

# 배합시간과 배합량이 수중불분리성 콘크리트의 특성에 미치는 영향

## An Effect on the Properties of Antiwashout Underwater Concrete by mixing time and mixing quantity

박 세 인\*

Park, Se In

김 동 명\*

Kim, Dong Myung

김 종 수\*\*

Kim, Jong Soo

김 명 식\*\*

Kim, Myung Sik

### ABSTRACT

The objective of this study makes investigation into the effect on the properties of underwater antiwashout concrete, which is followed by mixing time and mixing quantity.

There is an tendency that (the compressive strength of underwater antiwashout concrete made and cured in fresh water or sea water) is increase when dry mixing time, mixing quantity, total mixing time is increase as unit weight grows.

The difference of compressive strength (in case of no dry mixing time and 60 second) is averagely  $46.8\text{kgf/cm}^2$  in the fresh water and  $35.6\text{kgf/cm}^2$  in sea water. It's considered that dry mixing is dispersed by underwater antiwashout admixture.

### 1. 서 론

최근들어 수중불분리성 콘크리트는 팽안대교의 기초공사, 삼천포-창선 연육교, 당산철교 보강공사, 청평 및 팔당댐의 도수로, 항만청의 등대공사 등 해양 및 수중콘크리트구조물의 신설, 보수 및 보강 현장에서 광범위하게 사용되고 있는 추세이다. 그러나 아직까지는 외국에 비해 연구도 미진하고 경제력에 있어서도 매우 미흡한 상태에 있다. 따라서 앞으로 수중불분리성 콘크리트에 대한 수요가 크게 대두될 것으로 예상되므로 이에 대한 준비가 절실한 실정이다. 수중불분리성 콘크리트는 제작시 배합시간과 배합량에 따른 특성변화가 콘크리트의 특성에 큰 영향을 미치므로 본 연구에서는 건비빔시간, 총배합시간 및 배합량이 수중불분리성 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

\* 정회원, 부경대 토목공학과, 석사과정

\*\* 정회원, 부경대 토목공학과, 교수

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험파라미터

본 연구의 실험파라미터는 수중불분리성 콘크리트의 건비빔시간을 0초(0), 30초(30), 60초(60)로 변화시키고, 건비빔을 포함한 총배합시간을 3분(A), 5분(B), 7분(C)으로 변화시키며, 배합량을 60ℓ 믹서 용량의 40%(I), 60%(II), 80%(III)로 변화시켰다.

### 2.2 배합설계

본 연구의 배합설계조건은 배합강도( $f_{cr}$ )를 240kgf/cm<sup>2</sup>, 단위수량을 220kg/m<sup>3</sup>, 슬럼프플로우를 50±5cm, 공기량을 4%이하를 기준으로 하고, 잔골재율은 40%, 물-시멘트비(W/C)는 50%로 하여 배합계산한 결과 Table 1과 같은 배합비를 얻었다.

Table 1 Mix proportion of antiwashout underwater concrete

$f_{cu}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$G_{max}$ (mm)	Slump flow (cm)	Air Value (%)	s/a (%)	W/C (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )					
						W	C	S	G	Admixture	
										AWA	SP
240	25	50±5	4이하	40	50	220	440	619	968	2.64	6.6

### 2.3 사용재료

#### 2.3.1 시멘트

본 연구에서는 비중이 3.14인 S사의 제 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.

#### 2.3.2 골재

본 연구에서 사용한 굵은골재는 경남 용원 석산에서 생산한  $G_{max}$ 가 25mm인 부순자갈을 사용하였고, 잔골재는 전남 진도 앞바다에서 채취한 비중이 2.62, 조립율이 2.75인 해사를 상용수로 제염하여 사용하였다.

#### 2.3.3 혼화제

본 연구에서는 국내 D사에서 생산되는 셀룰로오즈 에테르계인 수중불분리성 혼화제와 트리아진 고축합물이 주성분인 유동화제를 사용하였다.

## 2.4 실험방법

### 2.4.1 비빔방법

건비빔을 하지 않은 경우에는 사용재료를 일괄투입후 비빔을 실시하고, 건비빔을 하는 경우에는 잔골재(1/2), 굵은골재, 시멘트, 잔골재(1/2), 수중불분리성 혼화제 순으로 믹서에 투입하여 건비빔 실시한후 배합수와 유동화제를 투입하여 수중불분리성 콘크리트를 제작한다.

