

저시멘트 소일콘크리트의 유동성 및 압축강도 특성

Flow and Compressive Strength Properties of Low-Cement Soil Concrete

박종범¹ · 양근혁^{2*} · 황철성³

Jong-Beom Park¹ · Keun-Hyeok Yang^{2*} · Chul-Sung Hwang³

(Received October 23, 2017 / Revised March 2, 2018 / Accepted March 5, 2018)

This study examined the effect of binder-to-soil ratio(B/S) and water-to-binder ratio(W/B) on the flow and compressive strength development of soil concrete using high-volume supplementary cementitious materials. As a partial replacement of ordinary portland cement, 10% by-pass dust, 40% ground granulated blast-furnace slag, and 25% circulating fluidized bed combustion fly ash were determined in the preliminary tests. Using the low-cement binder incorporated with clay soil or sandy soil, a total of 18 soil concrete mixtures was prepared. The flow of the soil concrete tended to increase with the increase in W/B and B/S , regardless of the type of soils. The compressive strength was commonly higher in sandy soil concrete than in clay soil concrete with the same mixture condition. Considering the high-workability and compressive strength development, it could be recommended for low-cement soil concrete to be mixed under the following condition: B/S of 0.35 and W/B of 175%.

키워드 : 소일콘크리트, 저시멘트, 고유동, 압축강도, 결합재-흙 비, 물-결합재 비

Keywords : Soil concrete, Low-cement, High-workability, Compressive strength, Binder-soil ratio, Water-binder ratio

1. 서론

매입말뚝 삽입 전후에 주입되는 소일콘크리트(Soil concrete)는 말뚝의 지지력을 증가시키는 한편, 하중 재하 초기 단계에서 파일의 자립을 돕고 파일 주변의 마찰력 향상에 도움이 된다(Choi et al. 2011). 더불어 소일콘크리트는 점성토(Clay soil) 및 사질토에서 점착성능을 향상시킨다(Lee et al. 2011; Kim et al. 2010). 일반적으로 점성토에서는 시멘트의 수화반응 과정에서 생성된 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)과 2차적인 반응 및 포졸란 반응이 동시에 진행되며, 사질토에서는 시멘트의 수화반응 과정에서 생성된 규산칼슘 수화물(C-S-H)에 의해 강도발현이 이루어진다(Son 2014). 소일콘크리트의 역학적 특성은 사용 결합재, 토양의 종류, 단위 시멘트 양 및 단위수량 등의 영향을 받는다. 국토교통부(Ministry of land, infrastructure and transport, MOLIT)에서는 소일콘크리트의 최소 압축강도를 점성토의 경우 1~2MPa, 사질토의 경우 2~8MPa를 제시하고 있다(Standard specification for temporary work,

2016). 따라서 상당히 낮은 압축강도를 요구하는 소일콘크리트의 경우 강도보다는 경제성이 더욱 중요할 수 있다.

소일콘크리트는 일반적으로 고유동성을 위해 높은 단위수량을 요구한다. 높은 단위수량을 요구하는 소일콘크리트의 목표 압축강도를 충족하기 위해서는 단위 시멘트양 증가 및 기타 고화제 사용으로 이어지게 된다. Kim et al.(2003)은 단위 시멘트양 및 고화제 양이 증가할수록 소일콘크리트의 강도는 증진함을 보였다. 하지만 단위 시멘트양의 증가는 소일콘크리트의 재료원가 상승의 주요 원인이 될 수 있다. 이와 같은 문제로 Park et al.(2007) 및 Kim et al.(2007)은 고화제 사용 없이 소일콘크리트에 강섬유(Steel fiber) 및 합성섬유(Polyvinyl alcohol) 등의 보강재를 이용한 연구를 진행하였다. 그러나 높은 유동성을 요구하는 소일콘크리트에서 보강재 사용은 급격한 유동성 저하 및 섬유 뭉침 현상 등의 2차적 문제점을 갖는다.

