

채움재 종류에 따른 투수콘크리트 성능 연구

Study on Porous Concrete According to Filler

노 병 철* 최 규 형* 김 정 훈* 차 광 일*
Lho, Byeong Choul Choi, Kyu Hyung Kim, Jeong Hoon Cha, Kwang ill

ABSTRACT

The study focuses on the mixture of materials for the development of porous concrete with unsaturated polyester resin. The materials used in the mixture include the coarse aggregates unsaturated polyester resin as binder, calcium carbonate and sand as a filler. An experimental procedure has been carried out to select the best combination of the materials that satisfy both the required permeability and compressive strength.

1. 서론

우수유출저감효과와 지하수위 상승효과를 위해 투수콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 투수콘크리트는 강도와 투수성의 반비례관계로 인해 두 가지 조건을 만족시키기가 어려운 실정이다.

본 연구에서는 굵은골재와 불포화폴리에스테르수지 그리고 채움재로 구성된 투수콘크리트를 바탕으로 채움재의 변화에 따른 투수콘크리트의 성능을 규명하여 최적의 재료를 선정하여 투수콘크리트의 성능을 향상시키고자 한다. 이를 위해 채움재를 탄산칼슘, 잔골재로 나누었으며 표준입도범위의 굵은골재를 사용하여 그 성능을 비교·분석하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 공시체 제작

골재의 입도 변화 및 채움재의 변화에 따른 투수콘크리트의 성능을 규명하기 위하여 표 1과 같이 투수콘크리트 시편을 제작하였다. 각 그룹의 굵은골재는 최대치수가 19mm인 표준입도 범위의 굵은골재이며, 결합재는 불포화폴리에스테르 수지를 사용하였으며 사용량은 굵은골재 중량비의 6~7%사용하였다. 채움재는 그룹별로 종류를 달리 사용하였다. M은 사용하지 않았으며, S는 잔골재, C는 탄산칼슘을 사용하여 제작 하였다.

2.2 공극률

공극률 분석은 크기가 $\phi 100 \times 200$ mm인 원주형 공시체의 표면건조상태 중량과 완전포화시킨 공시체의 중량을 측정하여 식 (2)에 의해 계산하였다.

* 정희원, 상지대학교 건설시스템공학과 교수
** 정희원, 상지대학교 건설시스템공학과 대학원생
*** 정희원, 상지대학교 토목공학과 연구조교

$$P_0 = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \times 100 \quad (1)$$

여기서, P_0 : 공극률 (%)

W_1 : 공시체 표면건조상태의 중량 (g)

W_2 : 공극을 채운 물의 중량 (g)

표 2 시험체 제작

그룹	채움재 종류	굵은골재 (%)	결합재 (%)	채움재 (%)	F/B	수량
M	-	94	6	0	0	3
		93	7	0	0	3
		92	8	0	0	3
S	잔골재	88	6	6	1	6
		82		12	2	6
		76	7	18	3	6
		86		7	1	6
C	탄산칼슘	79	7	14	2	6
		72		21	3	6
		84	8	8	1	6
		76		16	2	6
		68		24	3	6
합계						63

2.3 투수계수

투수콘크리트의 투수계수는 일반콘크리트의 투수계수보다 10^{10} 배 이상 높기 때문에 일반콘크리트의 투수계수시험기로는 측정이 불가능하여 KS F 2322<흙의 투수 시험 방법>의 정수위 투수 시험법에 준하여 실시하였다. $\phi 100 \times 200$ mm의 원주형 투수콘크리트 공시체를 특수 제작한 투수시험기로 실험하였으며 투수계수(K)는 식 (1)에 의해 계산하였다.

$$K = \frac{VL}{Ah(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

여기서, K : 투수계수 (cm/sec)

L : 시료의 높이 (cm)

A : 시료의 단면적 (cm²)

h : 수두 (cm)

V : (t₂-t₁) 시간(s)내에 월류한 수량 (cm³)

2.4 압축강도

압축강도 분석은 KS F 2405<콘크리트 압축강도 시험방법>에 준하여 실험을 실시하였다. $\phi 100 \times 200$ mm 크기의 원주형 공시체를 용량 2,000kN의 만능재료시험기를 이용하여 실험하였다.

3. 실험결과

3.1 공극률 및 투수계수

그림 1과 그림 2는 채움재의 종류에 따른 공극률과 투수계수를 각각 나타낸 것이다. 무사용 시편은 채움재를 사용하지 않고 굵은골재와 결합재인 불포화폴리에스테르수지만을 이용하여 배합한 것이다.