### 2.4.2 굳지않은 콘크리트의 실험항목

(1) 재료분리저항성 시험

대한토목학회에서 규정한 「콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준」의 「수중낙하 시험」에 준하여 현탁액의 pH와 현탁물질량을 측정하였다.

(2) 유동성 시험

대한토목학회에서 규정한 「콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준」의 「수중불분리성 콘크리트의 슬럼프플로우 시험방법」에 준하여 실시하였다.

(3) 공기량시험

「KS F 2421 굳지않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험 (공기실 압력방법)」에 준하여 워싱턴 에어메터를 사용하여 측정하였다.

2.4.3 경화된 콘크리트의 실험항목

(1) 단위중량시험

단위중량시험은 배합시간 및 배합량에 따라 담수와 해수에서 각각 제작·양생된 재령 28일의 수중 불분리성 콘크리트의 압축강도측정용 공시체의 중량을 측정하여 단위중량으로 환산하였다.

(2) 압축강도시험

「KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법」에 준하여 실시하고, 압축강도시험은 담수와 해수 중에서 제작·양생하여 재령 28일에 측정하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트의 실험결과 및 분석

Fig. 1은 배합시간 및 배합량에 따른 pH를 측정한 결과이며, Fig. 2는 현탁물질량을 측정한 결과이다. 건비빔시간과 총배합시간이 증가할수록 pH와 현탁물질량이 감소하는 경향을 나타내 보이고 있는데 이는 수중불분리성 혼화제의 분산효과 때문이라고 사료된다. 배합량이 증가할수록 pH는 감소하는 경향을 나타내고, pH와 현탁물질량 모두 대한 토목학회에서 규정한 「콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준」의 기준치인 12이하, 150 mg/l를 모두 만족하였다.

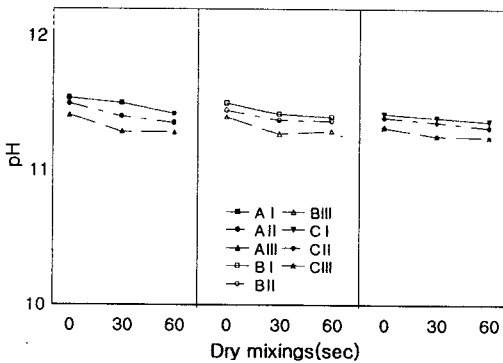


Fig. 1 pH as to mixing time and mixing quantity

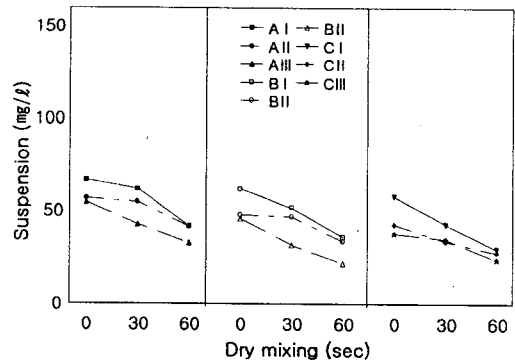


Fig. 2 Suspension as to mixing time and mixing quantity

Fig. 3은 슬럼프플로우를 측정한 결과인데, 전연 건비빔을 하지 않았을 경우(0초)에는 배합설계기준

인  $50 \pm 5\text{cm}$ 를 만족하지 못하였다. 이것은 건비빔을 하지 않아 수중불분리성 혼화제가 골고루 분산되지 못하여 불균질한 상태가 되기 때문으로 사료된다. 그러나 건비빔을 실시한 경우에는  $50 \pm 5\text{cm}$ 의 기준을 모두 만족하고 있으나 건비빔시간이 30초에서 60초로 변화면 슬럼프폴로우는 오히려 감소하는데 이것은 수중불분리성 혼화제가 골고루 분산되어 점성이 증가하였기 때문으로 사료된다.

Fig. 4는 공기량을 측정된 결과인데, 배합설계기준인 4%이하를 모두 만족하였다. 건비빔시간 및 총 배합시간과 배합량이 증가할수록 증가하는 경향이 나타났는데 이것은 점성의 증가로 인하여 갇힌공기가 증가하였기 때문으로 생각된다.

