

잔골재 종류 및 감수제 첨가율에 따른 콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Engineering Properties of Concrete with Kind of Fine Aggregate and Addition Ratio of Water Reducing Agents

신관수^{*} 나철성^{**} 백용락^{***} 최세진^{****} 김규용^{*****} 김무한^{*****}
Shin, Kwan-Soo Na, Chul-Sung Paek, Yong-Lak Choi, Se-Jin Kim, Gyu-Yong Kim, Moo-Han

ABSTRACT

Recently, trouble of sand supply is occurred according to exhaustion of natural sand resources. To solve this problem, sea sand and crushed sand are used. But, necessity of water reducing agent because quality of concrete that use sea sand and crushed sand is deteriorated. Therefore in this study was examined on the engineering properties of concrete with kind of fine aggregate and addition ratio of water reducing agents.

As a result, compressive strength appeared similar standard regardless of kind of fine aggregate. Compressive strength, durability was similar in decrease of the unit water content by increase of addition ratio of the water reducing agent. Also, drying shrinkage resistivity was improved because the unit water content decreased.

1. 서론

과거 국내 콘크리트용 모래의 경우 강모래가 대부분 사용되었으나 국내 건설시장의 성장 및 다수의 다목적 댐의 영향으로 상류 토사의 하류 이동이 어려워짐에 따라 모래의 자원량이 급격히 감소하였다. 이로 인하여 잔골재 공급의 어려움이 발생하고 있는 실정이며 이러한 문제를 해결하기 위하여 바다모래 및 부순모래가 대체골재로 사용되고 있다. 그러나 대체골재의 경우 강모래에 비하여 입형이 불량하고 미립분량이 많아 전반적으로 콘크리트의 품질이 저하되는 경향이 있어 혼화제의 사용이 불가피하다.

따라서 본 연구에서는 잔골재의 종류 및 감수제 첨가율에 따른 콘크리트의 공학적 특성에 관하여 바다모래 및 부순모래 콘크리트의 유동특성, 역학적특성 및 내구특성을 검토함으로써 향후 대체골재를 사용한 콘크리트의 품질관리를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획 및 배합

본 연구의 실험계획 및 배합은 표 1에 나타낸 바와 같이 물결합재비를 50%, 감수제 첨가율 0.5 및 0.7 % 2수준, 잔골재 종류는 바다모래 및 부순모래 2수준으로 설정하였다. 또한 감수제 첨가율에 따른 콘크리트의 공학적 특성을 검토하기 위하여 감수제 첨가율 0.7%의 경우 단위수량은 감수제 첨가율 0.5%와

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
*** 정회원, 한국원자력 안전기술원 책임연구원, 공박
**** 정회원, (주)삼표 기술연구소 책임연구원, 공박
***** 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

표 1 실험 계획

실험요인 및 수준								단위중량 (kg/m ³)				측정항목			
W/B (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	잔골재율 (%)	잔골재 종류	조립율 (F.M.)	감수제 첨가율 (%)	단위중량 (kg/m ³)	시멘트	F A	바다모래	부순모래	굵은골재	굳지않은 성상 ¹⁾	경화성상 ²⁾	내구성상 ³⁾
50	15 ± 1	4.5 ± 1.5	49	바다모래	2.9	0.5	173	294	52	854	0	906	• 공기량 (%) • 슬럼프 (mm) • 블리딩량 (cm ³ /cm ²) • 응결시간 (h:m)	• 압축강도 (MPa)	• 중성화 깊이(mm) • 염화물 이온침투 깊이(mm) • 길이 변화율(%)
						0.7	160	272	48	882	0	935			
				부순모래	3.0	0.5	173	294	52	0	857	906			
						0.7	165	281	50	0	874	924			

주1) 굳지않은 성상의 측정은 비빔직후, 경과시간 40분 및 60분에 실시

주2) 경화성상의 측정은 재령 3, 7, 28, 56일에서 실시,

주3) 내구성상은 촉진재령 1, 4, 8주에서 측정

동일 슬럼프를 만족시키도록 바다모래 및 부순모래에서 각각 160 kg/m³ 및 165 kg/m³으로 설정하였다.