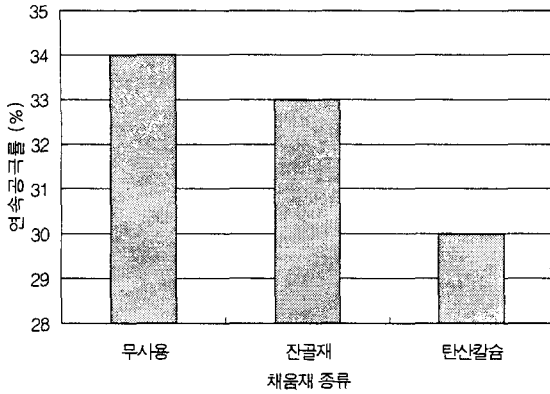


그림 1 채움재 종류에 따른 공극률

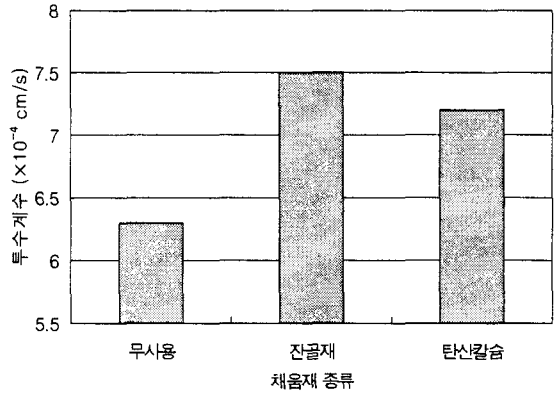


그림 2 채움재 종류에 따른 투수계수

잔골재와 탄산칼슘은 채움재를 각각 잔골재와 탄산칼슘을 이용하여 배합한 것으로 F/B에 의해 사용량을 결정하였다. 그림 1에 나타난 바와 같이 채움재를 사용하지 않은 경우에는 연속공극률이 34%를 나타냈으며, 잔골재와 탄산칼슘은 각각 33%, 30%를 나타내었다. 투수계수의 경우 그림 2에서 보는바와 같이 결합재를 사용하지 않은 무사용, 잔골재, 탄산칼슘은 각각 6.3, 7.5, 7.2 ($\times 10^{-4}$ cm/sec)로 나타났다. 결합재를 사용하지 않은 시편의 투수계수가 낮은 이유는 불포화폴리에스테르수지가 배합 후 잉여 양이 바닥으로 흘러내려 쌓인 것에 기인한 것으로 판단된다. 공극률과 비교해보면 공극률은 가장 크게 나타났지만 투수계수가 낮은 것은 이러한 원인에 의한 것으로 판단된다. 채움재를 잔골재와 탄산칼슘을 사용한 시편에 있어서는 잔골재가 투수계수가 크게 나타났다. 이는 잔골재의 표면적이 탄산칼슘 보다 상대적으로 크기 때문에 공극의 확보는 물론 투수계수의 확보가 용이한 것으로 판단되어진다.

3.2 압축강도

압축강도 시험은 그림 3과 같은 방법으로 실시하였다. 시편의 면을 초속경시멘트를 이용하여 면처리를 하여 하중재하 시의 발생가능성이 있는 응력집중을 최소화하였다. 그림 4는 실험결과를 나타낸 것으로 채움재를 무사용, 잔골재, 탄산칼슘으로 한 시편이 각각 4.9, 5.5, 5(MPa)를 나타내었다. 채움재를 잔골재를 사용한 경우 굽은골재와 결합재간의 결합면적을 크게 하였으며, 잔골재 자체의 강도가 발현된 것으로 판단되어진다. 그러나 탄산칼슘의 경우 굽은골재와 결합재간의 면적을 어느 정도 크게 할 수는 있을지 모르나 입도 자체가 작아서 강도를 발현 하는데 영향을 적게 미치는 것으로 판단된다.

