

濟州道 玄武岩 碎石粗骨材를 사용한 콘크리트의 強度에 관한 實驗的 研究

서 일 교* · 양 창 희**

An Experimental Study on Concrete Strength Using Crushed Coarse Aggregates from Cheju Island

Ill-Gyo Suh* and Chang-Hee Yang**

ABSTRACT

There are many factors to influence on the physical properties of the concrete, such as the size and shape of aggregates, W/C ratio and the strength of cement, etc. Cheju island is regionally volcanic island. The coarse aggregates to be generally utilized for producing the concrete in Cheju island are the crushed ones of basalt. However, the aggregates are locally different chemical and physical properties and these differences show different properties of concrete. In this study, we investigated the properties of concrete by the utilization of crushed aggregates from two places, Sangchang and Sangga in Cheju island through the test of compressive, tensile, and flexural strength with curing time.

Key Words : Concrete strength, crushed coarse aggregates from Cheju island, curing time.

1. 서 론

제주도는 지역적인 특성 때문에 콘크리트용 양질의 천연산 골재를 채취하기는 불가능할 뿐 만 아니라 내륙지방에서 운반 조달하기가 매우 곤란하다. 제주도 전역에 산재되어 있는 현무암은 매장량이 풍부하고 또한 채취가 용이하므로 조골재는 대부분 현지 현무암을 이용한 쇄석을 사용하고 있다. 콘크리트의 역

학적 성질은 사용 골재에 의해 크게 영향을 받는다는 것을 고려한다면, 내륙지방과 달리 제주도 골재를 사용하였을 때의 콘크리트 성질을 파악할 필요가 있다.

양질의 콘크리트란 시공성과 강도를 동시에 만족하여야 한다. 즉, 시공성에 우선권을 두면 강도 저하를, 강도를 염두에 두면 시공성이 저하될 우려가 있다¹⁾. 그러나 제주지역 레미콘 제조회사나 기존의 연구 결과들은 콘크리트의 강도를 우선으로 하고 있으므로 시공성이 우려되고 있다. 특히 최근에 들어서는 고강도 콘크리트의 사용이 증가하고 있는 추세에 있으므로, 골재가 콘크리트에 미치는 영향을 명확히 규명해야 할 필요가 있다. 이러한 재료의 성질 파악은 향후

* 제주대학교 건축공학과

Dept. of Architectural Eng., Cheju Nat'l Univ.

** 제주관광대학 실내건축과

Dept. of Interior Architecture, Cheju tourism College

의 구조설계나 시공상에 큰 영향을 미치게 된다. 일반적으로 제시되고 있는 배합표는 제주도 골재와는 달리 양질의 골재 사용을 전제로 하고 있으므로 도내에서 생산된 쇄석골재를 사용하는 경우 적절한 콘크리트 배합을 위한 자료를 확보할 필요성이 있다. 특히 고강도 콘크리트에서는 골재의 영향이 크나 제주도 쇄석골재에 의한 영향은 아직 파악되지 않고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 제주도내 대표적인 2곳의 골재채취장을 대상으로 그곳에서 생산된 현무암 쇄석 조골재를 사용한 콘크리트의 역학적인 성질을 파악하는데 있으며 실험을 통하여 골재의 채취 장소에 따른 콘크리트의 강도 변화 및 재령에 따른 강도 변화, 감수제 사용 유무에 따른 시공성 및 강도 등을 측정하고 비교, 분석한다.

II. 시험체 계획 및 실험

2.1. 사용 재료의 성질

2.1.1. 시멘트 및 세골재

본 실험에 사용된 시멘트는 S회사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 또한 모래는 전라남도 진도군에서 채취한 자연산 바다 모래로서 염분량을 기준치 이하로 확보하기 위해 24시간 이상 스프링클러에 의한 표면 살수시킨 후 표면건조 포화상태로 만들어 사용하였으며, 모래의 물리적 실험결과 및 입도곡선은 실험결과, KS 규격과 표준 입도곡선을 만족하는 것으로 나타났다.

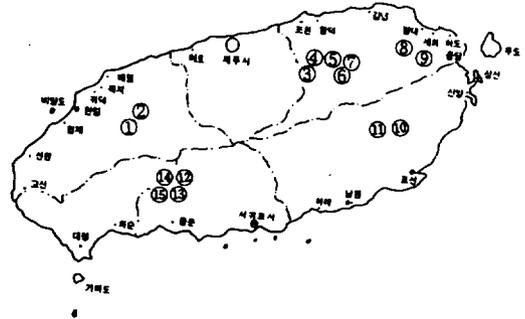
2.1.2. 제주도 현무암 쇄석 조골재

제주도내의 골재는 위치에 따라 그 구성 물질이 다르다. 따라서 현재 제주도내에서 콘크리트용 쇄석조골재를 생산하고 있는 장소는 15곳이 있으며 그중에서 가장 많이 생산되고 있는 상가 조골재와 상창 조골재를 선택하여 실험용 골재로 채취하였으며, 골재 생산지 위치는 Fig. 1과 같다.