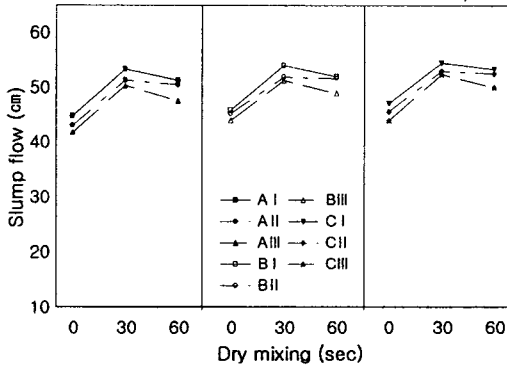


Fig. 3 Slump flow as to mixing time and mixing quantity

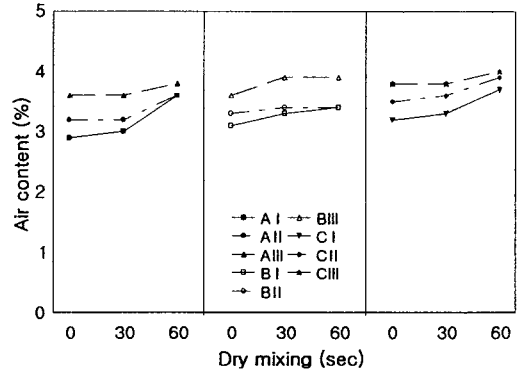


Fig. 4 Air content as to mixing time and mixing quantity

### 3.2 경화된 콘크리트의 실험결과 및 분석

Fig. 5는 배합시간과 배합량에 따라 해수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 단위중량을 측정된 결과이며, Fig. 6은 담수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 단위중량을 측정된 결과이다. 해수와 담수에서 모두 건비빔시간 및 총 배합시간과 배합량이 증가함에 따라 단위중량이 증가하는 경향으로 나타났다.

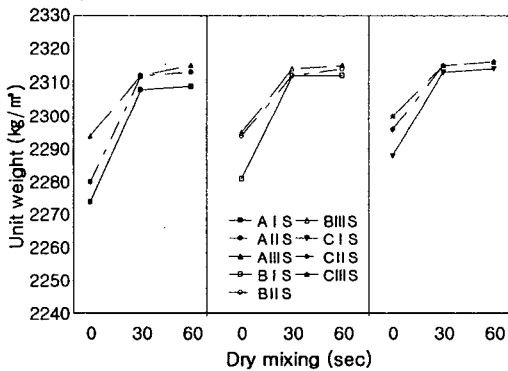


Fig. 5 Unit weight in the sea water as to mixing time and mixing quantity

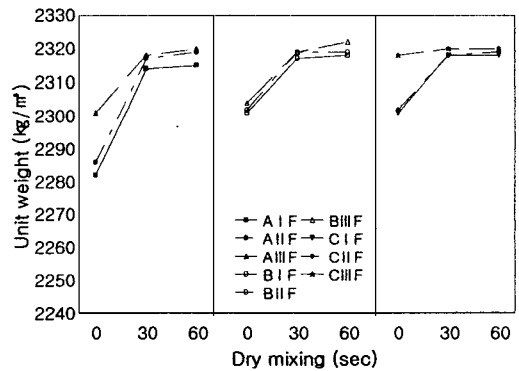


Fig. 6 Unit weight in the fresh water as to mixing time and mixing quantity

Fig. 7은 배합시간과 배합량에 따라 해수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 압축강도를 측정된 결과이며, Fig. 8은 담수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 압축강도를 측정된 결과이다. 해수와 담수에서 모두 건비빔시간, 총배합시간 및 배합량이 증가함에 따라 압축강도도 증가하는 경향으로 나타났다. 건비빔을 0초 한 경우와 60초 한 경우의 압축강도차이가 담수에서는 평균 46.8kgf/cm<sup>2</sup>이고, 해수에서는 평균 35.6kgf/cm<sup>2</sup>이다. 이것은 건비빔이 수중불분리성 혼화제의 분산에 유효한 것으로 사료된다.

