

특수 혼화제를 이용한 수중불분리 콘크리트

이종열 / 쌍용양회 중앙연구소 신제품개발실장

초 근 해양 개발의 추세에 따라 선진국에서는 수중 콘크리트 구조물의 수요가 급증하고 있다. 국내 역시 삼면이 바다로 둘러싸여 항만, 해양토목, 연육교 등 바다와 연관된 공사가 많고 내륙에서도 치수 및 수리를 위한 토목공사가 큰 비중을 차지하고 있다. 수중에서의 콘크리트 공사는 육상의 공사와는 달리 콘크리트와 물과의 완전한 차단이 어렵고 타설방법에 있어서도 숙련된 기술이 필요하기 때문에 시공후 건조된 구조물의 신뢰성이나 유지관리 측면에서 육상에서 시공하는 콘크리트에 비해 불리한 실정이다.

실례로서 7080년도에 건설된 한강교량의 경우 교각 기초부위에서 콘크리트 타설 불량에 따른 세굴현상에 따라 교각이 들리고, 철근이 노출되는 현상이 매스컴에 크게 보도되어 사회 문제화된 적이 있다. 본 고에서는 이와 관련하여 현재 외국에서 각광받고 있는 수중 불분리 콘크리트에 관한 기술과 이의 이용에 관하여 소개하고자 한다.

수중불분리 콘크리트 개발 배경

수중에서의 콘크리트 타설을 위한 시도는 1856년 프랑스에서 목재 샤프트(Shaft)를 이용한 트레미로서 실험한 것이 최초인 것으로 기록되어 있다. 현재 수중에 타설된 콘크리트와 물과의 접촉을 방지하기 위한 장치상의 연구, 분리를 억제하기 위한 배합상의 개발, 몰탈을 주입하는 공법 등 다양한 수중콘크리트 공법이 적용되고 있다. 기존 수중콘크리트의 시공 방법은 밀열림 상자 및포대공법, 버킷공법, 펌핑공법, 트레미 공법, 프리팩트 공법, 개량 트레미 공법(KDT공법, 하이드로 밸브 공법, NUSS 공법)을 대표적으로 들 수 있다. 상기의 공법들은 그 나름대로 장점도 있으나 단면이 좁은 구조물의 시공 불가, 골재

분리 현상의 증대, 시공 관리의 어려움, 골재의 선별, 얇은 슬라브 시공 불가, 사용 장비의 고가 등과 같은 문제점도 내포하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 1974년 독일 SIBD사에서 특수 수중 혼화제를 이용한 수중 불분리 콘크리트를 개발하여 사용하기 시작하였다. 이 공법의 특징은 사용 혼화제가 고가이며, 배합설계 등에 노하우가 필요하다는 단점이 있으나 수중에서 타설이 용이하고, 골재 분리가 없어 고품질, 고강도 콘크리트 제조 기능, 얇은 슬라브나 복잡한 구조물의 시공과 연속타설 시공, 환경오염 방지 등의 장점으로 독일, 일본을 중심으로 일반화되어 사용되고 있다. 홍콩의 경우 1977년 최대 에너지국 냉각수 교환공정에 20,000m², 일본에서는 1988년 明石海峡大橋의 교각에만 500,000m³가 사용된 실적이 있다. 국내의 경우 '80년대 말부터 울산항 제2부두, 나로도, 창선교 등의 연육교 일부와 한강교량의 보수공사에 소량씩 사용되고 있으며 부산의 평안대교, 영종대교 등에 적용이 예상되고 있다.

수중불분리 콘크리트 특징

다음 그림에서 보는 바와 같이 콘크리트의 수중 타설시 재료분리에 의한 재료 손실량이 약 35% 수준으로 재료 손실 및 품질저하가 매우 심하다.

따라서 수중불분리 콘크리트는 이를 방지하기 위하여 특수한 혼화제를 혼입하여 제조된 콘크리트를 말하며 이 혼화제를 수중분리 저감제 또는 점조제등의 용어로 표기하고 있다.