이 연구에서는 소일콘크리트의 유동성 및 강도발현에 대한 산업 부산물의 다량 활용의 영향을 평가하였다. 산업부산물로서 바이패스

* Corresponding author E-mail: yangkh@kgu.ac.kr

¹경기대학교 일반대학원 건축공학과 (Department of Architectural Engineering, Graduate School, Kyonggi University, Kyonggi-do, 16227, Korea)

²경기대학교 플랜트·건축공학과 (Department of Plant·Architectural Engineering, Kyonggi University, Kyonggi-do, 16227, Korea)

³가천대학교 공과대학 토목환경공학과 (Department of Civil and Environmental Engineering, Gachon University, Seongnam-si, 13120, Korea)

더스트(by-pass dust, BPD), 고로슬래그미분말(ground granulated blast furnace slag, GGBS), 순환유동층 플라이어시(circulating fluidized bed combustion fly ash, CFBC) 등을 보통포틀랜드시멘트(ordinary portland cement, OPC) 중량 대비 각각 10%, 40%, 25% 치환하였다. 흙은 자연에서 채취하여 통일 분류법에 따라 점성토 및 사질토로 분류하여 사용하였다. 주요 배합변수로서 결합재-흙비(B/S)와 물-결합재비(W/B)를 선택하였다. 이들 변수에 따라 소일콘크리트의 유동성, 압축강도 발현 및 공극형상을 평가하였다.

2. 실험

2.1 실험 및 측정

소일콘크리트의 배합 실험은 KS L 5109(수경성 시멘트 페이스트 및 모르타르의 기계적 혼합 방법)에 준하여 실시하였으며, 플로우는 KS L 5111(시멘트 시험용 플루 테이블)의 시험 방법에 따라 측정하였다. 압축강도 측정을 위한 시험체 제작은 KS L 5105(수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법)에 따라 50×50×50mm의 입방형으로 제작하였다. 모든 시험체는 1일 후 몰드를 제거하고 항온항습(20℃, 상대습도 60%) 환경에서 양생을 실시하였다. 소일콘크리트의 압축강도는 200kN 용량의 UTM(Universal test machine)을 사용하여 재령 1, 3, 7 및 28일에서 측정하였으며, 재령 28일에 광학현미경을 사용하여 공극형상을 측정하였다.

2.2 사용재료

소일콘크리트의 결합재는 예비실험을 통해 강도발현 관점에서 결정하였다. Table 1에는 예비실험에 이용된 결합재들(B1~B4)에서 각 구성 재료들의 비율을 나타내었다. 모든 배합에서 B/S 및 W/B 는 결합재의 치환비율에 따른 영향을 보다 정확하게 평가하고자 B/S 및 W/B 를 각각 3 및 50%로 고정하였다. 결합재 선정을 위한 예비실험 결과 모든 시험체에서 플로우 값은 160~170mm로 큰 차이를 보이지 않았으나, 강도발현에서는 큰 차이를 보였다.

OPC 치환율 변화에 관계없이 BPD의 치환율이 10%에서 15% 변화할 때 소일콘크리트의 압축강도는 약 10MPa 감소하였다. 이는 BPD의 염소(Cl^-)성분이 시멘트 수화생성물인 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)과 반응하고 용해되기 쉬운 물질로 변화되어 강도가 낮아진 것으로 판단된다. BPD 치환율에 관계없이 GGBS 치환율이 증가할수록 소일콘크리트의 압축강도는 증가하였는데, 이는 GGBS의 포졸란 반응에 의해 C-S-H가 생성되고 BPD의 Cl^- 성분과 반응하는 수산화칼슘은 상대적으로 적게 생성됨을 의미한다. Fig. 1에는 소일콘크리트 결합재의 압축강도 발현율을 나타내기 위해 각 재령별 압축강도($f_{ck}(t)$)를 재령 28일 압축강도(f_{ck})로 무차원화하여 나타내었다. B-1, B-2 및 B-3의 압축강도 발현율은 7일 강도에서 f_{ck} 의 약 65%로 비슷한 경향을 보였다. 반면 B-4의 압축강도 발현율은 7일 강도에서 f_{ck} 의 약 92%로 초기에 급격한 기울기를 보인 뒤 이후 완만한 기울기를 보였고, f_{ck} 가 가장 높은 것으로 나타났다. 이에 따라 OPC, BPD, GGBS, CFBC가 각각 25, 10, 40% 및 25%의 비율로 구성된 B-4를 소일콘크리트의 주요 결합재로 선정하였다.

