

배합비에 따른 혼합토의 비중 산정 Estimation of Specific Gravity of Soil Mixture

신현영¹⁾, Hyun Young Shin, 김경오²⁾, Kyoung O Kim, 김유석³⁾, You Seok Kim, 박진우⁴⁾ Jin Yoo Park

¹⁾ (주)대우건설기술연구원 토목연구팀 선임연구원, Senior Researcher, Daewoo E&C

²⁾ (주)대우건설기술연구원 토목연구팀 선임연구원, Senior Researcher, Daewoo E&C

³⁾ (주)대우건설기술연구원 토목연구팀 책임연구원, Senior Researcher, Daewoo E&C

⁴⁾ (주)대우건설기술연구원 토목연구팀 연구원, Researcher, Daewoo E&C

SYNOPSIS : There are lots of soft ground improvement methods which is consist of different materials. In the analysis and design, composite ground method is usually regarded. Composite ground method considers the area replacement ratio as a key parameter to combine the physical and mechanical characteristics of tow different material. In this study, using composite material consist of three different materials which have different diameters, series of specific gravity test were performed according to KS F 2308, to investigate the applicability of composite ground method. As a result, it is found that composite material which is consist of fine grained soil and granular soil has a high applicability of composite ground method. This result means that, in estimating of ground properties of composite material which is consist of similar fine grained material such as cement mixing etc., composite ground method has a less applicability.

Key words : composite ground method, specific gravity

1. 서 론

연약지반의 개량에 있어서 입상말뚝공법, 치환공법, 시멘트 계열의 혼합공법 등 서로 다른 특성을 갖는 재료를 투입하여 복합지반을 형성하는 경우가 빈번하다. 특히 지반 분야에서 점차 양질의 재료 수급이 어려워짐에 따라 최근 자원의 재활용 등에 대한 관심이 고조되고 있어 복합지반을 구성하는 경우가 많다. 이 경우 복합지반의 물리·역학적 특성을 파악하기 위해서는 매 조건별 실험을 통해 직접 산정하는 것이 가장 합리적일 것이나 시간과 경제적 제약에 의해 원재료 각각의 재료특성을 바탕으로 한 경험적·이론적 추정식을 이용하는 경우가 많으며 이때 주로 사용하는 것이 복합지반 설계기법에 해당한다. 그러나, 복합지반을 구성하는 재료는 각각의 특성이 매우 상이하므로 재료특성에 관계없이 모든 분야에서 복합지반 설계법을 사용하기에는 이에 대한 적절한 검증이 필요할 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 혼합토로 이루어진 복합지반의 물리·역학적 특성을 파악함에 있어 기존 복합지반 추정식의 적용성을 검토하기 위하여, 두 가지 이상의 이질 재료를 혼합하여 인공적으로 혼합토를 조성하고 각 배합비별 비중실험을 실시하여 혼합토의 배합비와 입경 및 세립질 함량에 따른 비중 변화의 경험적 상관관계를 파악하였다. 한편, 본 연구결과는 현재 실시하고 있는 혼합토의 역학적 특성 분석을 위한 기본자료로 활용될 계획이다.

2 실험조건

비중실험은 KS F 2308에 의해 실시하였다. 실험에 사용된 시료는 A, B, C의 3종류로서 A는 60번체 (0.25mm) 잔류량 100%, 시료 B는 60번체 통과량 100%이며 C는 점성토 시료이다. 시료는 건조로에서 건조시킨 후 건조중량을 기준으로 배합중량비에 따라 배합하였다. 서로 다른 3종의 시료를 배합하여 실시하는 실험이므로 실험결과에 차이가 발생할 수 있으므로 배합조건별로 각각 14회~42회까지 반복적으로 실험을 실시하여 오차범위를 최대한 줄이고자 하였다.

배합에 앞서 실시한 A, B, C 시료의 비중의 평균값은 각각 A=2.294, B=2.188, C=2.589에 해당하였다. 표 1.은 중량비별 배합실험의 조건과 산정된 비중 값을 제시하였다.