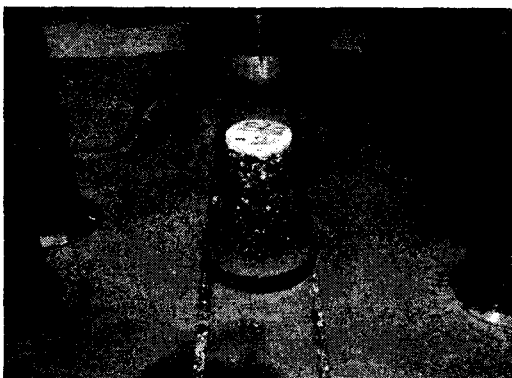


그림 3 압축강도 시험

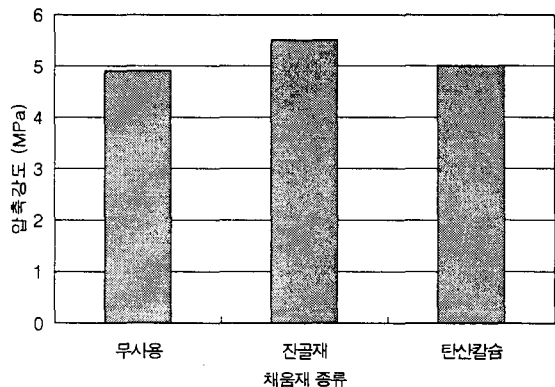


그림 4 채움재 종류에 따른 압축강도

4. 결론

- (1) 혼합입도의 투수콘크리트는 공극률이 30~34%로 나타났으며, 채움재를 사용하지 않은 시편, 잔골재를 사용한 시편, 탄산칼슘을 사용한 시편의 공극률이 각각 34, 33, 30%로 나타났다.
- (2) 투수계수의 경우 채움재를 사용하지 않은 시편, 잔골재를 사용한 시편, 탄산칼슘을 사용한 시편이 각각 6.3×10^{-4} , 7.5×10^{-4} , 7.2×10^{-4} (cm/sec)로 나타났으며 투수계수는 잔골재가 가장 큰 것으로 나타났다. 이론상 채움재를 사용하지 않은 시편의 공극률 및 투수계수가 큰 것이 옳은 것으로 판단되어지나 실험결과 채움재를 사용하지 않을 경우 결합재의 잉여량이 발생하여 바닥에 깔리는 것으로 판단되어진다.
- (3) 압축강도의 경우 채움재를 사용하지 않은 시편, 잔골재를 사용한 시편, 탄산칼슘을 사용한 시편이 각각 4.9, 5.5, 5(MPa)로 나타났으며 채움재를 잔골재로 사용한 시편의 압축강도가 가장 크게 나타났다. 잔골재를 채움재로 사용할 경우 굵은골재와 결합재간의 결합면적을 증가시키는 효과가 있는 것으로 판단되어진다. 또한 잔골재 자체의 강도가 있어 압축강도가 가장 큰 것으로 나타났다.
- (4) 투수성과 강도를 고려할 때 채움재를 잔골재로 사용하는 것이 우수하게 나타났으며 이때의 배합은 굵은골재가 80.6(wt%), 채움재인 잔골재가 14.6(wt%), 결합재인 불포화폴리에스테르수지가 4.8(wt%)일 때 공극률이 약 33%, 투수계수가 약 7.5×10^{-4} (cm/s), 압축강도가 약 5.5(MPa)로 나타났다.
- (5) 본 연구를 통하여 채움재의 입도가 큰 것이 결합재의 접촉면적을 넓혀 강도증진의 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 강도 증진의 가능성은 평가가 되었으나 강도 수준이 아직 부족한 실정임으로 이에 대한 연구가 계속 이어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 콘크리트연구단의 지원으로 이루어졌으며 이에 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 이영렬, "단입도(6~10mm 쇠석 골재) 투수콘크리트 비차도용 포장 시공법", 가을 학술발표회논문집, 한국콘크리트학회, 1999, pp.829-836.
2. 문한영, 김성수, 정호섭, "투수성 콘크리트 포장의 실용화를 위한 실험적 연구", 한국콘크리트학회논문집, 한국콘크리트학회, 제10권, 제3호, 1998, pp.165-173.
3. 구본학, 김용규, "다공질 콘크리트를 이용한 식생용 콘크리트의 특성", 한국환경복원기술학회 학회논문집, 한국환경복원기술학회, 제2권, 제2호, 1999, pp.62-70
4. 연구석, 박제선, 김광우, 김태경, "폴리에스터 폴리머 콘크리트의 파괴거동" 봄 학술 발표회논문집, 한국콘크리트학회, 1993, pp.53-58
5. 연구석, 김동준, 김운환, 김남길, 주명기, 이운수, "MMA 개질 폴리머 모르타르의 굳기전 성질", 가을 학술발표회논문집, 한국콘크리트학회, 2002, pp.763-768