실험용 조골재는 골재의 크기는 25mm를 기준으로 하였으며, 본 연구에서 선정한 쇄석 조골재를 비중, 흡수율, 실적율, 조립율 및 체가름 시험한 결과를 수도권의 대표적인 쇄석산지 5곳에서 생산되는 조골재

의 품질²⁾과 비교하면 Table 1과 같다.

실험 결과 사용 조골재의 비중, 흡수율 및 조립율 등이 KS규격에 적합한 것으로 나타났으나 상가조골재 및 상창조골재가 수도권의 대표적인 조골재에 비해 비중과 조립율은 적고 흡수율이 크게 나타나고 있어 강도의 저하가 예상되었다.



번호	골재 생산지	번호	골재 생산지
1	북제주군 예월읍 상가리	9	북제주군 구좌읍 한동리
2	북제주군 예월읍 하가리	10	남제주군 표선면 하천리
3	북제주군 조천읍 와물리	11	남제주군 표선면 새화리
4	북제주군 조천읍 북촌리	12	남제주군 안덕면 서광리
5	북제주군 구좌읍 동북리	13	남제주군 안덕면 상창리
6	북제주군 구좌읍 동북리	14	남제주군 안덕면 서광리
7	북제주군 구좌읍 동북리	15	남제주군 안덕면 서광리
8	북제주군 구좌읍 행원리		

Fig. 1 Locations gathering coarse aggregate

Table 1 Quality test of coarse aggregate

구 분	비 중	흡수율(%)	실적율(%)	조립율(F.M.)
상 가	2.68	1.87	63.9	6.46
상 창	2.68	1.60	61.0	6.54
안 양	2.61	0.84	58.9	7.13
공 영 사	2.64	0.78	59.3	7.09
곤 지 암	2.72	0.49	56.6	7.20
신 갈	2.74	0.67	59.2	6.79
용 원	2.60	1.02	57.4	7.13
KS 규격	2.5 이상	3.0 이하	60~65	

2.1.3. 용수 및 혼화제

본 실험에 사용한 물은 건축공사 표준시방서에 따라 유해량의 기름, 산, 알칼리, 염류, 유해물 등을 포함하지 아니한 상수도수를 사용하였다. 그리고 혼화

제는 E회사 제품인 상품명 ECONEX AD-R인 AE 감수제를 사용하였다.

2.2. 시험체 계획

본 실험은 제주 현무암 쇄석 조골재를 사용하였을 경우 콘크리트의 경화전·후에 콘크리트에 미치는 영향 인자를 변수로 시험체를 제작하고 실험을 실시하였다.

실험 변수로서 먼저 제주도 지역의 골재 생산지로 대표되는 상가 및 상창의 지역에 따른 골재의 영향을 고려하였다. 그리고 시공성을 고려하여 감수제의 사용 여부, 보통강도 콘크리트와 고강도 콘크리트의 강도 변화 및 재령에 따른 변화를 실험 변수로 사용하였다.

콘크리트 배합은 제주대학교 구조실험실 소재의 0.1m³ 용량의 간이 콘크리트 혼합기를 사용하여 실시하였다. 매회 콘크리트 혼합 후에는 슬럼프 실험을 하였으며, 강도 측정용 모올드는 10cm × 20cm 표준 공시체, 휨 강도 측정을 위해 15cm × 15cm × 50cm 강재 거푸집을 사용하여 혼합 후 즉시 타설되었다.

사용 콘크리트의 배합표는 Table 2와 같으며 이와 같은 방법에 의해 총 128개의 시험체를 제작하였다. 시험체의 일람표는 Table 3에 나타내고 있다.

Table 2 Proportion for concrete mixture

설계강도 (kgf/cm ²)	단위용적중량 (kgf/m ³)				
	물	시멘트	모래	자갈	혼화제
210	190	333	998	818	유, 무
400	184	514	991	691	유, 무

2.3. 실험 방법

2.3.1. 압축강도 측정

압축강도 실험은 용량 100tf인 만능시험기(Universal testing machine)로 실험하였으며, 각 시험체를 3개씩 측정하여 그 평균치로 압축강도를 나타내었다.