2.2. 사용재료 및 비빔방법

본 연구에서 사용된 재료의 물리적 성질은 표 2에 나타난 바와 같으며, 사용된 골재의 경우 굵은골재는 비중 2.65의 부순자갈을 사용하였고, 잔골재의 경우 비중 2.56의 일반 바다모래와 비중 2.58의 부순모래를 사용하였다.

표 2 사용재료의 물리적 성질

사용재료	물리적성질
시멘트	• 보통포틀랜드시멘트 (비중:3.15, 분말도:3,770)
혼화제	• 플라이애시 (비중:2.13, 분말도:2,976)
잔골재	• 바다모래 : 비중 : 2.58, 조립율 : 2.9, 흡수율 : 0.6%
	• 부순모래 : 비중 : 2.61, 조립율 : 3.0, 흡수율 : 0.73%
굵은골재	• 부순자갈 (비중:2.65, 조립율:6.02, 흡수율:1.39%)
혼화제	• 나프탈렌계 감수제

또한 콘크리트의 비빔은 100ℓ 강제식 펜타입 믹서를 사용하여 시멘트와 잔골재를 투입하여 30초간 건비빔한 후 물을 투입하여 60초간 비빔을 실시하고, 감수제를 첨가하여 다시 60초간 비빔 후, 굵은골재를 투입하고 60초간 비빔을 실시하여 총 210초가 소요되었다.

2.3. 시험체 제작 및 시험방법

콘크리트의 굳지않은 성질을 측정하기 위해 공기량 시험, 슬럼프 시험, 블리딩 시험 및 응결시험을 각각의 KS규준에 준하여 실시하였다. 압축강도 평가용 시험체는 KS F 2403에 준하여 제작하고 측정재령까지 수중양생을 실시한 뒤 콘크리트용 연마기로 평활하게 마감하고 KS F 2405에 준하여 압축강도를 측정하였다. 중성화 및 염화물 이온 침투깊이 측정용 시험체는 각각 7.5 × 10 × 40 cm와 10 × 10 × 40 cm의 시험체로 제작하여 28일 수중양생을 실시한 후 14일간 기건양생을 실시하였다. 중성화시험은 온도 20℃, 상대습도 60%, CO₂ 농도 5%의 조건에서 중성화 촉진을 실시한 후 각각의 시험체를 할렬하여 1% 페놀프탈레인 에탄올 용액을 이용하여 측정하였다. 염화물이온 침투깊이의 3%의 NaCl 수용액에 침지하여 각각 시험체를 할렬한 후 0.1N AgNO₃ 용액을 분무하여 염화물이온 침투깊이를 측정하였다. 콘크리트의 길이변화율은 KS F 2424에 준하여 측정을 실시하였으며 시험체를 1주일 수중양성한 후 다이얼게이지를 사용하여 측정하였다.