결합재를 구성하는 각 시멘트계 재료의 물리·화학적 조성 및 입자구조를 Fig. 2 및 Table 2에 각각 나타내었다. OPC의 밀도는 3.15g/cm³, 비표면적은 3,260cm²/g이며, KS L 5201(포틀랜드 시멘트)의 1종 규격에 준하는 것을 사용하였다. OPC의 미세구조에서는 클링커 중에 가장 많이 존재하는 Alite의 육각판상 구조가 많이 나타났다(Fig. 2 a). BPD는 시멘트 제조 공정중 시멘트 킬른의 바이패스 시스템(By-pass system)을 통해 발생하는 분진(Dust)형태의 산업부산물(Kim et al. 2012)로 밀도는 2.29g/cm³, 비표면적

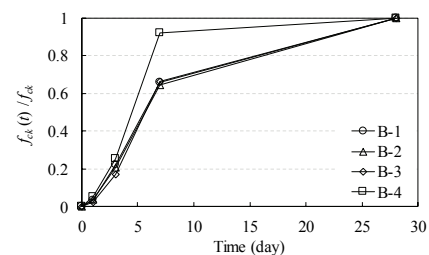


Fig. 1. Compressive strength development of binder

Table 1. Summary of mix proportions of binder for soil concrete and test results

Specimens	B/S	W/B (%)	Composition of binder(wt.%)				Flow (mm)	Compressive strength(MPa)			
			OPC	BPD	GGBS	CFBC		1d	3d	7d	28d
B-1	3	50	30	15	25	30	160	0.9	6.1	18.1	27.4
B-2			30	10	25	35	170	1.4	7.6	23.2	36.0
B-3			25	15	35	25	170	0.7	4.9	18.6	28.1
B-4			25	10	40	25	170	1.5	7.0	25.2	37.1

Table 2. Physical and chemical properties of cementitious materials

Materials	Density(g/cm ³)	Specific surface area (cm ² /g)	Chemical composition(%)									
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Cl	Na ₂ O	LOI*
OPC	3.15	3,260	21.7	5.3	3.1	62.4	1.6	1.7	-	-	-	0.8
BPD	2.29	5,627	2.99	1.44	-	20.2	-	6.98	40.2	24.7	1.53	1.96
GGBS	2.94	4,355	33.5	15.2	0.5	43.9	2.6	2.5	-	-	-	3.93
CFBC	2.95	8,965	25.5	14.5	15.1	31.0	7.92	4.23	0.87	-	-	0.88