2.3.2. 인장강도 측정

인장강도(f_{sp})는 할렬강도(Split strength)로 측정하였다. 공시체의 원통측 면적 $\pi D l$ 의 1/2에 대하여 약 5kgf/cm²의 속도로 하중을 가하였고 다음식에

Table 3 Summary of specimens

시험체명	골재		물시멘트비(%)	단위시멘트량 (kgf/m ³)	AE 감수제	비고
	세골재	조골재				
SG-L-AE	자연산 모래	상가 조골재	57	333	사용	○ 압축강도, 인장강도 및 휨강도별로 구분하고 ○ 재령은 3일, 7일, 14일 및 28일로 구분하여 실험했음
SG-L					미사용	
SG-H-AE			36	514	사용	
SG-H					미사용	
SC-L-AE	상창 조골재	상창 조골재	57	333	사용	
SC-L					미사용	
SC-H-AE			36	514	사용	
SC-H					미사용	

시험체명 : C-SG-L-AE

AE : 혼화제 사용여부 : AE제 사용의 경우에는 AE로 표시하고 그 사용량은 시멘트의 0.25%임

L : 콘크리트 압축강도 : L = 210 kgf/cm²

H = 400 kgf/cm²

SG : 조골재 사용 구분 : SG = 상가 조골재

SC = 상창 조골재

C : 강도 구분 : C = 압축강도(Compressive strength)

T = 인장강도(Tensile strength)

F = 휨 강도(Flexural strength)

의해 인장강도(f_{sp})를 얻을 수 있다.

$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi D l}$$

여기서 P는 압축강도이다. 각 시험체를 3개씩 측정하고 그 평균치로 인장강도를 나타내었다.

2.3.3. 휨 강도 측정

콘크리트의 휨 강도 실험은 한국공업규격에 의해 일점재하법으로 단순보의 2등분점 하중에 의한 콘크리트의 휨 강도 시험 방법으로 측정하였다. 각 시험체는 2개씩 제작, 실험하여, 그 평균치로 휨 강도를 나타내었다.

III. 실험결과 및 분석

3.1. 슬럼프 실험

슬럼프 실험 결과를 Table 4와 Fig. 2에 요약하였

다. 물시멘트비가 57%이며 감수제를 사용하지 않는 시험체 SG-L, SG-H의 슬럼프는 7.1cm와 7.8cm로 나타나고 있으나, 동일 물시멘트비에서 감수제를 사용한 시험체 SG-L-AE, SG-H-AE의 슬럼프는 12.3cm, 13.5cm로서 감수제를 사용하지 않는 경우보다 크게 나타났다. 마찬가지로 물시멘트비가 36%인 시험체 SG-H-AE, SG-H, SC-H-AE, SC-H에서도 감수제의 사용으로 슬럼프가 증가되었다. 즉, 감수제의 사용으로 시공성이 증대됨을 볼 수 있으며, 감수제의 사용 유무에 관계없이 물시멘트비가 57%인 SG-L-AE, SG-L, SC-L-AE, SC-L 시험체가 물시멘트비의 36%인 SG-H-AE, SG-H, SC-H-AE, SC-H 시험체보다 슬럼프가 크게 나타났다. 또한 동일 물시멘트비일 때 상창조골재를 사용하는 경우가 상가조골재를 사용하는 경우보다 감수제의 사용 유무에 관계없이 슬럼프 값이 크게 나타나고 있어 상창조골재를 사용하는 경우가 시공성이 증대됨을 보이고 있다. 이 결과로부터 감수제의 사용과 물시멘트비가 큰 경우에 시공성에서 양호함을 보였다.

Table 4 Test results of slump value

시험체 구분	SG-L-AE	SG-L	SG-H-AE	SG-H	SC-L-AE	SC-L	SC-H-AE	SC-H
슬럼프 값(cm)	12.3	7.1	5.7	5.0	13.5	7.8	11.7	6.0

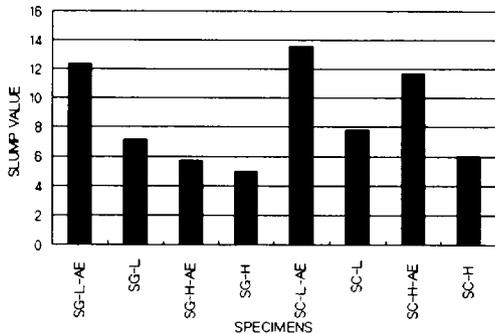


Fig. 2 Relation between specimens and slump value

3.2. 재령에 따른 콘크리트 강도

콘크리트는 타설후 경화기간 즉 재령에 따라 강도

가 발현되며, 통상적으로 콘크리트의 설계기준강도라 함은 4주 압축강도를 의미한다³⁾. 본 실험에서는 3일, 7일, 14일, 28일의 재령에 따른 콘크리트의 압축강도, 할렬 인장강도, 휨강도에 대한 측정 결과를 Table 5에 요약하였다. 각 값은 매 실험시에 시험체 3개의 평균값을 나타낸다.

