

수중불분리성혼화제 사용 수중콘크리트의 제물성에 관한 연구

A Study on the Properties of Underwater Concrete Using various Anti-washout Admixtures

문 한 영* 김 진 철** 유 정 훈** 이 재 준***
Moon, Han-Young Kim, Jin-Cheol, Yoo, Jung-Hoon Yi, Jae-Jun

ABSTRACT

Recently, underwater concrete constructions are increasing. Therefore it is considered important to control the quality of underwater concrete. In this paper, we have an intention of evaluating fundamental properties of underwater concrete using the anti-washout admixtures. Thus, it has been investigated that the setting slump flow of the concrete, pH value and suspended solids in solution, compressive strength on both of specimens made above and under water. Also the percentage of fine aggregate has been found to alter the compressive strength in underwater concrete.

1. 서론

최근 영종도 신공항을 잇는 연육교, 서해대교 및 광안대교 등과 같은 대형 해양구조물이 증가함에 따라 수중콘크리트의 사용이 많아지므로써, 수중에 타설된 콘크리트의 신뢰성과 내구성 확보를 위한 품질관리가 더욱 중요시되고 있다.

특히 콘크리트가 수중에 타설될 때 물에 의해 희석 내지는 시멘트가 유실되어 품질이 떨어지게 될 뿐만 아니라, 콘크리트 속에 묻은 철근이 녹슬게 되므로 시공시에 각별히 유의해야 한다.

그래서 콘크리트 혼합수의 점성을 증가시켜 굳지않은 콘크리트의 점성을 높임으로써 타설 중 시멘트 유실을 줄일 수 있는 수중불분리성혼화제가 개발되어 종래의 수중콘크리트보다 우수한 품질의 수중콘크리트를 시공할 수 있게 되므로써 사용실적이 점차 증가하는 추세에 있다.

본 연구에서는 4종류의 수중불분리성혼화제를 선정하여 수중콘크리트의 공기량, 응결시간, 슬럼프 플로우, 경과시간에 따른 슬럼프플로우 손실 및 수중불분리도에 대한 실험 결과를 비교 고찰하였다.

* 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 정회원, 한양대학교 대학원 토목공학과 박사과정

*** 정회원, 한양대학교 대학원 토목공학과 석사과정

2. 사용재료

- (1) 시멘트 : S사의 비중 3.15, 비표면적 3,112 cm²/g인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.
- (2) 골재 : 잔골재는 비중 2.59, 흡수율 0.88%, 조립률 2.92인 바다모래를 세척하여 사용하였으며, 굵은골재는 비중 2.74, 흡수율 1.10%, 조립률 7.30인 부순돌을 사용하였다.
- (3) 수중불분리성혼화제 : 현재 국내에서 주로 사용되고 있는 수용성 셀룰로오스계 수중불분리성혼화제 4종류와 델라민계의 유동화제를 사용하였다.

3. 실험방법

- (1) 현탁물질량 및 pH 측정 : 현탁물질량과 pH는 일본토목학회의 「수중불분리성 콘크리트의 설계시공 지침(안)」의 수중불분리도 측정 방법에 준하여 실시하였다.
- (2) 콘크리트 응결시간 측정 : 양생온도 14±1℃ 및 18±1℃에서 KS F 2436에 준하여 실시하였다.
- (3) 공기량 및 슬럼프플로우 시험 : 공기량 시험은 KS F 2421, 슬럼프플로우 시험은 대한토목학회 표준 「수중불분리성 콘크리트의 슬럼프플로우 시험방법」에 준하여 슬럼프 콘을 들어올려 5분 경과 후에 측정하였다.
- (4) 콘크리트 압축강도 측정 : 수중콘크리트용 공시체는 대한토목학회 표준 「수중불분리성 콘크리트의 압축강도 시험 수중제작 공시체의 제작방법」에 준하여 제작한 후 압축강도를 측정하였다.
- (5) 콘크리트 배합 : 굵은골재 최대치수 25mm, 물-시멘트비 55%, 단위수량 220kg/m³, 잔골재율 40, 43 및 45%이며, 수중불분리성혼화제는 제조회사별 표준사용량으로 정하고, 유동화제는 시멘트 중량의 2~2.3% 범위로 사용하였다.

4. 실험결과에 대한 고찰

(1) 수중콘크리트의 현탁물질량과 pH값

콘크리트를 수중에 자유 낙하시킬 경우 시멘트의 유실정도를 알아보기 위하여 현탁물질량과 현탁액의 pH값을 측정하여 정리한 것이 그림 1이다. 이 그림에서 3종류 콘크리트의 pH값과 현탁물질량은 큰 차이가 없는 유사한 경향을 나타내었으나, D사의 제품을 사용한 콘크리트의 pH값과 현탁물질량이 가장 큰 값을 나타내어, 시멘트의 유실이 큰 좋지 않은 결과를 나타냄을 알 수 있다. 이들 값의 크고 작음은 수중콘크리트의 재료분리의 정도 등 품질을 평가하는 하나의 참고자료로 활용된다.