* Loss on ignition

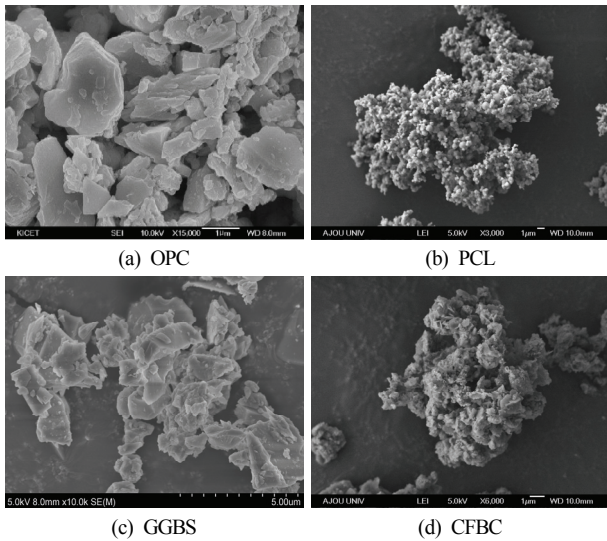


Fig. 2. SEM images of cementitious materials

은 5,627cm²/g이다. BPD의 입자는 불규칙한 구조형상을 띠고 있으며(Fig. 2 b), 주요 화학적 조성은 약 85% 이상이 CaO, K₂O 및 Cl로 구성되어 있다. GGBS의 밀도는 2,94g/cm³, 비표면적은 5,627cm²/g이며, 약 77% 이상이 CaO와 SiO₂로 구성되어 있다. 잠재수경성 재료인 GGBS는 입자 표면이 둥글고 불투수성 피막인 유리질 피막으로 이루어져 있다(Fig. 2 c), 따라서 GGBS의 활성화를 위해선 pH 11.5 이상의 알칼리 자극이 필요하다(Shim 2010). CFBC는 순환유동층 보일러에서 생성되는 산업부산물(석탄회)로 CaO와 SiO₂가 주요성분이다. CFBC의 구조형상은 CaO성분을 기타 성분들이 감싸고 있는 형태이다(Fig. 2 d). CFBC의 밀도 및 비표면적은 각각 2,95g/cm³, 8,965cm²/g이다.

소일콘크리트는 일반적인 콘크리트와 달리 골재 대신 흙이 사용되며, 본 연구에서 사용된 흙은 경기도 수원지역에서 채취하여 통일 분류법에 따라 #200체(0.075mm) 통과율이 50% 이상인 점성토와 50% 이하인 사질토 두 가지로 구분하여 실험을 진행하였다. 선정된 대상토의 밀도는 KS F 2308(흙 입자 밀도 시험 방법), 입도는 KS F 2302(흙의 입도 시험 방법)에 따라 측정하였으며,

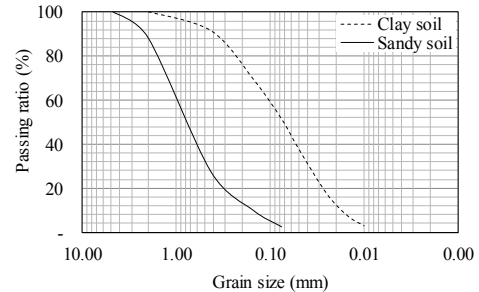


Fig. 3. Particle size distribution of soils

Table 3. Physical properties of soils

Type	Density (g/cm ³)	#200 passing(%)	Coefficient of uniformity	Coefficient of curvature
Clay soil	2.6	51.2	7.3	1.25
Sandy soil	2.58	7.5	5.0	1.52

Fig. 3 및 Table 3에 결과를 나타내었다. 점성토 및 사질토의 비중은 각각 2,6g/cm³, 2,58g/cm³로 큰 차이를 보이지 않았으나, #200 체 통과율의 경우 점성토는 51.2%, 사질토는 7.5%로 그 차이가 크게 나타났다.

2.3 배합상세

Table 4에는 각 시험체의 배합상세를 나타내었다. 배합은 사용 흙의 종류에 따라 C-그룹(점성토)과 S-그룹(사질토)으로 구분하였다. 각 그룹에서 선택한 주요 변수는 B/S 및 W/B이다. 각 그룹에서 B/S의 범위는 0.15, 0.25 및 0.35이며, 각 B/S에서 W/B의 범위는 175, 200 및 225%로 변화하였다. 소일콘크리트는 일반적인 콘크리트와 달리 골재 대신 흙이 사용되며, 흙의 높은 비표면적과 흡수율로 인해 원활한 배합을 위해서 배합수의 양이 많이 필요하게 된다. Table 4에 나타난 실험체 명은 각 변수의 특성을 나타내는데 첫 번째 문자는 대상토의 종류를, 두 번째와 세 번째 숫자는 각각 B/S와 W/B를 의미한다. 예를 들어 C-0.15-175 배합은 점성토를 사용하고 B/S와 W/B는 각각 0.15 및 175%인 소일콘크리트를 의미한다.