Table 5 Test result of concrete strength

시험체 구분	단위용적중량 (kgf/m ³)				재령 (일)	평균압축 강도 (kgf/cm ²)	평균인장 강도 (kgf/cm ²)	평균 휨강도 (kgf/cm ²)
	물	시멘트	모래	자갈				
SG-L-AE	190	333	818	998	3	104.3	12.3	20.1
					7	188.9	22.2	33.9
					14	217.8	24.7	40.5
					28	226.8	28.1	42.2
SG-L					3	56.0	9.0	9.0
					7	147.6	14.8	30.2
					14	162.1	17.3	41.3
					28	189.0	22.4	42.5
SG-H-AE	184	514	691	991	3	68.1	12.7	8.9
					7	162.1	19.6	29.3
					14	287.3	27.7	53.7
					28	322.4	32.0	63.2
SG-H					3	168.9	19.6	32.7
					7	231.5	26.7	42.6
					14	307.8	29.0	57.0
					28	327.5	29.6	63.1
SC-L-AE	190	333	818	998	3	98.4	14.8	32.0
					7	117.4	16.8	33.5
					14	152.9	18.9	43.1
					28	197.0	23.7	46.1
SC-L					3	57.5	9.0	18.5
					7	90.5	13.6	29.8
					14	159.4	24.1	42.8
					28	217.0	28.1	50.1
SC-H-AE	184	514	691	991	3	157.2	17.9	47.3
					7	294.3	29.8	55.0
					14	325.9	36.3	59.3
					28	348.6	39.1	70.8
SC-H					3	180.4	22.9	34.9
					7	242.5	30.5	41.5
					14	304.9	32.9	60.9
					28	369.0	33.5	64.7

3.2.1. 압축강도

상가조골재와 상창조골재의 3일, 7일, 14일 및 28일의 재령에 따른 압축강도의 변화, 그리고 보통 콘크리트와 고강도 콘크리트에 대해 재령에 따른 압축강도의 변화를 조사하였다. 또한 같은 조건에서 혼화제를 사용하였을 때와 사용하지 아니하였을 때의 강도

변화를 비교하였다.

1) 재령에 따른 사용 콘크리트 압축강도 변화

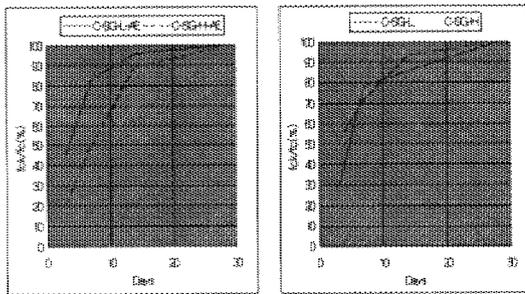
본 실험에서는 콘크리트 타설후 3일, 7일 및 14일의 압축강도를 측정하여 설계기준 강도 발현의 추이를 조사하였다. Table 5에서 보는 바와 같이 예상 설계강도가 210kgf/cm²으로 배합 설계된 시험체에 대해서는 ±10%범위 내의 오차 범위내의 압축강도를 얻었다. 반면에 예상설계강도 400kgf/cm²인 고강도 콘크리트에 대해서는 20%정도 예상강도에 못미침을 볼 수 있다. 이는 주로 제주도 현무암 채석골재가 타 지역의 조골재에 비해 강도가 낮으며 흡수율이 크다는 데 기인하며 또한 고강도 콘크리트임에도 25mm골재의 사용이 부적절한 것으로 그 원인을 들 수 있다.

Fig. 3은 보통 강도 콘크리트와 고강도 콘크리트의 강도 발현의 정도를 비교하였다. 이 그림에서 X축을

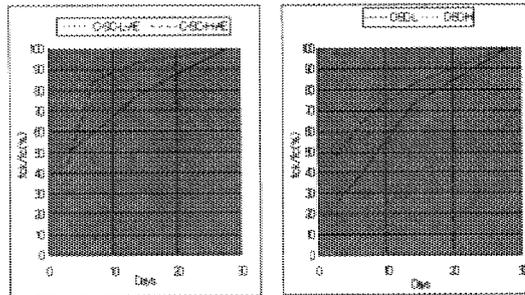
재령으로 하고, Y축은 재령 28일 압축강도(f_{ck})에 대한 각 재령별 압축강도(f_c)의 비율(%)로 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 동일 조건의 보통강도 콘크리트에 비하여 고강도 콘크리트에서 조기에 강도가 발현됨을 볼 수 있다. 또한, 상가 골재나 상창 골재의 사용에 대해 그 강도 발현의 정도에는 그 다지 차이를 볼 수 없다.

