

잔골재의 혼합비율 변화에 따른 수중불분리성 콘크리트의 특성에 관한 연구

Study on the Properties of Antiwashout Underwater Concrete with Variation of Mixing Proportion of Fine Aggregate Types

배 원 만* 박 세 윤* 백 동 일** 김 명 식***
Bae, Won Mahn Park, Seo yoon Baek, Dong Il Kim, Myung Sik

ABSTRACT

The objective of in this study makes investigation into the characteristics of antiwashout underwater concrete as to mix proportion, casting and curing water through experimental researches. in this study, sea sand is blended with river sand, crushed sand is blended with river sand and sea sand as to investigate the quality change and characteristics of antiwashout underwater concrete with variation of blend ratio of sea sand and crushed sand(0, 20, 40, 60, 80, 100%). Higher compressive strength is measured following the order of river sand, sea sand, crushed sand regardless of age and casting condition. Except for case of using river sand, blended ratio of 40% is appeared on most compressive strength.

1. 서론

우리나라는 지리학적으로 삼면이 바다에 접할 뿐만 아니라 내륙에 많은 강과 하천으로 인하여 수중 공사가 급증하고 있고, 사회간접자본시설인 항만기능의 중요성이 부각되어 항만시설을 비롯한 배후수송시설의 확충과 현대화가 필요하다는 인식이 확산되고 있다. 이를 위해서는 수중콘크리트 공사가 필수적이며, 그 수요 역시 점차 증가하고 있는 추세이다. 수중불분리성 혼화제의 개발로 인하여 우리나라에서도 수중콘크리트 공사가 발생하는 많은 문제점들을 보완하게 되었으며, 이미 일본과 유럽에서는 그 사용이 일반화되고 있다. 또한 경제발전과 더불어 건설분야의 급속한 성장으로 인하여 천연골재가 점차 고갈되어 가고 있어 주요 골재 공급원이 하천골재에서 바다골재 및 석산골재등으로 다변화되어 가고 있는 실정이다. 특히 석산골재는 국내에서 가용량이 풍부한 실정이기 때문에 천연골재의 대체가 용이하여 날로 증가하고 있는 골재 수요에 상당부분을 차지하고 있다.

따라서 본 연구에서는 잔골재로 강모래, 바다모래와 부순모래의 혼입률 변화에 따른 수중불분리성 콘크리트의 특성을 파악하기 위하여 강모래에 바다모래를, 강모래 및 바다모래에 각각 부순모래를 0, 20, 40, 60, 80, 100%로 혼입률을 변화시켜 각각의 특성을 파악하고, 적정 혼입률을 도출하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 사용재료 및 실험

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 연구에서는 비중이 3.14인 보통포틀랜드시멘트를 사용한다.

*정회원, 부경대학교 토목공학과 석사과정

**정회원, 부경대학교 토목공학과 박사과정

***정회원, 부경대학교 건설공학부 교수

2.1.2 골재

본 연구에서 사용하는 굵은골재는 경남 용원 석산에서 채취한 최대치수 25mm의 부순자갈이고, 잔골재는 경남 합천 황강에서 채취한 강모래, 전남 진도 앞바다에서 채취한 바다모래를 상용수로 제염하여 사용하며, 경남 용원 석산에서 생산된 부순모래를 사용한다. 각 골재의 물리적 특성은 Table 2.2와 같다.

Table 2.2 Physical properties of aggregates

Kind \ Item	Gmax (mm)	Specific gravity	Water abs. (%)	FM	Unit weight (kg/m ³)	Shell content (%)	Chloride cont. (×10-3%)	
							NaCl	Cl-
Coarse aggregate.	25	2.62	1.0	6.97	1520	-	-	-
River sand	-	2.58	1.80	2.66	1540	-	-	-
Sea sand	-	2.58	1.80	2.75	1537	7.0	2.6	2.0
Crushed sand	-	2.66	3.00 below	3.00	-	-	-	-

2.1.3 혼화제

본 연구에서는 셀룰로오즈계 수중불분리성 혼화제(Antiwashout underwater agent, AWA)와 멜라민계 유동화제(Superplasticizer, SP)를 사용한다.

2.2 실험조건

본 연구에서 설계기준강도는 240kgf/cm², W/C는 50%, 잔골재율은 40%, 슬럼프플로우는 50±5cm, 공기량은 4%이하, 단위수량은 220kg/m³으로 고정한다. 그리고 잔골재의 종류를 강모래(R), 바다모래(S) 및 부순모래(C) 3종류를 사용하여, 강모래에 바다모래를, 강모래 및 바다모래에 각각 부순모래를 0, 20, 40, 60, 80, 100%로 혼입률을 변화시켜 사용한다. 또한 모든실험은 대한토목학회에서 규정한 「콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준」에 준하여 실시한다.

3. 공시체 제작 및 실험방법

3.1 공시체 제작

3.1.1 재료분리저항성시험

재료분리저항성시험은 대한토목학회에서 규정의 「수중낙하시험 방법」에 준하여 실시하고, 또한 본 연구에서는 실제 시공현장을 감안하여 담수와 해수에서도 각각 재료분리저항성시험을 실시한다.