Table 4. Mixture proportions of soil concrete

Specimens	B/S	W/B (%)	Unit weight(kg/m ³)		
			Water	Soil	Binder
C-0.15-175	0.15	175	375.7	1431.2	214.7
C-0.15-200		200	407.5	1358.3	203.8
C-0.15-225		225	436.2	1292.5	193.9
C-0.25-175	0.25	175	481.8	1101.2	275.3
C-0.25-200		200	515.2	1030.3	257.6
C-0.25-225		225	544.5	968.0	242.0
C-0.35-175	0.35	175	548.1	894.9	313.2
C-0.35-200		200	580.9	829.9	290.5
C-0.35-225		225	609.3	773.7	270.8
S-0.15-175	0.15	175	375.7	1431.2	214.7
S-0.15-200		200	407.5	1358.3	203.8
S-0.15-225		225	436.2	1292.5	193.9
S-0.25-175	0.25	175	481.8	1101.2	275.3
S-0.25-200		200	515.2	1030.3	257.6
S-0.25-225		225	544.5	968.0	242.0
S-0.35-175	0.35	175	548.1	894.9	313.2
S-0.35-200		200	580.9	829.9	290.5
S-0.35-225		225	609.3	773.7	270.8

3. 결과 및 고찰

3.1 플로우

Fig. 4에는 대상토의 종류에 따른 소일콘크리트의 초기 플로우를 나타내었다. 소일콘크리트의 플로우는 대상토의 종류 및 W/B에 관계없이 B/S가 증가함에 따라 증가하였다. 이는 단위 결합재량의 증가에 따라 단위 용적에서 단위수량이 함께 증가하고 단위 휴양은 상대적으로 감소하기 때문이다. 점성토 콘크리트의 경우 B/S가 0.15에서 플로우는 80~87.5mm의 범위로 W/B에 의한 유동성 변화는 미미하였다. 반면, B/S가 0.25에는 W/B가 25% 증가함에 따라 플로우는 약 100mm 및 31mm 증가하였으며, B/S가 0.35에서 모든 배합의 플로우는 250mm 이상으로 높은 유동성을 나타내었다. 사질토 콘크리트의 플로우는 점성토 콘크리트와 달리 B/S가 0.15일 때 W/B가 175%에서 반죽흐름은 발생하지 않았으며, W/B가 200 이상에서는 80~81.5mm의 플로우를 나타내었다. B/S가 0.25일 때 W/B가 25% 증가함에 따라 플로우는 평균 69mm 증가하였으며, B/S가 0.35일 때 모든 배합에서 플로우는 250mm 이상을 보였다. 소일콘크리트의 플로우는 대상토에 관계없이 B/S가 0.25 범위에서 W/B에 의한 영향을 크게

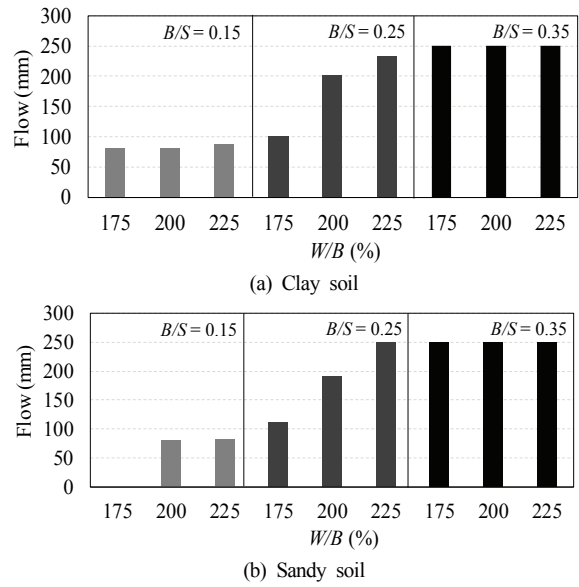


Fig. 4. Initial flow of soil concrete

받았는데, 특히 사질토 콘크리트에서 현저하였다.