2) 혼화제 사용 유무에 따른 재령과 압축강도와의 관계

혼화제는 그 사용목적에 따라 그 용도를 달리 한다. 본 실험에서는 시공성 증대를 목적으로 사용하였다. 그러나 일반적으로 혼화제의 사용은 시공성은 증대시킬 수 있더라도 혼화제를 사용하지 않은 경우보다 급결되는 성질이 있으므로 비빔시간이 증가하면

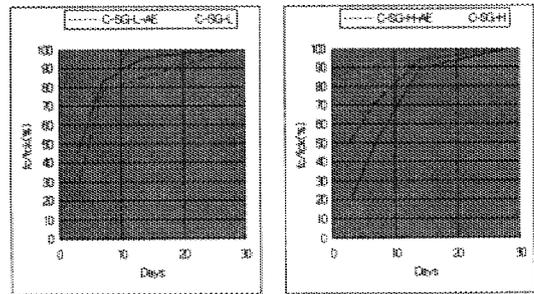


i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga

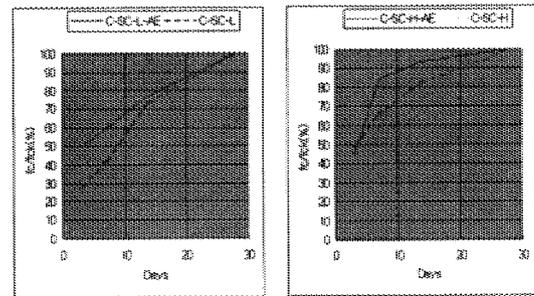


i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang

Fig. 3 Compressive strength according curing days



i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga



i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang

Fig. 4 Relationship of curing days and compressive strength with or without admixture

오히려 시공성이 떨어지는 경향이 있다⁴⁾. 또한, 혼화제의 사용으로 단위 수량을 감소시킬 수 있기 때문에 강도의 발현은 혼화제를 사용하지 않은 경우보다 급격히 발현되는 성질을 지니고 있다.

Fig. 4는 혼화제 사용 여부에 따른 강도 발현을 나타내고 있다. 이 그림에서 X축과 Y축은 Fig. 2에서와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 혼화제의 사용은 혼화제를 사용하지 않은 경우보다 조기에 강도가 급격히 발현되는 추세를 볼 수 있다. 즉, 혼화제를 사용하면 동일 몰시멘트비에 대해서도 조기에 강도가 발현된다.

3) 사용 조골재에 따른 재령과 압축강도 관계

앞서 언급한 바와 같이 제주도의 골재는 지역에 따라 그 성분들이 다르다. 도내에 가장 많이 사용하는

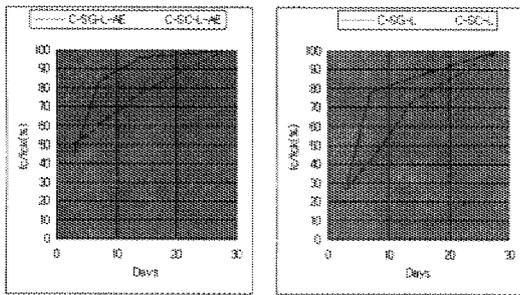
콘크리트용 골재로 상가 골재와 상창 골재의 사용에 따른 강도 변화를 측정하였다.

Table 5에서 4주 압축강도를 비교해 볼 때 상창 골재를 사용하였을 경우가 상가조골재를 사용하였을 경우 보다 큰 압축강도를 보였다.

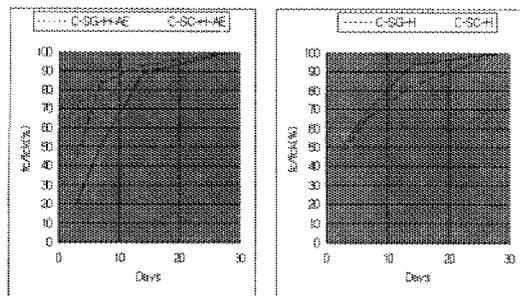
Fig. 5는 재령에 따른 압축강도의 변화 추이를 나타내고 있다. 그림에서 강도 발현 측면에서는 오히려 상가 골재가 조기 강도 발현에 유리함을 볼 수 있다.

3.2.2 인장강도

콘크리트의 인장강도는 할렬인장강도로 측정되었다. 콘크리트의 할렬강도는 일반적으로 $\sqrt{f_{ck}}$ 에 비례한다⁵⁾. 특히, 인장강도는 철근콘크리트 구조물에서 균열과 깊은 관련이 있다. 따라서 본 절에서는 각 변수에 따른 콘크리트의 인장강도의 변화를 파악하였다.

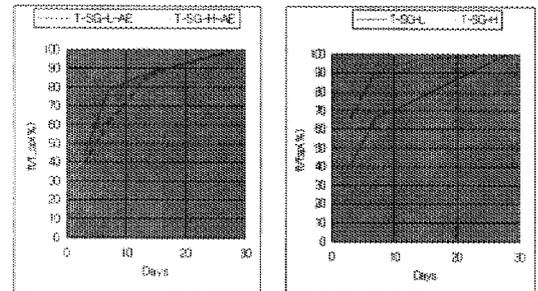


i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Normal strength concrete

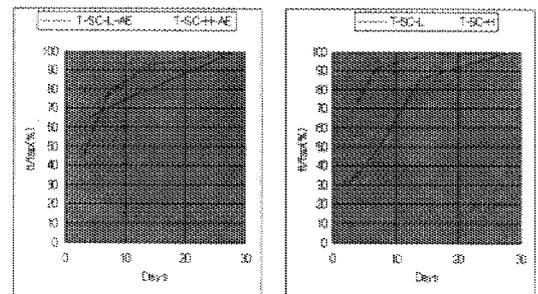


i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) High strength concrete

Fig. 5 Relationship of curing days and compressive strength according to gathering location of coarse aggregates