표 1 실험조건

SET	CASE	배합중량 %			실험회수	비중		
		A	B	C		최대	평균	최소
SET0	Case0	0	0	100	24	2.629	2.589	2.488
SET1	Case1	0	20	80	18	2.575	2.507	2.406
	Case2	0	40	60	19	2.429	2.409	2.387
	Case3	0	60	40	23	2.408	2.335	2.172
	Case4	0	80	20	18	2.457	2.258	2.186
	case5	0	100	0	24	2.206	2.188	2.135
SET2	Case1	2	18	80	17	2.523	2.488	2.430
	Case2	4	36	60	17	2.428	2.399	2.303
	Case3	6	54	40	18	2.461	2.337	2.230
	Case4	8	72	20	17	2.277	2.257	2.207
	Case5	10	90	0	16	2.221	2.209	2.202
SET3	Case1	6	14	80	45	2.664	2.436	2.001
	Case2	12	28	60	32	2.415	2.353	2.159
	Case3	18	42	40	16	2.359	2.344	2.332
	Case4	24	56	20	22	2.286	2.269	2.182
	Case5	30	70	0	16	2.219	2.202	2.160
SET4	Case1	8	12	80	16	2.450	2.414	2.226
	Case2	16	24	60	15	2.400	2.390	2.376
	Case3	24	36	40	21	2.347	2.310	2.153
	Case4	32	48	20	32	2.378	2.262	2.190
	Case5	40	60	0	21	2.249	2.215	2.124
SET5	Case1	10	10	80	15	2.486	2.467	2.442
	Case2	20	20	60	26	2.410	2.373	2.255
	Case3	30	30	40	14	2.346	2.326	2.294
	Case4	40	40	20	14	2.300	2.273	2.230
	Case5	50	50	0	19	2.236	2.218	2.155
SET6	Case1	20	0	80	14	2.616	2.451	2.379
	Case2	40	0	60	19	2.424	2.394	2.314
	Case3	60	0	40	24	2.376	2.334	2.220
	Case4	80	0	20	12	2.323	2.304	2.275
	Case5	100	0	0	42	2.382	2.294	2.179

3. 실험결과 및 분석

본 절에서는 금회 실험결과에 복합지반의 설계법에서 적용하고 있는 공식을 적용할 수 있는지의 여부를 검토하였다.

두 종류의 이종 재료가 배합된 경우에 대한 복합지반 설계기법에서 적용되는 공식을 혼합시료의 비중에 응용하면 식(1)과 같다.

$$G_{comp} = G_1a + G_2(1-a) \quad (1)$$

여기서, G_{comp} 는 혼합시료의 비중, G_1 과 G_2 는 배합전 두 시료의 비중, a 는 치환율이다.

그림 1과 그림 2는 각각 A시료와 B시료의 배합결과 및 B시료와 C시료의 배합결과를 제시하였다. 그 결과 식(1)로 추정한 결과는 B와 C, A와 B 시료의 배합결과와 평균 값에 매우 근사하게 일치하는 것을 알 수 있었다.