3.2 압축강도

Table 5에는 소일콘크리트의 재령별 압축강도를 나타내었다. 소일콘크리트의 압축강도는 대상토에 관계없이 B/S가 증가함에 따라 증가한 반면, W/B의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 소일콘크리트의 재령 28일 압축강도는 모든 토양에서 B/S가 0.35, W/B가 175%일 때 가장 높았으며, B/S가 0.15, W/B가 225%일 때 가장 낮게 나타났다. 사질토를 사용한 콘크리트의 압축강도는 점성토를 사용한 콘크리트 대비 평균 약 5% 높은 값을 보였으며, B/S가 0.35, W/B가 175%에서 약 14%로 그 차이가 가장 컸다. 이는 점성토의 경우 사질토보다 경화를 위해서는 결합재가 약 10% 이상 더 요구되며(Son 2014), 미세한 점토입자의 존재로 인해 결합재의 수화반응을 억제하기 때문인 것으로 판단된다.

소일콘크리트의 f_{ck} 에 영향을 미치는 주요 요인은 B/S 및 W/B이다. 이에 고려하여 본 실험결과와 회귀분석을 실시한 결과(Fig. 5), 소일콘크리트의 f_{ck} 예측을 위한 모델 식을 다음과 같이 제시할 수 있었다.

$$f_{ck} = A_1 \exp[B_1 (B/S)^{0.8} / (W/B)^3] \quad (1)$$

여기서 A_1 과 B_1 은 실험상수로서 점성토의 경우 각각 2.28과 14.10이며, 사질토의 경우 각각 1.49와 22.50이다.

Table 5. Summary of test results

Specimens	Compressive strength(MPa)			
	1d	3d	7d	28d
C-0.15-175	0.14	0.54	2.58	3.74
C-0.15-200	0.14	0.4	2.04	3.69
C-0.15-225	0.16	0.33	1.36	2.84
C-0.25-175	0.12	0.84	3.34	6.41
C-0.25-200	0.14	0.44	1.97	3.94
C-0.25-225	0.16	0.29	1.39	3.20
C-0.35-175	0.09	0.66	3.69	6.46
C-0.35-200	0.10	0.53	2.41	4.88
C-0.35-225	0.14	0.54	2.09	4.34
S-0.15-175	0.15	0.70	2.56	3.20
S-0.15-200	0.14	0.57	2.12	2.62
S-0.15-225	0.17	0.59	2.03	2.30
S-0.25-175	0.24	1.29	5.78	7.40
S-0.25-200	0.17	0.91	3.59	4.30
S-0.25-225	0.15	0.77	2.39	3.40
S-0.35-175	0.22	1.47	5.45	7.45
S-0.35-200	0.14	0.91	4.07	6.94
S-0.35-225	0.13	0.72	2.09	2.43

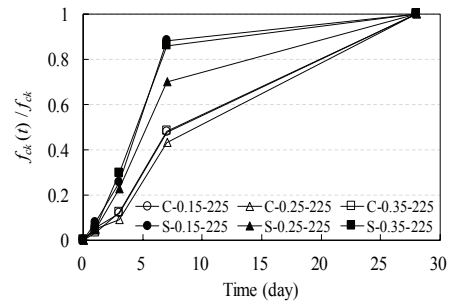


Fig. 6. Compressive strength development of soil concrete

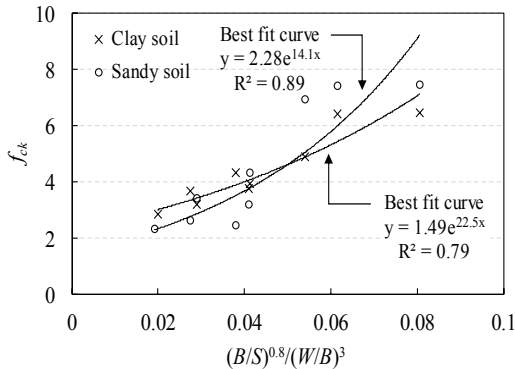


Fig. 5. Regression analysis for f_{ck} of soil concrete

3.3 압축강도 발현

Fig. 6에는 소일콘크리트의 압축강도 발현율을 나타내기 위해 $W/B=225\%$ 시험체를 $f_{ck}(t)/f_{ck}$ 로 무차원화하여 나타내었다. 소일콘크리트의 재령 1, 3일 및 7일 강도비는 f_{ck} 대비 점성토를 사용한 경우 각각 5, 11% 및 46%이며, 사질토를 사용한 경우 각각 6, 28% 및 87%이다. 이는 소일콘크리트의 초기 압축강도 발현이 낮게 있음을 의미하는데, 산업부산물 다량치환의 영향으로 판단된다. B/S 가 0.25인 시험체의 경우 대상토에 관계없이 B/S 가 0.15 및 0.35인 시험체 대비 압축강도 발현율은 다소 낮았다. 그러나

