압축강도 300kgf/㎠ 내외의 하수암거용 고내구성 콘크리트 배합모델 개발

Development of Mixing Model for High Durability Creek Concrete Having 300kgf/㎠ Compressive Strength

이창수* 윤인석** 이규동** 고석봉***
Lee, Chang Soo Yoon, In Seok Lee, Kyu Dong Ko, Seok Bong

ABSTRACT

Recently, we are facing with the trend of demanding high durability concrete for creek structures. When creek structures are deteriorated, it is wery difficult to repair them.

The objective of this paper is to develop a mixing model for high durability creek concrete having 300kg/㎠ compressive strength. According to the result of durability experiment, high durability concrete for creek structures has high resistance of air permeability, absorption, chloride diffusion, and chemical attack.

1. 서 론

최근 고성능 콘크리트의 개발에 대한 연구가 국내외적으로 많이 진행되어 왔으나 고강도화에 비중 높게 연구되기 때문에 현장에 적용하기 위해서는 설계기준 수정과 시공초기 비용 증가와 같은 문제점이 있었다. 그래서 본 연구에서는 콘크리트 타설에 따른 추가비용이 없고 설계수정이 필요하지 않은 300kg/cm^2 의 28일 압축강도를 갖는 하수암거용 고내구성 콘크리트의 배합모델 개발을 목표로 하였다. 배합의도는 내구성을 갖는 범주내에서 시멘트의 사용량을 최소화하고자 하였으며 혼화재를 치환하여 잠재수경성 및 포졸란 반응에 의한 공극 충전효과로 장기 내구성능의 향상효과를 유도하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

(1) 결합재

보통포틀랜드시멘트(비중 3.10, 분말도 3,422 ㎠/g), 고로슬래그(비중 2.79, 분말도 3,825 ㎠/g), 실리카흄(비중 2.21, 분말도 20,800 ㎠/g) 및 플라이애시(비중 2.29, 분말도 4,546 ㎠/g)등을 사용하였다.

* 정회원, 서울시립대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 서울시립대학교 토목공학과 박사과정
*** 정회원, 한국토지공사 연구개발처 과장

(2) 골재

굵은 골재와 잔골재는 한강산 골재를 사용하였으며 각각의 물리적 성질은 Table 1과 같다.

(3) 혼화제

목표 공기량과 슬럼프를 확보하기 위해 리그닌술폰산 표준형 AE제와 나프탈렌계 고성능감수제를 각각 시멘트량의 0.02%~0.023%, 0.39%~0.65% 범위에서 사용하였다.

2.2 실험방법

(1) 공시체의 제작 및 양생조건

Table 2의 배합에 따라 KS F 2403에 의해 제작하였으며 28, 56일 동안 표준 양생하였다.

Table 1 Physical properties of aggregate

Agg.	Item					
	G_{max} (㎜)	Specific gravity	Absorption (%)	F.M	Organic impurities	Unit weight (kg/㎥)
Fine agg.	-	2.59	1.50	2.78	good	1,620
Coarse agg.	25	2.64	-	7.58	-	1,740

Table 2 Proportioning of concrete mixtures

Mixture No.	W/CM	Water	Cement	Quantities(kg/m^3)				
				Slag	Fly ash	Silica Fume	Sand	CA
P42	0.42	160	380	-	-	-	709.3	1030.0
P45	0.45	171	380	-	-	-	697.3	1012.8
F10-42	0.42	160	342	-	38	-	704.7	1024.2
F10-45	0.45	171	342	-	38	-	692.7	1006.1
F20-42	0.42	160	304	-	76	-	700.1	1017.2
F20-45	0.45	171	304	-	76	-	688.1	999.5
B40-42	0.42	160	228	152	-	-	703.5	1022.3
B40-45	0.45	171	228	152	-	-	691.5	1004.4
B50-42	0.42	160	190	190	-	-	702.1	1020.4
B50-45	0.45	171	190	190	-	-	690.1	1002.3
S5-42	0.42	160	361	-	-	19	706.7	1026.1
S5-45	0.45	171	361	-	-	19	694.7	1009.0
S10-42	0.42	160	342	-	-	38	704.1	1023.3
S10-45	0.45	171	342	-	-	38	692.1	1005.2
S5-F10-45	0.45	171	323	-	38	19	690.1	1002.3
S5-B40-45	0.45	171	209	152	-	19	688.9	1000.6

Note : CA = coarse agg.; CM = cementitious materials

(2) 콘크리트 압축강도 시험

KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험 방법)에 따라 장·단기 압축강도를 측정하였다.

