폴리머 콘크리트를 이용한 조립식 수로구조물 표준도 개발

Development of Precast Channel Structure Using Polymer Concrete

박광수 · 신수균 · *김관호 · 김명원 · 이준구 (농어촌연구원)

Park, Kwang Soo · Shin, Su Gyun · Kim, Kwan Ho, Kim, Meyong Won, Lee, Joon Gu

Abstract

This study was developed high-quality a large size precast channel structure using polymer concrete to improve quality of the product as well as to enhance construction quality. Practical precast channel structure design and manufacture procedure for the high polymer concrete were described in this paper. Precast PC represent the fastest growing segment of the polymer concrete industry. The fast curing, high strength, and low impermeability permit thin section and rapid reuse of moulds. Precast channel structure will carry out structural experiment and analysis.

Ⅰ. 서 론

농업용 수리구조물 개보수사업은 가을에 착수하여 12월초까지 공사를 시행하고, 다음연도 3월 초순부터 모내기전까지 단기간에 공사를 마쳐야 하는 열악한 공사조건을 가지고 있다. 이러한점 때문에 일반적으로 농업용 수로 구조물로 많이 사용되고 있는 것 중의 하나가 벤치플륨(Ⅲ)이 있다. 이러한 공장 생산제품은 단시간에 대량의 제품을 계약 · 생산하여 현장에 반입시켜야 하므로 동일 생산라인으로 1일 4~5회 공정으로 제품을 급속하에 생산할 수밖에 없는 실정이다. 이렇게 급속고온양생된 공장제품은 내부조직이 동결융해에 취약한 구조로 이루어져 있다. 또한 현장타설을 하는 구조물도 용수단수 후 단기간에 공사를 시행하기 때문에 토공구간의 지하수 용출등으로 작업여건이 열악하며, 개보수 구간의 장비진입 곤란으로 레미콘 운반시간 지연과 다짐불량, 충분한 습윤양생이 이루어지지 않아 콘크리트의 품질이 저하되는 양상을 보이고 있다. 그리고 품질관리확인에 필요한 최소기간인 28일보다 단기간에 개보수 공사를 완료하여야 하므로 품질확인이 불가능하며 이로인해 소정 규격이하의 레미콘 현장반입 통제가 불가능한 현실이다. 따라서 농업용 수리구조물의 품질확인 및 관리, 단시간의 공사에 시공이 유리하며 내구성 증대를 위한 장기적인 경제성 확보를 위해 신건설재료인 폴리머 콘크리트를 이용하여 고품질의 조립식 수로구조물인 폴리머 콘크리트 용수개거를 개발하는데 그 목적이 있다.

Ⅱ.재료 및 방법

1. 결합재

① 불포화 폴리에스터 수지

불포화 폴리에스터 수지란 그 구성분자의 포화된 모노머가 에스테르 결합으로 중합된 고분자 화합물을 말한다. 본 연구에 사용된 불포화 폴리에스터 수지는 국내 ○○사의 코발트계 경화촉진제가 첨가 되어 있는 올소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하였다.

2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)

② 촉매제(개시제)

불포화 폴리에스터 수지의 경화를 위해서는 촉매제와 경화촉진제가 첨가되며, 촉진제가 첨가된 것은 촉매제만 첨가되면 경화반응이 일어난다. 본 연구에 사용된 불포화 폴리에스터 수지에는 공장에서 생산될 때 이미 경화촉진제가 첨가되어 있으므로 촉매제만 첨가하면 경화반응을 일으키게 되어 있다.

③ 수축저감제

수축량을 감소시키기 위하여 열가소성인 폴리스틸렌을 모노머에 용해시킨 수축저감제를 사용하였는데, 이는 폴리머 콘크리트가 구조부재로 사용할 경우 경화수축량에 의한 균열방지를 위해 사용되었다.

④ 충진재

폴리머 콘크리트에서 미립의 충진재를 사용하는 주목적은 단위체적당 수지의 사용량을 감소시기고 점성을 증가시켜 부착력을 크게 할 목적으로 미립충진제를 사용한다. 본 연구에서는 가격이 저렴하고 구입이 용이한 입자크기가 1~30㎛, 분말도 2,500~3000cm^2/g 인 중질탄산칼슘을 충진재로 사용하였다.

⑤ 골재

폴리머 콘크리트에 사용되는 골재는 일반 시멘트 콘크리트와 동일하다. 그러나 친수성인 골재가 수분을 흡수하면 폴리머 콘크리트에서는 골재를 둘러싼 결합재층과 골재 표면사이에 수막이 형성되어 결합재와 골재간의 접착력을 약화시켜 강도가 저하되므로 함수량이 0.5% 이하가 되도록 건조시킨 것을 사용하였다.

