

# 생체모방 폴리머의 구조 분석 및 폴리머 혼입율에 따른 시멘트 모르타르의 특성 변화

## Strength, Carbonation Resistance, and Chloride-Ion Penetrability of Cement Mortars Containing Catechol-Functionalized Chitosan Polymer

방은지<sup>1</sup> · 최세진<sup>2</sup> · 고혜민<sup>3</sup>

Bang, Eun Ji<sup>1</sup> · Choi, Se-Jin<sup>2</sup> · Ko, Haye-Min<sup>3</sup>

### Abstract

In this study, catechol-functionalized chitosan (Cat-Chit), a well-known bioinspired polymer that imitates the basic structures and functions of living organisms and biological materials in nature, was synthesized and combined with cement mortar in various proportions. The compressive strength, tensile strength, drying shrinkage, accelerated carbonation depth, and chloride-ion penetrability of these mixes were then evaluated. In the ultraviolet-visible spectra, a maximum absorption peak appeared at 280 nm, corresponding to catechol conjugation. The sample containing 7.5% Cat-Chit polymer in water (CPW) exhibited the highest compressive strength, and its 28-day compressive strength was ~20.2% higher than that of a control sample with no added polymer. The tensile strength of the samples containing 5% or more CPW was ~2.3-11.5% higher than that of the control sample. Additionally, all the Cat-Chit polymer mixtures exhibited lower carbonation depths than compared to the control sample. The total charge passing through the samples decreased as the amount of CPW increased. Thus, incorporating this polymer effectively improved the mechanical properties, carbonation resistance, and chloride-ion penetration resistance of cement mortar.

키 워 드 : 키토산, 카테콜 폴리머, 시멘트 모르타르, 압축강도, 염화물 이온 침투성

Keywords : cat-chit polymer; cement mortar; compressive strength; carbonation depth; chloride-ion penetrability

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

콘크리트는 저렴한 비용, 우수한 압축강도, 높은 내구성 등 많은 장점으로 인해 건설현장에서 널리 사용되는 재료이다[2]. 그러나 인장강도가 낮고 균열에 취약하여 이러한 문제를 극복하기 위한 고분자 재료가 개발되고 있다.

최근 대부분의 연구는 고분자 첨가제로 기존의 수지, 에폭시 등을 사용하였고[3-7] 시멘트 모르타르나 콘크리트에 변형된 생체모방 고분자를 적용하는 데 초점을 맞춘 연구는 없었다.

따라서 본 연구에서는 생체의 기본 구조 및 기능과 자연의 생물학적 물질을 모방한 생체모방 고분자로 잘 알려진 catechol-functionalized chitosan(Cat-Chit)을 합성하여 시멘트 모르타르에서의 적용성을 조사하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 실험 결과 및 논의

#### 2.1.1 CCP 특성화

CCP와 시멘트 모르타르의 상호 작용 메커니즘을 이해하기 위해, CCP가  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 반응하도록 하기 전과 후에 FT-IR을 사용하여 CCP의 작용기의 변화를 비교했다(그림 1). 이를 통해 CCP와  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  사이에 결합 또는 킬레이트화 과정과 같은 상호 작용이 발생했음을 시사한다.

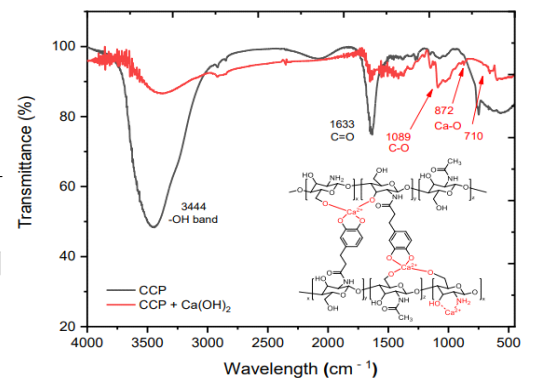


그림 1.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 반응할 때 CCP(빨간색 선) 및 CCP(검정색 선)의 FT-IR 스펙트럼

1) 원광대학교, 화학과

2) 원광대학교, 건축공학과 교수, 교신저자(csj2378@wku.ac.kr)

3) 원광대학교, 화학과 교수, 교신저자(hayeminko@wku.ac.kr)