(3) 콘크리트 투기성시험

직경 1cm, 깊이 4cm의 원형홀을 천공하여 미국 J사의 Poroscope plus로 -55kPa에서 -50kPa로 진공압이 변하는 시간을 측정하고 AER(Air emulsion rate)을 산정하였다.

(4) 콘크리트 투수성시험

British Standard 1881에 따라 ISAT(Initial surface absorption test)를 수행하였다.

(5) 염화물 침투 저항성

ASTM C 1202기준에 따라 RCPT 시험을 수행하여 6시간동안의 총통과전하량을 산정하였다.

(6) 내화학약품성

수중양생한 콘크리트의 압축강도에 대한 5% 황산 수용액, 10% 황산염 수용액에 침지하여 압축강도비를 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

(1) 콘크리트 압축강도

Fig. 1에서 플라이애시 콘크리트는 장기강도 증진율이 8%~17%이며 고로슬래그 콘크리트는 14%~17% 정도이고 실리카흄 함유 콘크리트의 경우 장·단기 강도 모두 우수한 결과를 보였다.

(2) 콘크리트 투기성 시험

Fig. 2에서 플라이애시와 고로슬래그 콘크리트는 장기 내투기성 증진률이 70%~113%로 매우 컸으며 실리카흄 콘크리트는 초기부터 높은 내투기성을 보였다.

(3) 콘크리트 흡수성 시험

수분의 용해도(solubility)는 각종 화학물질 및 염소이온의 침투성에 대한 주요요인이 된다. 그래서 ISAT를 행한 시험결과인 Fig. 3을 보면 실험시간이 증가함에 따라 흡수율이 감소하면서 내흡수성은 고로슬래그 미분말 40%, 실리카흄 5%, 삼성분계 혼합 콘크리트가 우수한 결과를 보였다.

(4) 콘크리트의 염화물 침투 저항성

Fig. 4에서 모든 콘크리트가 침투성이 낮았으며 ISAT결과와 매우 유사한 경향을 보였다. 투수, 투기 등의 다른 시험항목과 비교하여 볼 때 장기재령에서의 염화물 침투저항성이 뚜렷하게 상승하는 효과는 없었으나 본 연구에서 의도하였던 장단기 재령에서의 침투저항성은 우수하였다

(5) 화학약품 저항성

수중 양생한 콘크리트의 강도에 대한 황산 및 황산염 용액 침지한 강도비를 구하여 Fig. 5에 나타내었다. 황산에 침지한 콘크리트의 강도는 황산염에서는 고로슬래그 미분말 40% 치환한 콘크리트와 고로슬래그 미분말과 실리카흄이 혼입된 삼성분계 혼합 시멘트가 우수한 화학약품 저항성을 보였다. 반면에 황산염에 침지한 콘크리트의 강도는 일시적으로 미소하게 증가하는 현상을 보였다.