(2) 수중콘크리트의 응결시간

일반적으로 셀룰로오스계 수중불분리성혼화제를 사용한 콘크리트는 응결시간이 지연될 뿐만 아니라 양생온도의 영향을 크게 받는다고 한다. 그래서 양생온도의 영향을 알아보기 위해서 14±1℃와 18±1℃로 변화시킨 콘크리트의 응결시간을 측정하여 정리한 것이 그림 2이다. 이 그림에서 수중불분리성혼화제를 사용하지 않은 경우 콘크리트의 응결시간이 빠른 반면, 4종류의 수중불분리성혼화제를 사용한 콘크리트의 응결시간은 혼화제의 종류에 따른 차이는 거의 없었으나, 초결이 약 10~12시간, 종결이 약 8~14시간이 지연되었을 뿐만 아니라, 양생온도 14±1℃와 18±1℃를 비교해보면 콘크리트의 종결시간이 약 5시간 정도 차이가 있어, 양생온도가 응결시간에 미치는 영향이 큼을 알 수 있다. 이 값은 대한토목학회 「콘크리트용 수중불분리성혼화제 품질규준(안)」의 초결 및 종결시간 각각 5시간

이상 및 30시간 이하를 만족하였다.

(3) 수중콘크리트의 공기량

수중불분리성혼화제가 혼합수와 접촉하여 팽윤하면서 망상의 고리를 형성하여 혼합수의 점성이 증가되어 크고 불규칙한 기포가 형성되면서 콘크리트의 공기량이 많아짐으로 압축강도 등 재물성이 저하되는 문제점이 있기 때문에 일반적으로 수중불분리성 콘크리트의 공기량을 4.5%이하로 규정하고 있다. 그림 3은 잔골재율 3종류와 수중불분리성혼화제 4종류에 대한 콘크리트의 공기량을 측정하여 정리한 것이다. D사 혼화제를 사용한 콘크리트의 잔골재율 45%경우를 제외하면 공기량은 $3.0 \pm 0.5\%$ 정도이며, 잔골재율이 증가함에 따라 공기량이 약간 증가하는 경향을 나타내었다.

(4) 수중콘크리트의 슬럼프폴로우 및 경과시간에 따른 슬럼프폴로우 손실

수중불분리성혼화제를 사용한 콘크리트의 유동성을 알아보기 위하여 4종류 제조회사별 수중불분리성혼화제와 잔골재율 3종류로 제조한 콘크리트의 슬럼프폴로우를 나타낸 것이 그림 4이다. 이 그림에서 수중불분리성혼화제의 종류나 잔골재율의 변화에 따른 콘크리트의 슬럼프폴로우 경향에는 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 수중콘크리트의 믹싱 후 경과시간에 따른 슬럼프폴로우의 변화를 90분까지 정리하여 나타낸 것이 그림 5이다. 이 그림에서 혼화제 종류와 잔골재율에 따라 슬럼프폴로우 손실이 크게 상이하며, 특히 D사 제품을 사용한 콘크리트의 슬럼프폴로우 손실이 콘크리트 온도에 관계없이 가장 큰 좋지 않은 결과를 나타내었다.

(5) 수중콘크리트의 압축강도

대한토목학회 「콘크리트용 수중불분리성혼화제 품질기준(안)」에 의하면 수중제작 콘크리트 공시체의 압축강도는 재령 7일 및 28일에 각각 130 및 230kg/cm^2 이상으로 정하고 있다. 그림 6은 수중불분리성혼화제 종류와 잔골재율에 따른 재령 7일의 압축강도를 나타낸 것으로 혼화제의 종류에는 관계없이 140kg/cm^2 이상을 나타내었으나, 잔골재율에 따른 압축강도의 변화가 매우 큼을 알 수 있다.

여기서 D사 혼화제를 사용한 콘크리트를 제외한 3종류의 수중콘크리트에서 대부분이 잔골재율 45%에서 가장 큰 강도를 발현하였으나, 잔골재율 40%의 경우 대체로 가장 작은 강도 발현을 나타내었다. 그 이유는 잔골재율이 증가함에 따라 콘크리트의 점성이 증가되어 시멘트의 유실이 적고 수중에서 분리가 적게 일어난 결과로 생각된다.

5. 결 론

- (1) 수중불분리성혼화제를 사용한 콘크리트의 pH값과 현탁물질량과의 사이에는 서로 유사한 상관관계가 있음을 알 수 있으며, 재료분리의 정도와 같은 품질판리의 유의한 참고자료가 된다.
- (2) 수중불분리성혼화제를 사용한 콘크리트의 응결시간은 초결 및 종결에서 8~14시간 정도 지연되었으며, 양생온도의 차이에 따라 응결시간이 크게 상이함을 알 수 있었다.
- (3) D사의 수중불분리성혼화제를 사용한 경우 잔골재율 45% 경우를 제외한 수중콘크리트의 공기량이 $3.0 \pm 0.5\%$ 를 나타내었으며, 잔골재율이 커질수록 공기량이 약간 증가하였다.
- (4) 수중불분리성혼화제 사용 콘크리트의 슬럼프폴로우 손실은 혼화제의 종류에 따라 크게 상이함을 알 수 있으나, 수중제작 공시체의 강도는 재령 7일에서 140kg/cm^2 이상을 나타내었으며, 잔골재율이 클수록 압축강도가 증가하였다.