3.1.2 유동성시험

유동성을 파악하기 위한 수중불분리성 콘크리트의 유동성시험(Slump flow)은 대한토목학회에서 규정의 「수중불분리성 콘크리트의 슬럼프플로우 시험방법」에 준하여 실시한다.

3.1.3 압축강도시험

본 연구에서는 경화한 수중불분리성 콘크리트의 특성을 고찰하기 위하여 「KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법」에 준하여 담수 및 해수에서 각각 제작·양생한 공시체를 재령 7일, 28일에 압축강도시험을 실시한다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 재료분리저항성

Fig. 4.1은 잔골재의 혼입률에 따른 pH를 측정된 결과이고, Fig. 4.2는 잔골재의 혼입률에 따른 현탁물질량을 측정된 결과이다. Fig. 4.1과 Fig. 4.2를 참조하면 실험조건에 관계없이 pH와 현탁물질량 모두 대한토목학회 규정을 만족하는 것으로 나타났다. 강모래에 바다모래를 혼입할 경우 혼입률이 40% 이상일 때, pH와 현탁물질량이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 부순모래의 혼입률이 증가할수록 부

순모래의 높은 흡수율로 인하여 상대적으로 수량이 감소하여 물의 씻김작용에 대한 저항성이 커져 pH와 현탁물질량은 감소하는 것으로 나타났다.

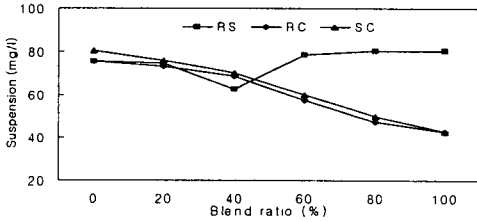


Fig. 4.1 pH as to variation of blend ratio

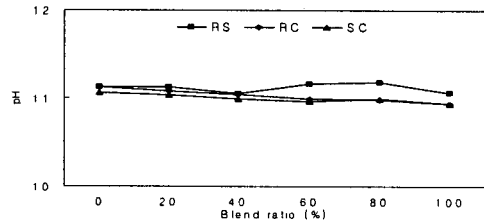


Fig. 4.2 Suspension as to variation of blend ratio

4.2 유동성

Fig. 4.3은 수중불분리성 콘크리트의 유동성을 파악하기 위해 슬럼프플로우를 측정된 결과, 본 연구에서 요구하는 50±5cm를 모두 만족하는 것으로 나타났다. 골재의 형상, 골재 표면의 거칠기 및 높은 흡수율로 인하여 부순모래의 혼입률이 증가할수록 슬럼프플로우는 약간 감소하는 것으로 나타났다.

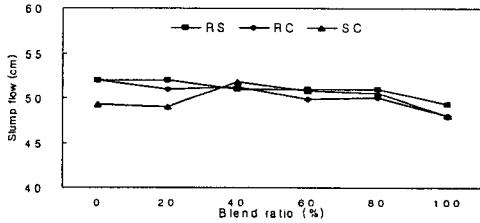


Fig. 4.3 Slump flow as to variation of blend ratio

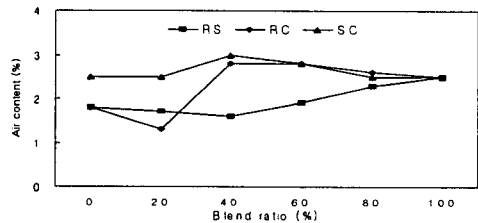


Fig. 4.4 Air contents as to variation of blend ratio

4.3 공기량

Fig. 4.3은 굳지 않은 수중불분리성 콘크리트의 공기량을 측정된 결과로, 혼입률의 변화에 관계없이 공기량은 배합설계기준인 4%이하를 모두 만족하는 것으로 나타나고 있다.

4.4 단위중량

Fig. 4.5과 Fig. 4.6은 담수 및 해수에서 제작·양생된 재령 7일, 28일의 수중불분리성 콘크리트의 단위중량을 측정된 결과이며, 전체적으로 다짐없이 수중에 제작한 수중불분리성 콘크리트는 보통콘크리트의 단위중량인 2350kg/cm³보다 낮게 나타나고 있으며, 해수가 더 낮은 값을 보이고 있다.