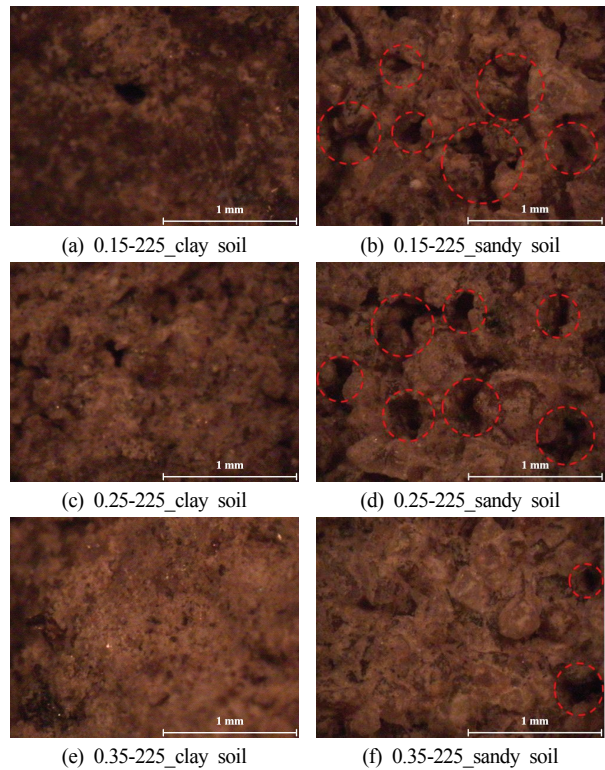


Fig. 7. Typical SEM image of soil concrete

동일한 재령에서 소일콘크리트의 압축강도 발현율은 점성토보다 사질토 기반에서 높았다. 특히 사질토 콘크리트에서 B/S 가 0.15 및 0.35인 경우 재령 3일과 7일의 압축강도는 f_{ck} 대비 약 28% 및 87% 수준으로 초기에 급격히 증가한 후 재령 7일 이후 완만히 증가하는 경향을 보였다. 이는 동일 조건의 점성토 콘크리트 대비 약 16% 및 39% 높은 수준이었다.

3.4 미세공극 분포

Fig. 7에는 W/B 가 225%일 때 시험체의 내부 공극 형상을 나타내었다. 점성토 콘크리트는 비교적 공극이 적고 밀실한 구조를

나타내었다. 반면 사질토 콘크리트의 내부 구조는 약 0.2mm 수준의 공극(점선)들이 상당히 보였다. 이는 점성토의 경우 흙의 미립자가 공극 사이를 채우는 반면, 사질토의 경우 흙의 굵은 입자들로 인해 소일콘크리트의 공극 채움이 미흡하게 있기 때문이다. 한편, 점성토 및 사질토 콘크리트의 미세공극은 B/S 가 0.15에서 0.35로 변화함에 따라 다소 감소하는 경향을 보였는데, 이는 단위결합재량의 증가에 의한 공극 채움 효과에 의한 것으로 판단된다.