2. 폴리머 콘크리트 배합비

배합비 결정방법은 강도가 설계기준 강도를 만족하고 결합재량 즉, 수지량을 최소로 하는 조건과 시공성, 경제성등을 고려하여 반복 예비시험을 통해 결합재, 수축저감제, 충진재, 잔골재, 굵은 골재를 결정하였다. 본 연구에 사용된 폴리머 콘크리트 배합비는 (표 2.1)과 같고 폴리머 콘크리트 역학적 성질은 (표 2.2)와 같다

(표 2.1) 폴리머 콘크리트 배합비 (단위: wt.%)

불포화 폴리에스터 수지	수축 저감제	충진재	굵은 골재	잔골재
10	2	20	20	48

(표 2.2) 폴리머 콘크리트 역학적 성질

압축강도 (kgf/㎠)	쪼갬인장강도 (kgf/㎠)	휨강도 (kgf/㎠)	탄성계수 ($\times 10^5$kgf/㎠)
1,010	122	250	2.1

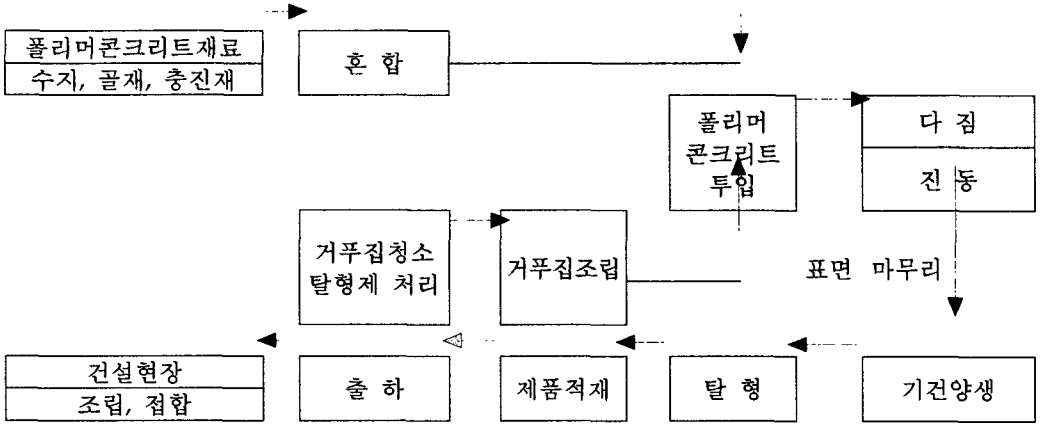
Ⅲ. 폴리머 콘크리트 용수개거의 단면설계 및 제작

본 연구에서 폴리머 콘크리트 용수개거 설계는 건설교통부의 도로교 표준 시방서, 콘크리트 구조설계기준, 농어촌진흥공사의 수리구조물제품 개발 및 보급을 기준으로 하였다.

지반조건은 흙의 성질을 사질토를 가정하였으며, 표준관입시험치 N=20, 흙의 단위체적 중량 γ_s=2.0 tf/m^3 이고, 흙의 내부마찰각 ϕ=30 °로 하였다. 또한 본 연구에 사용된 폴리머 콘크리트의 재료상수는 역학적 특성인 압축강도 f_c=1,000 kgf/cm^2, 휨강도

f_F =250 kgf/cm^2, 탄성계수 E_c= 2.1×10^5 kgf/cm^2, 프와송비 μ=0.23, 단위중량 γ_c =2.4 tf/m^{3}을 적용하였다. 폴리머 콘크리트 용수개거의 단면 크기는 B×H=0.8m×0.8m을 개발하였다. 본 연구에서는 기존 벤치플룸과 비슷한 모양을 가지고 있으나, 폴리머 콘크리트 용수개거는 벽체가 얇기 때문에 측벽에 작용하는 토압, 상재하중, 지하수위를 고려하여 측벽에 돌기부를 형성한 것이 특징이다. 그리고 구조물의 부재특성에 맞게 구조해석모델을 실시하였다. 이러한 설계조건에 근거하여 토압, 지하수위, 상재하중 등 외부 작용하중을 수계산을 한 다음 구조해석프로그램을 이용하여 단면력과 부재의 위치별 휨응력을 산출하였다. 산출된 부재 휨응력이 안전범위에 이르기 까지 단면의 치수 즉, 측벽과 저판 두께 및 리브치수를 가정하여 반복 계산하였다.