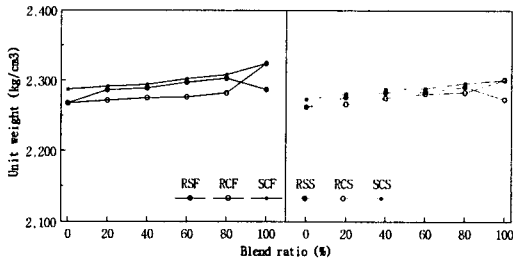


Fig. 4.5 Unit weight as to variation of blend ratio (7 days)

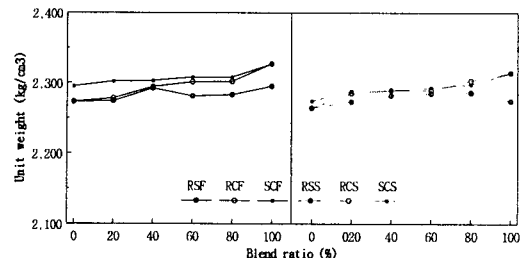


Fig. 4.6 Unit weight as to variation of blend ratio (28 days)

4.5 압축강도

Fig. 4.7과 Fig. 4.8은 담수 및 해수에서 제작·양생된 경화한 수중불분리성 콘크리트의 재령 7일, 28

일의 압축강도를 측정 한 결과이다. 이 결과를 살펴보면, 재령 7일, 재령 28일 모두 담수에서 제작·양생한 경우가 해수보다 크게 나타났고, 설계기준강도도 만족하였다. 또한 강모래만 사용한 경우를 제외하고 부순모래의 혼입률이 40%일 때 가장 높은 압축강도를 나타내었다.

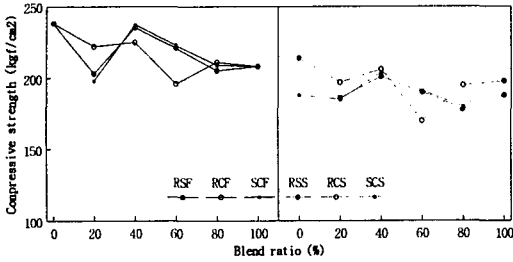


Fig. 4.7 Compressive strength as to variation of blend ratio (7 days)

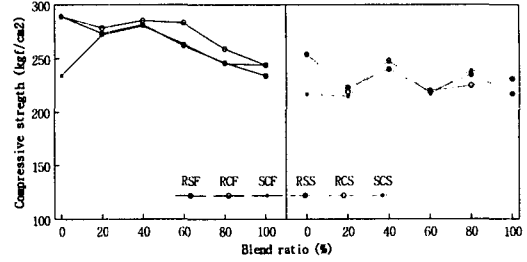


Fig. 4.8 Compressive strength as to variation of blend ratio (28 days)

5. 결론

본 연구에서는 강모래(R), 바다모래(S), 부순모래(C) 3종류를 사용하여, 강모래에 바다모래를, 강모래 및 바다모래에 각각 부순모래를 0, 20, 40, 60, 80, 100%로 혼입률을 변화시켜 수중불분리성 콘크리트를 제조하여 각종 특성을 분석해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 재료분리저항성을 파악하기 위하여 pH와 현탁물질량을 측정해본 결과 모두 기준치를 만족하였으며, 부순모래의 혼입률이 증가할수록 pH와 현탁물질량은 감소하는 것으로 나타났으며, 강모래에 바다모래를 혼입한 경우 pH와 현탁물질량이 가장 크게 나타났다.
- (2) 유동성을 파악하기 위하여 슬럼프플로우를 측정해본 결과, 부순모래의 혼입률 변화에 관계없이 모두 배합설계기준인 50±5cm를 만족하는 것으로 나타났으나, 부순모래의 혼입률이 증가할수록 슬럼프플로우가 감소하는 것으로 나타났다.
- (3) 공기량을 측정해 본 결과, 혼입률의 변화에 관계없이 공기량은 배합설계기준인 4%이하를 모두 만족하는 것으로 나타났으며, 강모래에 부순모래를 20% 혼입한 경우 가장 낮게 나타났다.
- (4) 재령 7일, 28일에서의 단위중량을 측정해 본 결과, 제작·양생조건에 관계없이 부순모래의 혼입률이 증가할수록 단위중량은 증가하는 것으로 나타났다.
- (5) 재령 7일과 28일에서의 압축강도를 측정해 본 결과, 강모래만 사용한 경우를 제외하고 부순모래의 혼입률이 40%일 때 가장 높은 압축강도가 나타났다.
- (6) 종합적으로 각종 특성을 분석해본 결과, 강모래에 바다모래를, 강모래 및 바다모래에 부순모래를 혼입한다면 최적의 바다모래, 부순모래 혼입률은 40%로 판단된다.

참고문헌

1. 김명식, "수중비분리콘크리트의 특성에 대한 기초적 연구", 한국농공학회지, 제38권, 제6호, pp. 75-82, 1996.
2. 문한영, "콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질기준", 대한토목학회지, 제45권, 제3호, pp. 71-77, 1997.1.
3. 백동일, "해사를 사용한 수중불분리콘크리트의 특성에 관한 기초적 연구, 부경대학교 산업대학원, 1998. 2.
4. 關博, "日本土木學會, 水中不分離性 콘크리트設計施工指針(案)의 아웃라인セメント·콘크리트", No.541, pp.49-95, 1992.
5. Ksmal Henri Khayat, "Effects of Antiwashout Admixtures on Fresh Concrete Properties", ACI Materials Journal, Vol.92, No.2, pp.164-171, March-April 1995.