### 2.1.2 시멘트 모르타르 특성

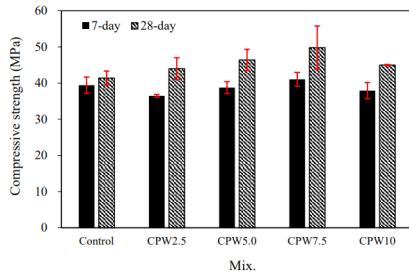


그림 2. 모르타르의 압축강도 비교

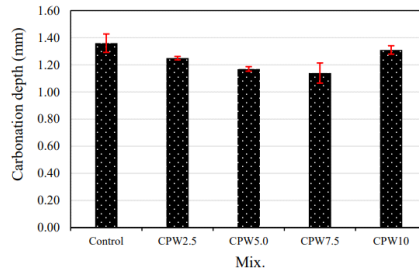


그림 3. 모르타르의 중성화 깊이 비교

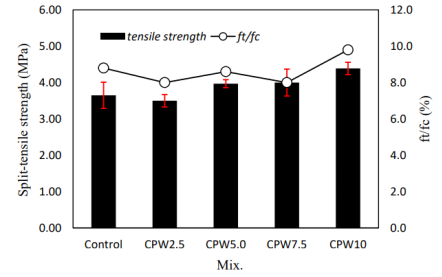


그림 4. 모르타르의 인장강도 비교

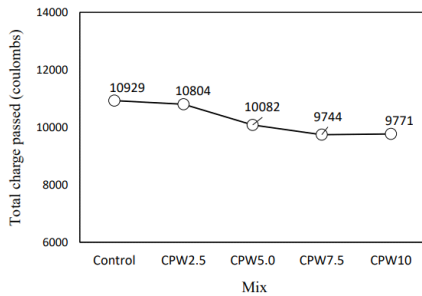


그림 5. 염화물 이온 침투성 비교

CCP 혼입 샘플 중 CPW7.5는 압축강도가 가장 높았고(그림 2) 모르타르의 중성화 깊이는 대조군보다 약 16% 낮았다(그림 3). 이는 중성화 저항성이 향상되었음을 의미하며 콘크리트 내부의 철근부식 등의 문제를 줄일 수 있다.

또한, CCP 혼입량에 따라 모르타르의 인장강도는 대조군보다 2.3~11.5% 더 높게 나타났다(그림 4). 따라서 CCP의 적절한 혼입은 기계적 물성뿐만 아니라 내탄화성을 효과적으로 향상시킨다.

CCP의 양이 증가함에 따라 샘플을 통과하는 총 전하는 감소하였다(그림 5). 이 결과로 CCP는 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성이 향상됨을 보였다.

## 3. 결론

본 연구는 기계적 특성과 내구성을 향상시키기 위해 시멘트 모르타르에 CCP를 처음 적용한 방법에 대해 설명한다. 결과적으로 시멘트 모르타르에 CCP를 혼입함으로써 압축강도, 내탄화성, 염화물 이온 침투 저항성 등이 향상되었으며 효과적인 고분자 첨가제로 확인되었다.

## 감사의 글

본 논문은 2021년 한국연구재단 기초연구실의 재정적 지원을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

## 참고 문헌

- Choi, S. -J.; Bae, S. -H.; Lee, J. -I.; Bang, E. J.; Ko, H. -M. Strength, Carbonation Resistance, and Chloride-Ion Penetrability of Cement Mortars Containing Catechol-Functionalized Chitosan Polymer. *Materials*, **2021**, *14*, 6395.
- Jang, I.; Son, D.; Ryu, Y.; Park, W.; Yi, C. Strength and healing performance of the mortar using bacterial pellet as a self-healing material. *J. Rec. Const. Res.* **2020**, *8*, 112-119.
- Ferdous, W.; Manalo, A.; Wong, H. S.; Abousnina, R.; Ajarmeh, O. S. A. I.; Zhuge, Y.; Schubel, P. Optimal design for epoxy polymer concrete based on mechanical properties and durability aspects. *Constr. Build. Mater.* **2020**, *232*, 117229.
- Azadmanesh, H.; Hashemi, S. A. H.; Ghasemi, S. H. The effect of styrene-butadiene rubber and ethylene vinyl acetate polymers on the mechanical properties of Engineered Cementitious Composites. *Compos. Commun.* **2021**, *24*, 100656.
- Shanmugavel, D.; Selvaraj, T.; Ramadoss, R.; Raneric, S. Interaction of a viscous biopolymer from cactus extract with cement paste to produce sustainable concrete. *Constr. Build. Mater.* **2020**, *257*, 119585.
- Snoeck, D.; Moerkerke, B.; Mignon, A.; De Belie, N. In-situ crosslinking of superabsorbent polymers as external curing layer compared to internal curing to mitigate plastic shrinkage. *Constr. Build. Mater.* **2020**, *262*, 120819.
- Mignon, A.; Vermeulen, J.; Snoeck, D.; Dubruel, P.; Van Vlierberghe, S.; De Belie, N. Mechanical and Self-healing properties of cementitious materials with pH-responsive semi-synthetic superabsorbent polymers. *Mater. Struct.* **2017**, *50*, 238.