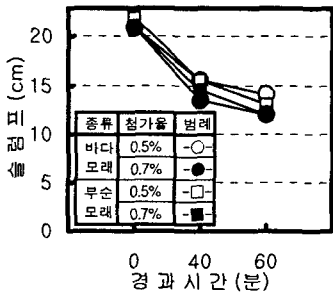


그림 1 감수제 첨가율에 따른 슬럼프의 변화

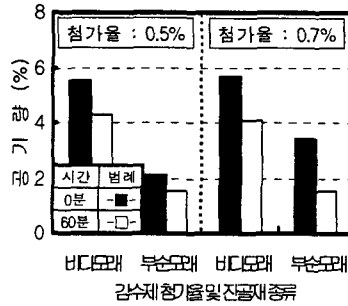


그림 2 감수제 첨가율 및 잔골재 종류에 따른 공기량 변화

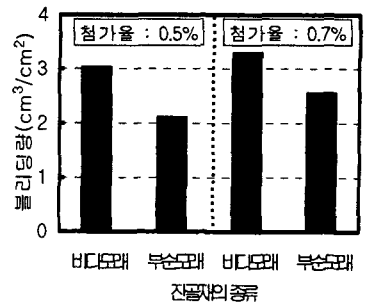


그림 3 감수제 첨가율에 따른 블리딩량의 변화

3. 실험결과 및 고찰

3.1 굳지않은 성질 및 응결특성 검토 및 분석

그림 1은 감수제 첨가율에 따른 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로 시간이 지남에 따라 슬럼프로스는 감수제 첨가율 0.7%에서 다소 커지는 것으로 나타났으며, 부순모래의 경우의 슬럼프로스는 감수제 첨가율에 관계없이 유사하게 나타났다.

그림 2는 감수제 첨가율에 따른 공기량 변화를 나타낸 것으로 비빔직후 공기량은 잔골재의 종류와 관계없이 모두 감수제 첨가율이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 경과시간 60분에서의 공기량은 감수제 첨가율 0.5% 보다 0.7%의 경우가 공기량의 감소폭이 더 큰 것으로 나타났다.

한편, 그림 3은 감수제 첨가율에 따른 블리딩량의 변화를 나타낸 것으로 블리딩량은 감수제 첨가율 0.7%에서 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 그림 4는 감수제 첨가율에 따른 관입저항치의 변화를 나타낸 것으로 감수제 첨가율 0.7%의 경우 종결까지의 시간이 긴 것으로 나타났고, 부순모래의 경우 감수제 첨가율이 증가함에 따라 응결지연 시간이 다소 증가하는 것으로 나타났다.

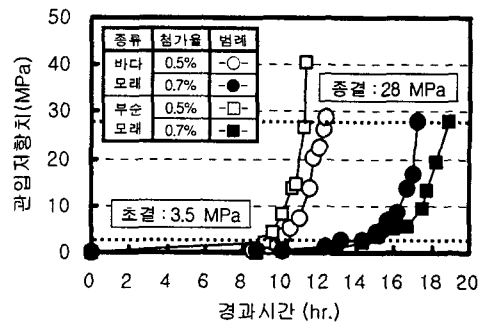


그림 4 감수제 첨가율에 따른 관입저항치의 변화

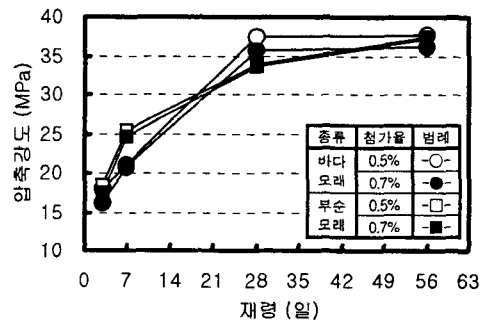


그림 5 감수제 첨가율에 따른 압축강도의 변화

3.2 경화특성 검토 및 분석

그림 5는 감수제 첨가율에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것으로 재령 7일에서는 부순모래를 사용한 콘크리트에서 강도가 큰 것으로 나타났으나 재령 28일에서는 바다모래를 사용한 콘크리트에서 강도가 크게 나타났고 재령 56일에 와서는 거의 유사한 값으로 되었다.

또한 압축강도는 잔골재의 종류에 관계없이 감수제 첨가율이 증가하면 압축강도는 다소 저하하는 것으로 나타났으나 재령이 증가할수록 압축강도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며 특히 부순모래의 경우 재령 28일 이후에는 감수제 첨가율의 증가로 인한 단위수량의 감소와는 관계없이 압축강도가 거의 유사한 것으로 나타났다.