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang

Fig. 6 Relationship of curing days and split strength of concrete

1) 재령에 따른 사용 콘크리트 인장강도 변화

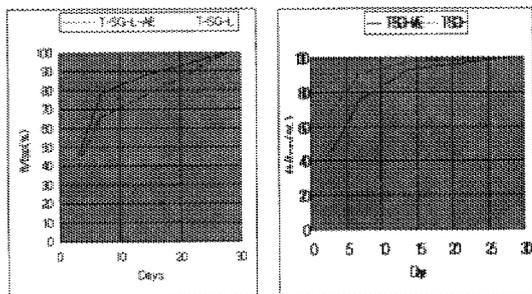
콘크리트의 인장강도는 압축강도와 유사한 경향을 보인다. Fig. 6은 보통 강도의 콘크리트와 고강도 콘크리트의 인장 강도 발현의 정도를 비교하였다. 이 그림에서 X축을 재령으로 하고, Y축은 재령 28일 콘크리트의 할렐 인장강도(f_{sp})에 대한 각 재령별 인장강도(f_t)의 비율(%)로 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 초기 양생 기간에 인장 강도가 급격히 발현되었으나, 시간이 흐름에 따라 발현의 정도가 완만함을 알 수 있다. 또한, 동일 조건의 보통강도 콘크리트에 비하여 고강도 콘크리트가 인장강도의 발현이 초기에 이루어짐을 볼 수 있다.

2) 혼화제 사용 유무에 따른 재령과 인장강도와의 관계 앞서 언급한 바와 같이 혼화제의 사용은 시공성의

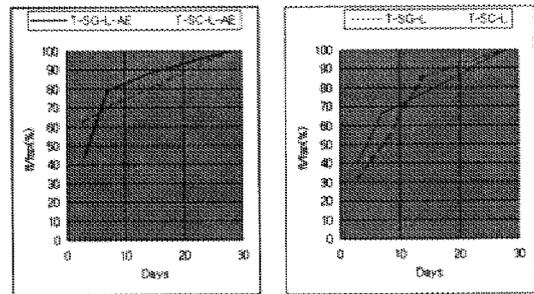
증대를 목적으로 사용하였으며, 혼화제의 성질상 급격한 응결 및 조기 강도 발현을 보였다. Fig. 7은 혼화제 사용 여부에 따른 강도 발현을 나타내고 있다. 이 그림에서 X축과 Y축은 Fig. 6에서와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 혼화제의 사용은 혼화제를 사용하지 않은 경우보다 초기에 강도가 급격히 발현되는 추세를 볼 수 있다. 특히 혼화제를 사용한 경우에 약 7일후 약 70~80% 정도의 인장 강도를 보였다.

3) 사용 조골재에 따른 재령과 인장강도와의 관계

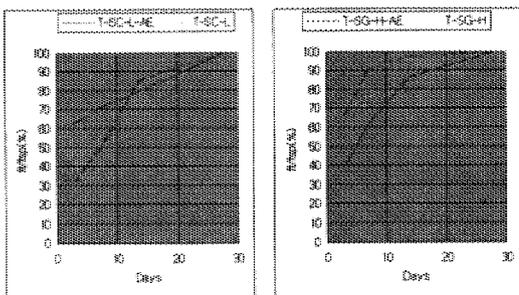
Table 8에서 4주 인장강도를 비교할 경우에 압축 강도와는 유사하게 상창 골재를 사용하였을 경우가 상가조골재를 사용하였을 경우보다 큰 인장강도를 보였다. 이는 콘크리트의 인장강도는 $\sqrt{f_{ck}}$ 와 비례관계에 있다는 기존의 결과와 유사함을 알 수 있다.



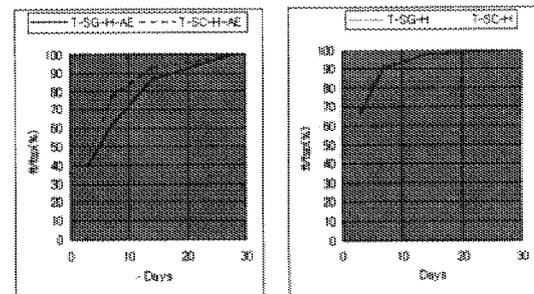
i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Normal strength concrete



i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) High strength concrete

Fig. 7 Relationship of curing days and split strength of concrete with or without admixtures

Fig. 8 Relationship of curing days and split strength of concrete according to gathering location of coarse aggregates