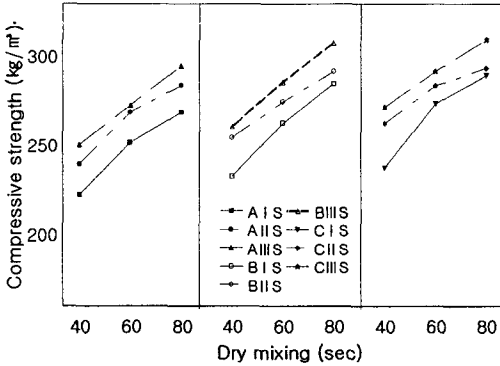


Fig. 7 Compressive strength in the sea water as to mixing time and mixing quantity

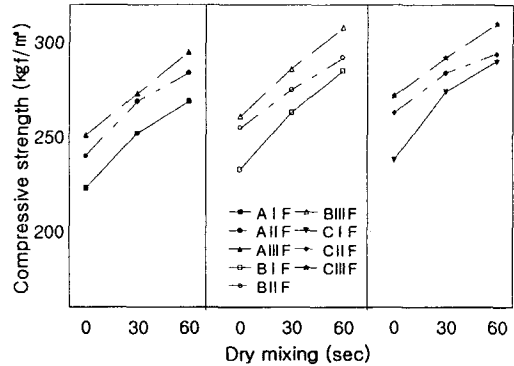


Fig. 8 Compressive strength in the fresh water as to mixing time and mixing quantity

Table 2. Average of Compressive strength difference as to dry mixing time

건비빔 시간 차이	30초-0초		60초-0초	
	해수	담수	해수	담수
건비빔시간에 따른 압축강도차이 평균값	25.4	25.8	35.6	46.8

#### 4. 결론

(1) 재료분리저항성을 나타내는 pH와 현탁물질량은 대한 토목학회에서 규정한 「콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준」의 기준치인 12이하와 150 mg/l 이하를 모두 만족하였다. pH와 현탁물질량은 배합량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 건비빔시간과 총배합시간이 증가할수록 pH와 현탁물질량이 증가하는 경향을 나타내 보이고 있는데, 이것은 수중불분리성 혼화제의 분산효과 때문이라고 사료된다.

(2) 수중불분리성 콘크리트의 유동성을 평가할 수 있는 슬럼프플로우는 건비빔시간이 0초인 경우를 제외하고는 배합설계기준인 50±5cm를 모두 만족하였다. 이것은 건비빔을 하지 않아 수중불분리성 혼화제가 골고루 분산되지 못하여 수중불분리성 콘크리트가 불균질한 상태가 되어 배합설계 기준을 만족하지 못하였다고 사료된다. 건비빔시간이 30초에서 60초로 변화면 슬럼프플로우는 감소하는데 이것은 수중불분리성 혼화제가 골고루 분산되었기 때문으로 사료된다.

(3) 공기량은 건비빔시간 및 총배합시간과 배합량이 증가할수록 증가하였고, 모두 4%이하를 만족하였다.

(4) 해수와 담수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 단위중량은 해수와 담수에서 모두 건비

빔시간 및 총배합시간과 배합량이 증가함에 따라 단위중량이 증가하는 경향을 나타냈었다.

(5) 해수와 담수에서 제작·양생한 수중불분리성 콘크리트의 압축강도는 해수와 담수에서 모두 건비빔시간 및 총배합시간과 배합량이 증가함에 따라 단위중량과 같이 압축강도도 증가하는 경향을 나타냈었고, 건비빔을 0초 한 경우와 60초 한 경우의 압축강도차이가 담수에서는 평균 46.8kgf/cm<sup>2</sup>이고, 해수에서는 평균 35.6kgf/cm<sup>2</sup>이다. 이 것은 건비빔이 수중불분리성 혼화제의 분산에 유효한 것이라고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 문한영, “콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준”, 대한토목학회지, 제45권, 제3호 1997. 1., pp.71~77.
2. 윤재범 외 4인, “수중불분리성 콘크리트의 특성에 대한 기초적 연구”, 한국콘크리트학회 1998년도 봄학술발표회 논문집, 제10권, 제1호 1998. 5., pp 277-283.
3. 어영선, “수중불분리성 콘크리트의 최적 물-시멘트비에 관한 실험적 연구”, 부경대학교 산업대학원, 1998. 8
4. 財團法人沿岸開發技術研究センター. “水中不分離性 콘크리트・マニュアル(設計・施工)”, 山海堂, 1990.
5. 水中不分離性 콘크리트設計施工指針(案), 第67号 1991., pp 97-98