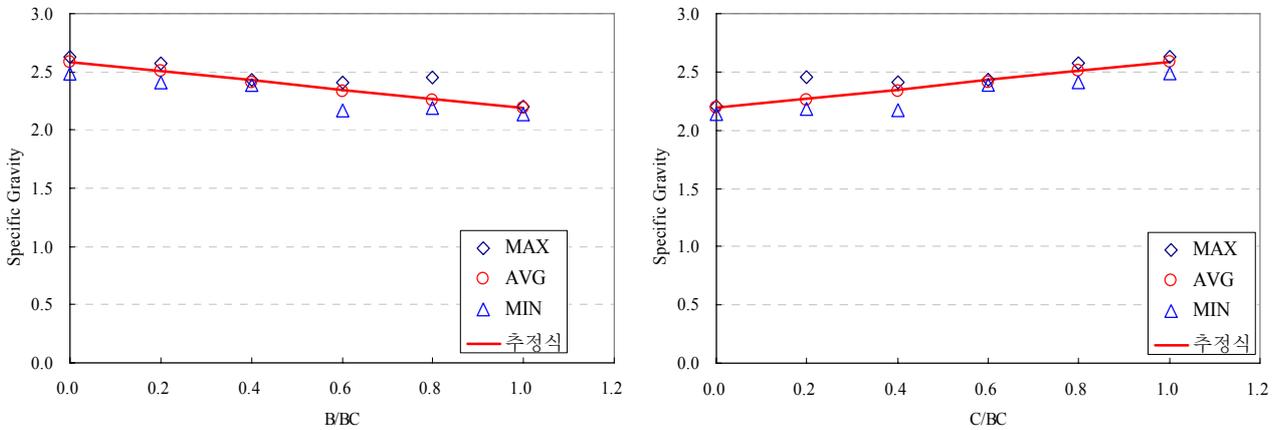


그림 1 B시료와 C시료의 배합결과

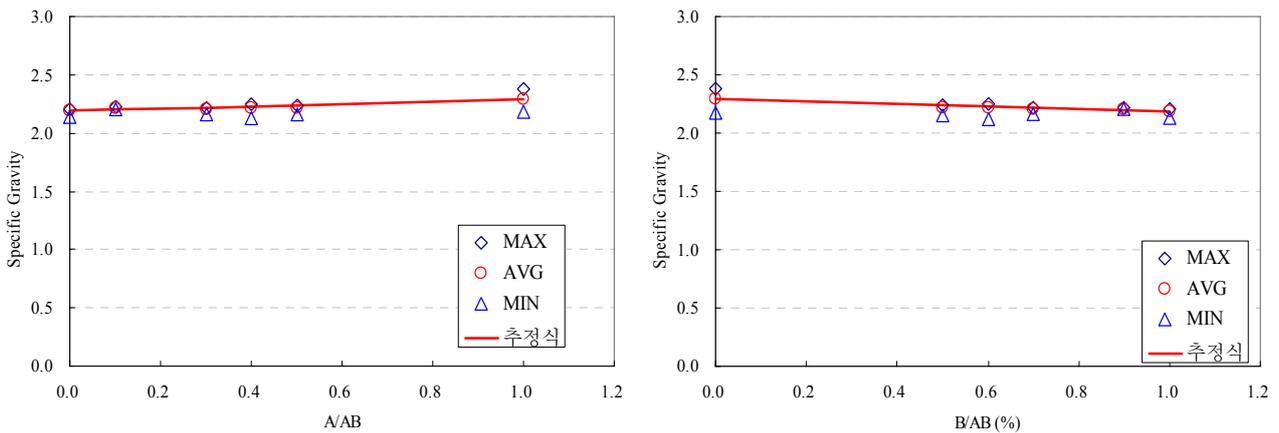


그림 2 A시료와 B시료의 배합결과

그림 3은 A시료와 C시료의 배합결과를 복합지반 추정식의 예측결과와 비교한 것이다. 그 결과 앞선 두 가지의 경우에 비해 복합지반 추정식을 이용한 예측의 정확도가 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

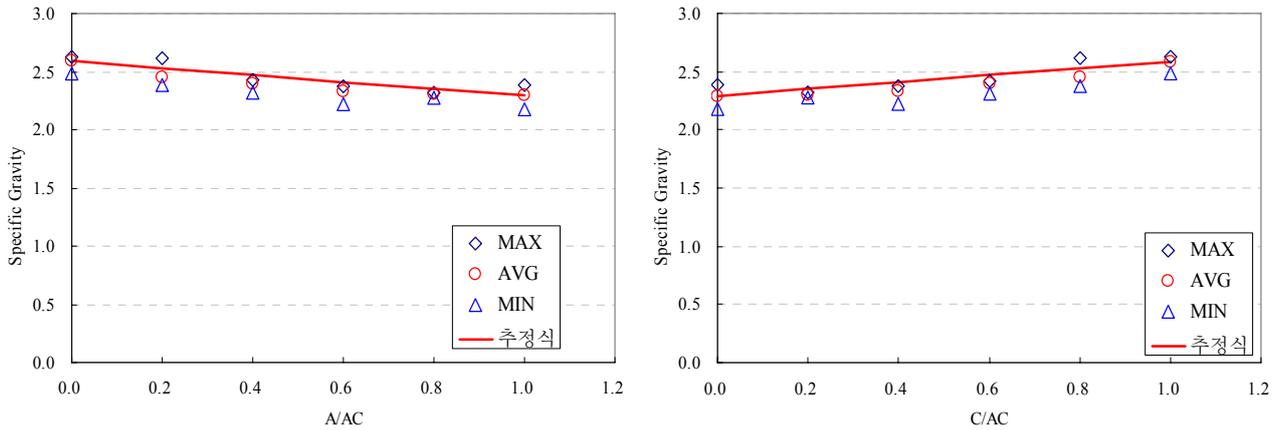


그림 3 A시료와 C시료의 배합결과

본 실험에서 A와 C는 60번체 통과량이 100%인 세립질 시료에 해당하고, B시료는 60번체 잔류율이 100%인 상대적으로 굵은 골재이다. 즉, A와 C의 세립질 시료에 B 시료가 혼합된 상태에서는 식(1)의 복합지반 추정식이 매우 근사한 예측을 보이거나, 세립질 시료간의 배합인 A와 C의 혼합시료에서는 복합지반 추정식의 적용성이 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 결국, 식(1)의 복합지반 추정식은 점성토 계열의 연약지반에 SCP, GCP 등 모래, 쇄석 등의 조립질 골재가 포함된 복합지반에 대해서는 높은 정확도와 적용성을 가질 수 있으나, 연약지반을 시멘트 등의 세립분으로 개량하는 경우에 대해서는 식(1)을 사용을 제고할 필요가 있다고 판단되었다.

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 서로 다른 입경을 갖는 3 종류의 시료를 이용하여 서로 다른 중량비를 갖는 혼합토를 제작하고 각각의 비중시험을 실시하여 복합지반 추정식에 대한 적용성을 검토하였다. 검토 결과 세립질 재료에 조립질 재료가 혼합된 경우에는 복합지반 추정식이 매우 높은 정확도를 나타내었으나, 세립질 재료간의 배합에 대해서 복합지반 추정공식을 직접 적용하기에는 다소 정확성이 결여되어, 점성토 지반을 시멘트 등으로 개량하는 경우에는 이를 대체할 수 있는 새로운 방법이 필요함을 확인하였다.

참고문헌

1. American Society for Testing and Materials (1982), "ASTM Book of Standards", Part 19, Philadelphia, Pa.
2. Casagrande, A. (1948), "Classification and Identification of Soils", Transactions, ASCE, Vol.113, pp.901~930
3. Lambe, T.W. (1958), "The Structure of Compacted Clay", Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.84, No. SM2, pp.1~3
4. Muni Budhu (2000), "Soil Mechanics and Foundaiton", John Wiley & Sons, INC.