강도증진이 이루어졌을 것이라 판단된다. 한편, 추후 실험에서는 폴리머수용액의 기능에 대해 장기재령에서 폴리머수용액을 첨가하였을 때의 강도증진 측면에 대한 검토가 필요할 것이라 판단되며, 또한 황토와 시멘트의 수화생성물인 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)과의 포졸란 반응이 장기재령에서 강도증진에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 분석도 추가적으로 필요할 것이라 사료된다.

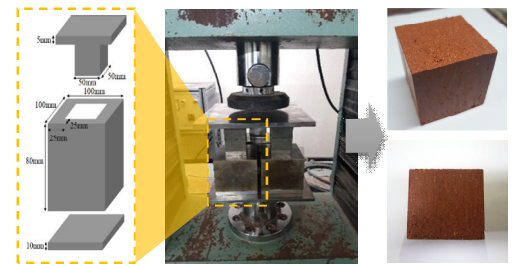


그림 2. 몰드 및 시험체 제작방법, 시험체 성상

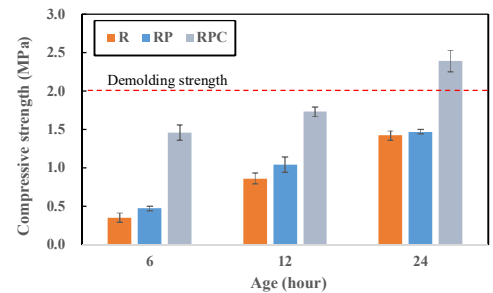


그림 3. 압축강도 측정결과

### 4. 결론

본 연구에서는 담틀공법에 적용하기 위한 재료로서 폴리머수용액을 첨가한 황토의 초기강도를 평가하였다. 실험결과, 폴리머수용액이 첨가된 황토의 배합이 기존의 황토만의 배합보다 약간의 높은 압축강도를 보였으며, 이에 시멘트를 첨가할 경우 압축강도가 더 크게 상승하는 것으로 나타났다. 따라서, 본 실험의 범위에서 담틀공법의 재료로서 폴리머수용액이 초기 강도 증진에 영향을 미친 것으로 판단된다. 한편, 향후 초기재령에서뿐만 아니라 장기재령에서의 재료적인 성능을 고려할 때, 폴리머수용액의 농도 조절 및 추가적인 요인을 고려한 다양한 배합에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

### Acknowledgement

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2018R1D1A1B0 7049812). 또한, 이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2018R1A5A1025137)

### 참 고 문 헌

- Micoli, L., Müller, U., & Fontana, P. (2014). Mechanical behaviour of earthen materials: a comparison between earth block masonry, rammed earth and cob. *Construction and building materials*, 61, pp.327~339.
- 황혜주, 김태훈, & 양준혁, 흙다짐 적용을 위한 흙의 선정 및 입도조건에 관한 연구. *한국생태환경건축학회 논문집*, 제9권 제2호, pp.65~71, 2009
- 이현철, & 고성석, 활성황토를 혼입한 모르타의 물리적특성에 관한 연구. *대한건축학회 논문집-구조계*, 제23권 제3호, pp.77~88, 2007