4. 결론

이 연구에서는 BPD, GGBS, CFBC 등의 산업부산물을 다량 치환한 소일콘크리트의 유동성 및 압축강도 발현 특성을 평가하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소일콘크리트의 플라우는 대상토의 종류 및 W/B 에 관계없이 B/S 가 증가함에 따라 증가하였다.
2. 소일콘크리트의 f_{ck} 는 대상토에 관계없이 B/S 가 0.35, W/B 가 175%일 때 가장 높았는데, 일반 소일콘크리트의 약 1.15배 수준이었다.
4. 소일콘크리트의 f_{ck} 대비 재령 1일과 3일의 강도 발현율은 각각 5~6%와 11~28% 수준이었으며, 회귀 분석결과 압축강도 예측 모델이 제시될 수 있었다.
5. 점성토를 사용한 콘크리트의 미세구조는 흙의 미립자들로 인해 비교적 밀실한 반면, 사질토를 사용한 콘크리트에서는 굵은 입자들로 인해 약 0.2mm 수준의 공극들이 다수 분포하였다.
6. 산업부산물을 활용한 소일콘크리트의 최적 배합상세는 B/S 가 0.35, W/B 는 175%가 제시될 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원에 의해 수행되었습니다(No.NRF-2017R1A2B3008463).

References

- Choi, H.B., Noh, C.S., Han, B.K., Lee, H.G. (2011). Estimation of field application for the PHC pile backfill recycling In-site soil, *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, **11(1)**, 63–66 [in Korean].
- Kim, B.I., Wee, S.H., Lee, S.H., Kim, Y.U. (2003). Strength characteristics of soil–cement mixed with Inorganic solidification liquid, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers C*, **23(3C)**, 135–141 [in Korean].
- Kim, C.K., Kim, E.J., Kim, J.C., Park, W.K., Park, G.J. (2010). The strength characteristics of soil–cement by the stone sludge mixing rates, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, **36(10)**, 1692–1695 [in Korean].
- Kim, Y.S., Yu, G.M., Mun, K.J. (2012). Strength characteristics of solidified soil with hardening agents made of industrial by-products, *Journal of the Korean Geotechnical Society*, **13(6)**, 19–26 [in Korean].
- Kim, Y.T., Kim, H.J., Lee, J.S. (2007). Experimental Study on mechanical properties of fiber–reinforced lightweight soil, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, **27(3C)**, 159–202 [in Korean].
- Lee, K.H., Jang, T.Y., Hwang, T.J., Song, Y.S. (2011). Strength properties of subgrade soil modified by cement, *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, **11(5)**, 141–147 [in Korean].
- MOLIT. (2016). Standard Specification for Temporary Work, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea [in Korean].
- Park, S.S., Kim, Y.S., Lee, J.C. (2007). Unconfined compressive strength of fiber–reinforced cemented sands by fiber reinforcement form, *Journal of the Korean Geotechnical Society*, **23(8)**, 159–169 [in Korean].
- Shim, J.W. (2010). A study on the strength property of recycled fine aggregate(wet type) mortar with blast furnace slag, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, **14(5)**, 153–160 [in Korean].
- Son, T.I. (2014). Study on the Strength Change according to the Slenderness Ratio of Soil–Cement, Master's Thesis, Department of Civil Engineering Graduate School of Industry Pusan National University [in Korean].

저시멘트 소일콘크리트의 유동성 및 압축강도 특성

본 연구에서는 산업부산물을 다량 활용한 소일콘크리트의 유동성 및 강도발현에 대한 결합재-흙의 비(B/S) 및 물-결합재비 (W/B)의 영향을 평가하였다. 보통 포틀랜드 시멘트의 부분 치환재로서 바이패스 더스트 10%, 고로슬래그미분말 40%, 순환유동층 플라이애시 25%가 사용되었다. 저시멘트 결합재와 함께 사질토 또는 점성토를 사용하여 18 소일콘크리트 배합이 실험되었다. 실험결과 소일콘크리트의 유동성은 대상토(점성토 또는 사질토)의 종류에 관계없이 동일한 W/B 에서 B/S 가 클수록 증가하였다. 압축강도는 점성토 콘크리트보다 동일 배합조건을 갖는 사질토 콘크리트에서 컸다. 산업부산물 다량 활용 소일콘크리트의 배합은 압축강도 및 고유동성을 고려하면 대상토에 관계없이 B/S 가 0.35 그리고 W/B 는 175%가 추천될 수 있었다.