이 약제는 물에 쉽게 용해되어 물의 점성을 증가시켜 시멘트와 골재가 서로 접촉되어 물에 분리하기 어렵게 하는 특성을 가지게 됨으로써 수중에서 50cm 높이로 자유

낙하시켜도 재료의 분리가 없다. 낙하 후에는 자중에 의해 퍼지는 selflevelling성을 보유하고 있어 밀실한 콘크리트의 제조가 가능하게 된다. 현재 사용되고 있는 분리저감제로는 아크릴계와 셀룰로스로 대별되고 있으며 상용화 되어 있는 것으로는 셀룰로스가 주류를 이루고 있다. 수중불분리 콘크리트의 제조에 있어서 단순히 셀룰로스로 증점제로 시멘트와 골재의 응집만을 도모하면 된다고 생각할 수 있다.

그러나 대부분은 과다한 공기량 발생, 경화 지연, 강도 하락, 유동성 저하 등 적절한 조합을 통해 분리저항성을 부여하고 또한 과다한 응결 지연, 공기량 발생 방지, 사용량의 저감을 위한 성분상의 조합과 적합한 고유동화제의 선정을 통해서만 양질의 제품 성능을 발휘하게 된다. 수중불분리 콘크리트 배합설계는 구조물의 소요강도 외에 Slump Flow로 나타내는 유동성과 수중에서의 혼탁 정도 설정을 위해 분리저감제, 고유동화제 또는 AE 감수제 등의 혼화제 사용량을 정해주어야 한다.

분리저감제의 품질규격

국내에서는 아직까지 수공공사용 분리저감제에 대한 성능 평가 기준이나 시험방법이 없지만 일본의 경우 토목학회, 연안개발 기술센터 등에서 아래와 같은 분리저감제에 대한 성능기준(안)을 제시하고 있다.

일본 연안개발 기술 연구센터

품질 항목	시험규격	유동제품(예)	
블리딩율(%)	0.1이하	0	
공기량 (%)	4.5이하	4.2	
Slump Flow 경시저하량(30분후, cm)	3.0이하	-	
수중분리도	현탁물질(mg/l)	50이하	8
	PH	12.0이하	9.9
응결(시간)	초결	5이상	13:20
	종결	24이상	16:08
수중제작공시체의 압축강도(kg/cm ²)	7일	150이상	227
	28일	250이상	310
수중/기중 압축강도비(%)	7일	80 이상	81
	28일	80이상	88

*슬럼프 Flow: 통상 50±5cm 범위

보통 콘크리트

C=360 Kg/m³, W/C=0.55

19.8	11.4	31.2	37.6	원 배합
물	시멘트	세골재	조골재	
23.8	2.0	25.9	48.3	수중낙하 후 배합(60cm)

수중불분리 콘크리트

· 불분리혼화제 : 2.7Kg/m³
· C=489kg/m³, W/C=0.55

26.9	15.5	20.0	37.6	원 배합
물	시멘트	세골재	조골재	
28.2	14.3	18.8	38.7	수중낙하 후 배합(60cm)

수중불분리 콘크리트 제조

수중불분리 콘크리트는 제조 플랜트에서 강제식 비빔믹서로 시멘트, 골재, 불분리제를 먼저 건식으로 혼합하여 불분리제가 덩어리지지 않게 골고루 분산되게 한 다음 다시 물과 고유동화제를 첨가하여 혼합한 후 공사 현장에 투입된다. 또한 제조된 수중불분리 콘크리트의 운반은 수중불분리 콘크리트가 일반 콘크리트에 비해 응결 지연성이 있으므로 타설시간 지연을 요하는 시간이 90분 정도까지는 가능하나 그 이상 지체될 경우에는 유동성이 저하되므로 사전에 현장에서의 슬럼프 경시 변화를 반드시 확인할 필요가 있다. 통상적으로 콘크리트 제조 플랜트에서 90분 이내 타설할 경우 고유동화제를 제조 플랜트에서 같이 혼합 제조하며 그 이상 지연될 경우에는 현장에서 고유동화제를 첨가하는 방법으로 한다.

맺음말

쌍용양회에서도 1988년도부터 이와 관련된 콘크리트 제조와 혼화제 개발을 시작하여 '94년에 최초로 한강교량에 수중불분리 콘크리트를 성공적으로 타설한 후 지속적으로 출하되고 있으며 아울러 분리저감제에 대한 상품화도 진행 중에 있어 수중불분리 콘크리트가 수공사의 한 분야로 정착되는데 도움을 주기 위한 재료, 시공의 개발에 지속적인 노력을 경주할 예정이다. **SS**