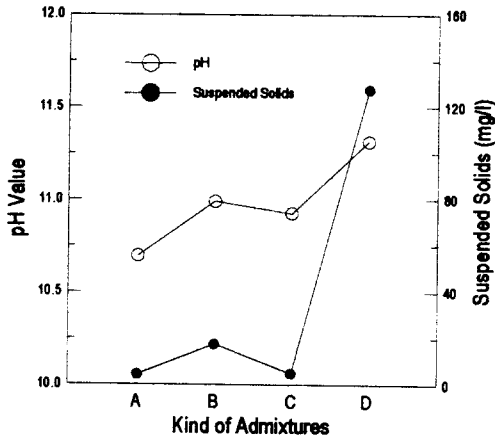


그림 1. pH값과 현탁물질량

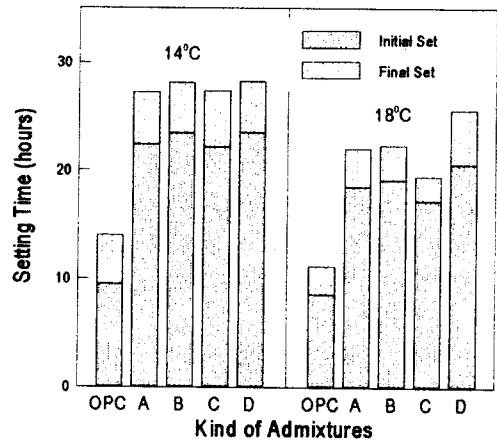


그림 2. 수중콘크리트의 응결시간

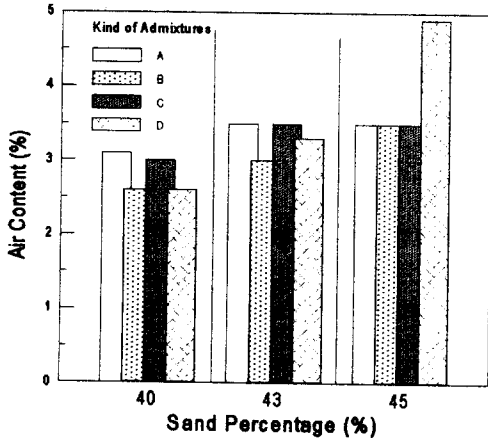


그림 3. 수중콘크리트의 잔골재율과 공기량

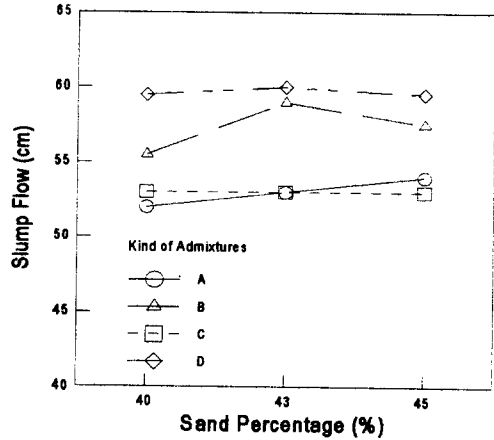


그림 4. 잔골재율에 따른 슬럼프플로우

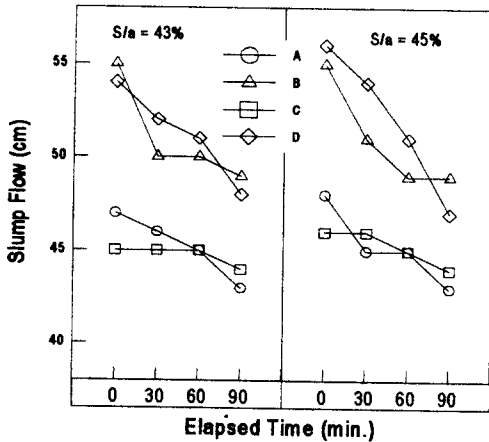


그림 5. 경과시간에 따른 슬럼프플로우 손실

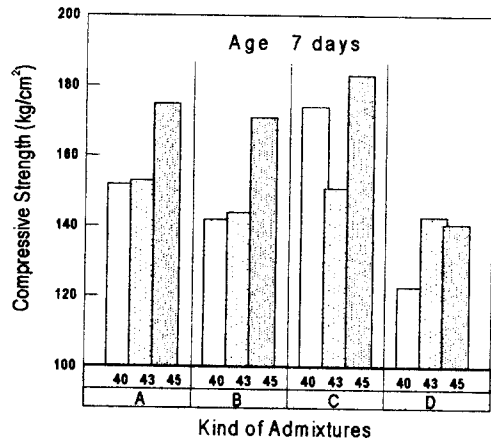


그림 6. 수중제작 콘크리트의 잔골재율과 압축강도