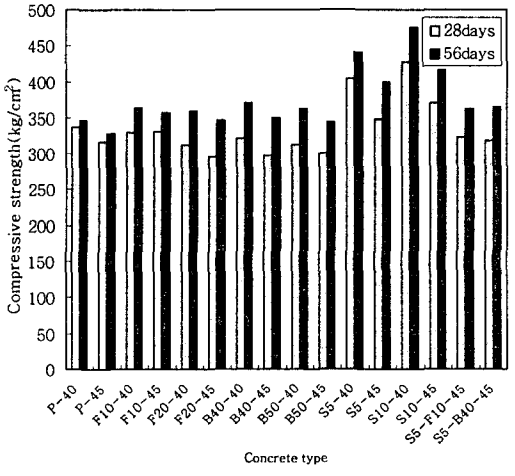

Fig. 1 Development of compressive strength

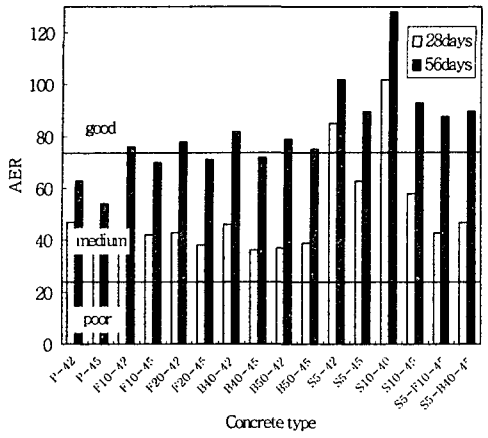

Fig. 2 Resistance of air permeability

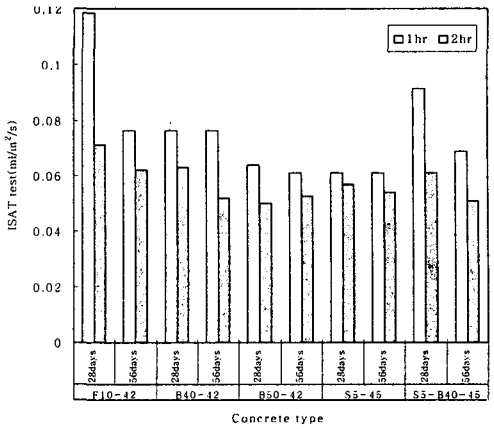

Fig. 3 Resistance of water sorption

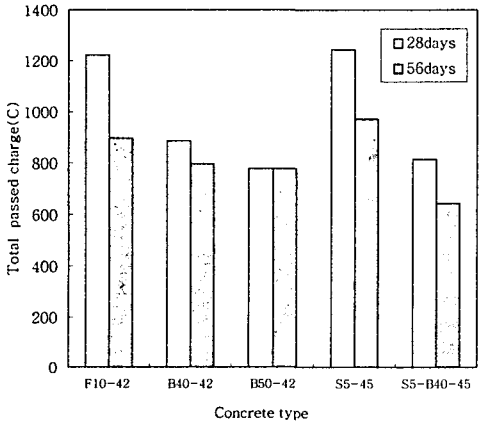

Fig. 4 Resistance of chloride diffusion

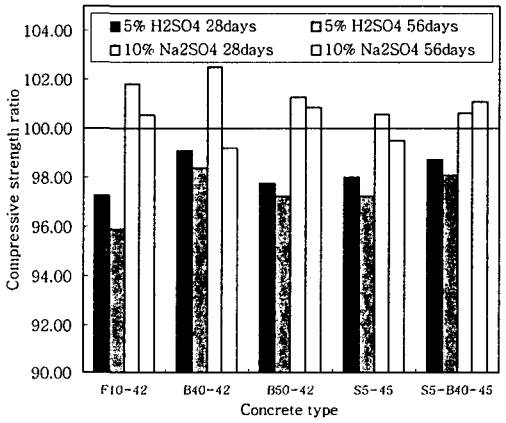

Fig. 5 Resistance of chemical attack

4. 결 론

기체, 액체 및 이온의 침투특성이 유체의 점성과 분자크기 및 콘크리트의 조직구조에 영향을 받기 때문에 콘크리트 종류에 따라서 각종 내투과성에 대한 미소 경향변화가 있었으나 본 연구를 통해 도출한 고내구성 콘크리트는 대체적으로 각종 침투물질에 뛰어난 저항성을 갖는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국토지공사의 연구비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

(1) Mahotra V.M., and Mehta P.K., "Pozzolanic and Cementitious Materials," Gordon and Breach Publishers, 1996.

(2) Thielen G., "Implementation of Durability Related Specification in Technical Guidance Documents," CEB-RILEM Workshop, 1982.