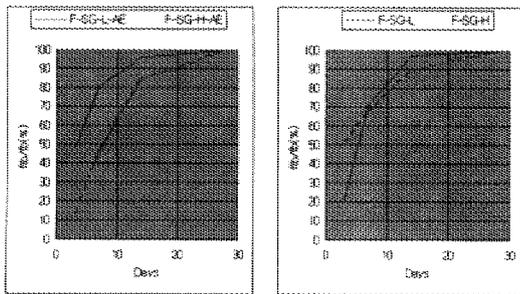
Fig. 8은 재령에 따른 인장강도의 변화 추이를 나타내고 있다. 이 그림에서 강도 발현 측면에서는 압축강도와는 달리 상가 골재나 상창 골재를 사용한 콘크리트에서 거의 유사하게 진행됨을 볼 수 있다.

3.2.3 휨 강도

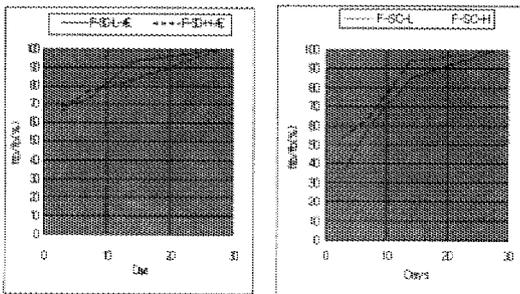
콘크리트의 휨 강도는 기존의 연구 결과들에 의하면 할렬강도와 유사하게 $\sqrt{f_{ck}}$ 에 비례관계에 있다⁵⁾. 따라서 본 실험에서의 휨 강도 실험은 휨 인장강도로 볼 수 있으며, 콘크리트의 인장강도를 할렬 인장강도와 휨 강도로 대신하여 사용된다. 본 절에서는 주어진 변수에 따른 콘크리트의 휨 강도 변화를 파악하였다.

1) 재령에 따른 사용 콘크리트 휨 강도 변화

Fig. 9는 보통 강도의 콘크리트와 고강도 콘크리트의 휨강도 발현의 정도를 비교하였다. 이 그림에서



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga



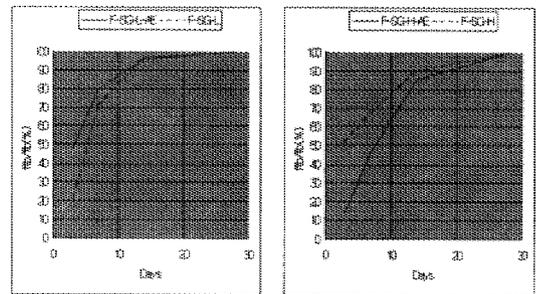
i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang

Fig. 9 Relationship of curing days and flexural strength of concrete

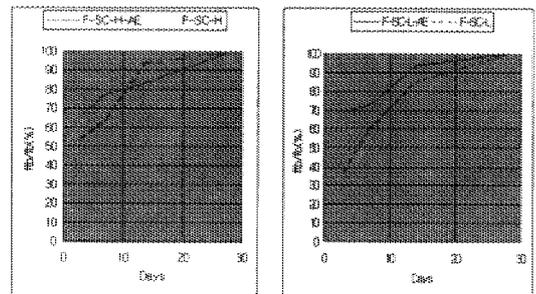
X축을 재령으로 하고, Y축은 재령 28일 콘크리트의 휨 강도(f_{bh})에 대한 각 재령별 휨 강도(f_{bh})의 비율(%)을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 조기 양생 기간에 휨 강도가 급격히 발현되었으나, 시간이 흐름에 따라 발현의 정도가 완만함을 알 수 있다. 또한, 동일 조건의 보통 콘크리트와 고강도 콘크리트가 휨 강도의 발현의 정도는 유사함을 볼 수 있다.

2) 혼화제 사용 유무에 따른 재령과 휨 강도와의 관계

Fig. 9는 혼화제 사용 여부에 따른 강도 발현을 나타내고 있다. 이 그림에서 X축과 Y축은 Fig. 9에서와 같다. 그림에서는 앞선 압축강도나 인장강도와는 달리 혼화제를 사용하는 경우가 재령 초기에서 휨 강도가 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 이는 AE혼화제는 공기 연행제로써 콘크리트 내부에 공기 연행에

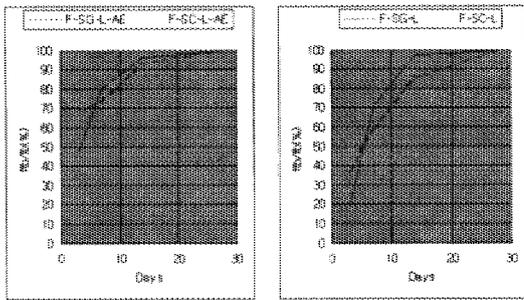


i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
a) Concrete of coarse aggregate from Sangga