개발된 구조시험용 폴리머 콘크리트 용수개거는 공동연구기관인 참여업체에서 제작하였으며 20일간 양생한 후 구조시험을 실시하였다. 본 연구에 사용된 폴리머 콘크리트 배합비는 (표 2.1)에 결정된 배합비를 사용하였다. 개발된 폴리머 콘크리트 용수개거 제조공정은 <그림 3.1>과 같다.



<그림 3.1> 폴리머 콘크리트 용수개거 제조공정

Ⅳ. 폴리머 콘크리트 용수개거 시범시공

<그림 4.1>은 현장에 운반된 폴리머 콘크리트 용수개거를 나타낸 것이고, <그림 4.2>는 장비를 이용하여 운반하는 전경을 보여 주고 있으며, <그림 4.3>는 거치 된 후 시범시공 전경을 나타낸 것이다. <그림 4.4>은 고무지수재를 삽입후 볼트이음 연결전경을 나타내고 있는 것이고, <그림 4.5>은 시범시공전 현장전경을 보여주고 있으며 <그림 4.6>은 시범시공후 현장전경을 비교하여 나타낸 것이다.

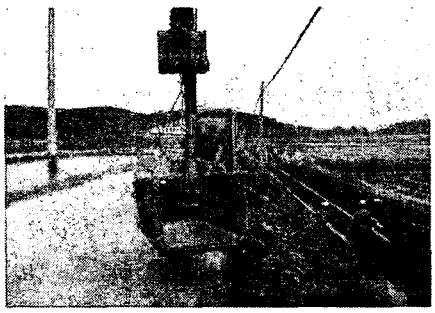
Ⅴ. 종합결론

1) 신건설재료인 폴리머 콘크리트를 이용하여 기존의 시멘트 콘크리트가 갖는 단점을 보완하여 농업용 수리구조물의 하나인 폴리머 콘크리트 용수개거를 제작하였는데, 이것의 장점으로는 공장에서 생산되며 품질관리를 할 수 있어 품질이 양호하고, 연결부 이음방식은 고무지수재를 삽입하고 볼트로 체결함으로서 수밀성이 양호하여 누수가 없

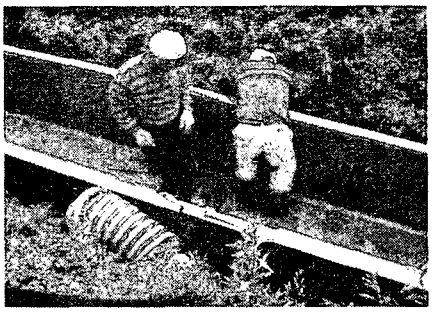
고, 시멘트 콘크리트 제품과 같은 증기양생과정이 없어 양생불량으로 인한 품질저하가 없다. 또한 고강도이며, 열에 대한 변형이 없는 것이 특징으로 나타났으며 동결융해에 대한 피해가 거의 없어 내구성이 우수하고 장기적인 경제적면에서 유리할 것으로 판단된다.

2) 기존의 시멘트 콘크리트 제품과 현장타설 콘크리트보다 단면의 두께를 줄일수 있었으며, 공장제품으로 생산 하는 과정에서 거푸집의 효율을 증진 시킬수 있었다.

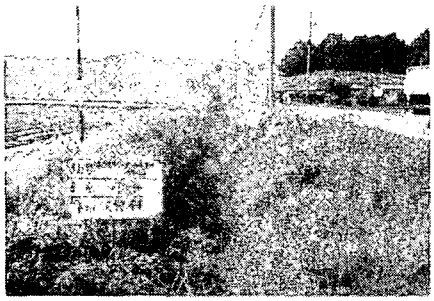
3) 폴리머 콘크리트 용수개거의 보다 정확한 구조부재 설계를 실시하여, 단면의 체적과 첨가되는 수지량 등을 줄여 재료비 단가를 낮추면 경쟁력 있는 제품이 될 것으로 판단된다.



<그림 4.1> 장비를 이용하여 운반하는 전경



<그림 4.2> 고무지수재를 삽입 후 볼트이음 연결 전경



<그림 4.3> 시범시공 전 현장전경

<그림 4.4> 시범시공후 현장전경

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, "수리구조물제품개발 및 보급", 농어촌연구원, 1990.
2. 농어촌진흥공사, "수리시설물설계자동화 시스템개발", 1996.
3. Helal, M. S., "Experimental Study of Mechanical Properties and Structural Applications of Polymer Concrete," the Degree of Doctor of Philosophy, the University of Rice, 1978
4.김 관호, "철근보강 고강도 폴리머 콘크리트 보의 휨거동", 강원대학교 대학원 박사학위논문, 2000.
5. 李 倫洙, "輕量ポリエステルモルタルの性質と調合設計," 日本大學博士學位論文, 平成 10年3月