3.3 내구특성 검토 및 분석

그림 6 및 7은 감수제 첨가율에 따른 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이의 변화를 나타낸 것으로 감수제 첨가율을 증가시켜 단위수량을 감소시킬 경우에도 중성화 및 염해저항성은 유사한 수준을 유지하였으며, 골재종류의 변화에도 유의할만한 경향은 나타나지 않았다.

그림 8은 감수제 첨가율에 따른 길이변화율의 변화를 나타낸 것으로 감수제 첨가율을 증가시켜 단위수량을 감소시킬 경우 건조수축은 감소하는 것으로 나타났다. 또한 바다모래에 비하여 부순모래의 경우 건조수축에 의한 길이변화율이 다소 큰 것으로 나타났다.

4. 결론

잔골재의 종류 및 감수제 첨가율에 따른 콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 잔골재의 종류에 관계없이 감수제 첨가율을 증가시켜 슬럼프를 동일하게 유지한 콘크리트의 경우 공기량은 유사한 수준으로 나타났으나 블리딩량이 증가하고 응결시간이 지연되는 것으로 나타났다.
- 2) 압축강도는 골재의 종류에 따라 초기재령에는 다소 차이가 나타났으나, 재령 56일에서는 유사한 강도를 보였으며, 감수제 첨가율의 증가로 인한 단위수량의 감소에도 압축강도는 유사한 수준으로 나타났다.
- 3) 내구성상에서는 감수제 첨가율의 증가로 인한 단위수량의 감소에도 내구성은 유사한 수준으로 나타났으며, 감수제 첨가율이 증가할수록 건조수축에 대한 저항성은 향상되는 것으로 나타났으나, 부순모래의 경우 바다모래에 비해 건조수축이 다소 크게 나타나 장기안전성에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김무한 외, 수도권 부순모래의 품질특성 및 부순모래 대체율에 따른 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구, 한국건축시공학회 04 학술·기술논문발표회 2004. 05, pp. 51~55
2. 堺孝司 外, 花崗巖系碎砂を用いたコンクリートに関する基礎的研究, コンクリート工學論文集, 第15巻 第2號, 2004. 05, pp. 35~41
3. 박승범 외, 부순모래와 석분을 사용한 콘크리트의 역학적 특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 1996년도 봄 학술발표회 논문집 : Vol.8 No.1, 1996, pp. 7~11

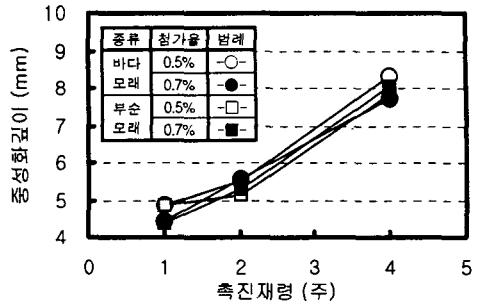


그림 6 감수제 첨가율에 따른 중성화 깊이의 변화

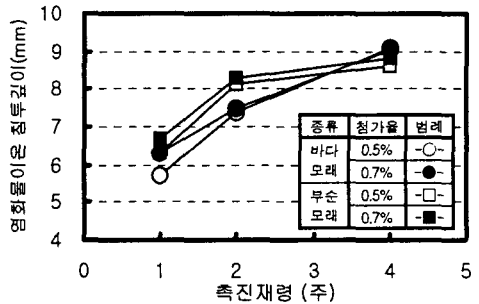


그림 7 감수제 첨가율에 따른 염화물이온 침투깊이의 변화

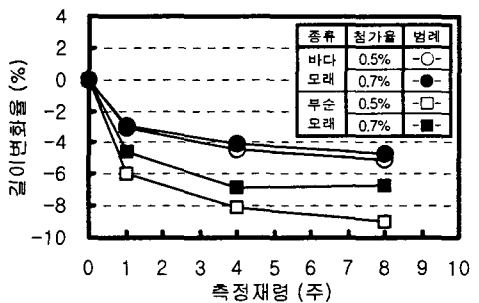


그림 8 감수제 첨가율에 따른 길이변화율의 변화