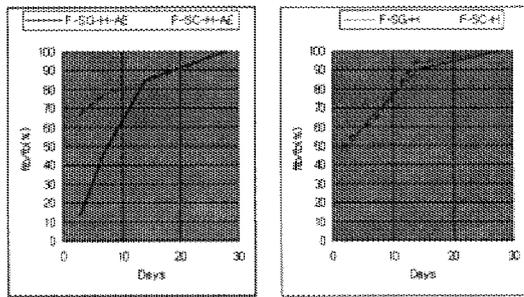


i) Normal strength concrete ii) High strength concrete
b) Concrete of coarse aggregate from Sangchang

Fig. 10 Relationship of curing days and flexural strength of concrete with or without admixtures



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
a) Normal strength concrete



i) Concrete with admixture ii) Concrete without admixture
b) High strength concrete

Fig. 11 Relationship of curing days and flexural strength of concrete according location of coarse aggregates

의해 시공성이 증대되어 휨 인장강도를 증진시키는 것으로 판단된다.

3) 사용 조골재에 따른 재령과 휨 강도의 관계

Fig. 11은 재령에 따른 휨 강도의 변화 추이를 나타내고 있다. 이 그림에서 X축과 Y축은 Fig. 9에서와 같다. 그림에서 강도 발현 측면에서는 상창 골재를 사용한 콘크리트가 상가 골재를 사용한 콘크리트 보다 조기에 휨 강도를 발현함을 알 수 있다. 그러나, 14일 후에는 거의 유사한 경향을 볼 수 있다.

IV. 결 론

콘크리트는 경화전·후의 성질인 시공성 및 강도를

확보함으로써 품질면에서 우수한 재료가 될 수 있으나 제주도는 조골재로서 현무암질의 쇄석을 사용하며, 화산의 작용에 의해 지역마다 골재의 구성 성분 및 성질을 달리하므로 콘크리트의 성질에도 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 골재의 채취 장소, 혼화제의 사용 유무 및 재령에 따른 콘크리트의 강도 변화와 물리적인 성질인 압축, 인장 및 휨강도를 측정하여 다음과 같은 결론들을 얻었다.

(1) 재령에 따른 보통강도 콘크리트와 고강도 콘크리트의 압축, 인장 및 휨 강도를 측정된 결과, 동일 조건의 보통 콘크리트에 비하여 고강도 콘크리트가 조기에 강도가 발현되었다.

(2) 재령에 따른 혼화제의 사용 유무와 콘크리트의 압축, 인장 및 휨 강도의 발현은 혼화제를 사용할 경우에 조기에 강도 발현이 이루어 졌으며 약 14일후에는 완만한 강도 증가를 보였다. 그러나 혼화제의 사용은 콘크리트의 급격한 경화 현상을 보임으로 혼화제의 사용 시기를 적절히 고려하여야 할 것이다.

(3) 재령에 따른 조골재의 채취장소에 따른 콘크리트의 압축, 인장 및 휨 강도의 발현 추이는 상창 골재를 사용한 콘크리트가 일반적으로 크게 나타났다.

(4) 콘크리트 파괴의 양상으로서 ① 시멘트 페이스트의 파괴, ② 골재 표면에서의 부착 파괴, ③ 골재 파괴의 세 종류가 있는데⁶⁾ 본 실험 결과 콘크리트 공기체 압축강도 실험에서 골재 파괴의 양상이 일어났다. 이러한 현상은 보통강도 콘크리트보다 고강도 콘크리트에서 더 심하게 나타났다. 콘크리트중에 골재가 차지하는 비율이 약 65%이상 임을 감안한다면 제주도 지역의 현무암 조골재의 특성상 콘크리트의 사용 골재가 분담하는 하중이 증가하여 골재가 이를 충분히 견디지 못하였기 때문이라 사료되며, 특히 제주도 현무암 쇄석조골재를 사용하여 고강도 콘크리트를 생산하기 위해서는 앞으로 많은 연구가 필요하다고 본다.

참고문헌

- 1) 趙洞權, 1986, 골재의 특성이 콘크리트의 性質 및 配合에 미치는 影響에 관한 考察, 건설기술 연구.
- 2) 朴性栽, 1978, 碎石骨材를 사용한 콘크리트의 강도

- 에 관한 연구, 부산시정 연구보고서. pp.315-323.
- 3) 정일영, 1980, 콘크리트 强度의 초기 추정에 관한 연구, 대한건축학회.
- 4) 金亨杰, 1973, 콘크리트 혼화제가 콘크리트 성질에 미치는 영향, 대한건축학회지 제17권 제53호, pp.3-9.
- 5) 대한건축학회, 1996, 고강도-고성능 콘크리트 제조, 시공 및 설계, 기문당.
- 6) 한국콘크리트학회, 1991, 고강도 콘크리트 실용화 연구, KCI Report No. 91-01.