



섬유 보강 혼합토의 워커빌리티 특성 Workability Characteristics of Fiber Mixed Soil

송규복* · 이상호*[†]

Song, Gyoo Bog · Lee, Sang Ho

Abstract

This study was conducted by the slump test and the consistency test of the fiber mixed soil which is soil reinforced with fiber as a reinforced material to investigate and estimate the difficulty degree of work and the proper water content. So I would like to present the fundamental data that establishes the work standard of the fiber mixed soil. In conclusion, in this study the slump value of the fiber mixed soil increases over-all according to the increase of the water content although it has a little difference of the increase range and it is smaller than one of the soil. It is estimated that the aggregating and throwing work of the fiber mixed soil would be fine when it has the about 25 % water content and the wall and floor plastering work is the about 30 % ~ 35 % and the flowing and pouring work is the about 40 % water content as well as the mold compacting work is the about 20 %. There is no decreasing of the workability when the soil is reinforced by the fiber because the workability characteristics of the fiber mixed soil is similar to the one of the soil. Therefore, It is estimated that using the fiber as a reinforced material of soil would be appropriate for the construction.

Keywords: Fiber-Mixed Soil, Slump test, Consistency test, Water content, Workability characteristics

I. 서론

최근 친환경 재료에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 전통적인 흙재료가 친환경 건축재료로서 각광을 받고 있다. 하지만 흙재료는 콘크리트재료에 비하여 시공이 어렵고 강도가 현저하게 떨어지며 특히 건조수축에 의한 균열로 인하여 미관이 크게 손상될 수 있다는 단점을 가지고 있다. 이런 단점을 보완하기 위하여 오래전부터 보강재료로 짚이나 대나무 혹은 마와 같은 천연재료를 사용해 왔다. 하지만 이런 천연재료들은 재료의 균질성이 떨어지고 공급이 원활하지 않으며 시공성이 저하되는 등의 단점을 가지고 있어 이를 보완하기 위해 석회, 플라이애시, 시멘트, 토목섬유 등을 흙의 보강재료로 혼합하여 흙의 강도 및 내구성을 증가시킴으로써 공학적 특성을 개선하고자 하는 이른바 보강토 공법에 대한 연구가 1960년대 후반부터 지속적으로 수행되어져 왔다 (Kim and Lee, 2005). 이 중 토목섬유를 이용한 연구와 시공은 보강재료의 혼합에 따른 강도 증가나 보강재료의 효과에 대해서만 이루어져 왔을 뿐 시공 난이도에 대한 연구는 전무한 실정이다. 구

조물의 시공에 있어서는 공학적인 특성의 구명뿐만 아니라 현장시공성 향상을 위한 적정 시공방법도 반드시 고려되어야 하며 특히 콘크리트 구조물에 비해 시공이 어려운 흙재료를 이용한 구조물의 경우 최적함수비 등 적정 시공방법의 구명은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다 (Lee et al., 2006).

이에 본 연구에서는 건축재료로 이용 가능한 흙재료에 콘크리트 보강용 섬유로 사용되고 있는 폴리프로필렌 섬유를 보강재료로 사용한 ‘섬유 보강 혼합토’의 워커빌리티 특성을 슬럼프시험과 반죽질기시험을 통해 구명함으로써 작업 난이도와 적정 함수비를 포함하는 섬유 보강 혼합토의 시공기준 정립을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 사용재료

1. 흙재료

건축재료로 이용 가능한 섬유 보강 혼합토의 가장 기본이 되는 재료는 흙재료이다. 흙이 건축재료로 사용되기 위해서는 주위에서 쉽게 구할 수 있고 건축재료로서 사용될 수 있는 기본적인 공학적 특성을 가지고 있어야 한다. 본 연구에 사용된 흙의 건축재료로서의 타당성은 프랑스에서 흙벽체를 제작할 때 흙재료의 적정성을 평가하는 자료로 사용하고 있는 흙의 입도분포를 기준으로 평가하였으며 그 결과 건축재료로서의 사용이 타당한 것으로 나타났다. Fig. 1은 프랑스 10개 지

* Department of Agricultural Civil Engineering, Kyung-Pook National Univ. 80 Daehakro, Bukgu, Daegu, 41566, Republic of Korea

† Corresponding author

Tel.: +82-53-950-5735 Fax: +82-53-950-6752

E-mail: sahlee@knu.ac.kr

Received: December 29, 2015

Revised: January 20, 2016

Accepted: January 21, 2016

역에서 보강흙벽으로 이용된 흙의 입도분포를 평균하여 도출한 것으로 건축재료로서 사용 가능한 흙의 입도분포 상한선과 하한선을 도시한 결과이다 (Pierre Clement, 1979).

Table 1 및 Fig. 2는 본 연구에 사용된 흙의 물리적 특성을 나타낸 것으로 흙 시료의 비중은 2.63, 소성지수는 21이며 통일분류법에 의해 저압축성 점토 (CL)로 분류된다.

2. 섬유재료

섬유재료는 주로 콘크리트의 균열제어나 인장강도의 증대를 위해서 사용되며 일반적으로 아라미드섬유, 나일론, 폴리

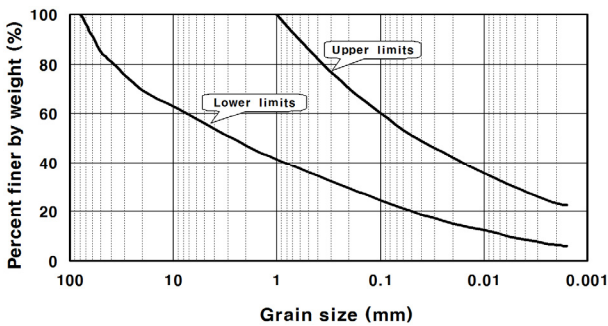


Fig. 1 Upper and lower limits of grain size distribution curves for soil wall materials (Pierre Clement, 1979)

Table 1 Physical properties of soil

Specific Gravity	LL (%)	PI	γ_{dmax} (kN/m ³)	OMC* (%)	USCS**
2.63	38.5	21	15.8	20.4	CL

*OMC : Optimum Moisture Content **USCS : Unified Soil Classification System

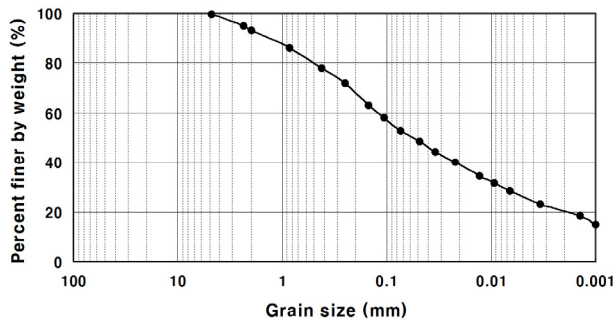


Fig. 2 Grain size distribution curve of soil

Table 2 Physical properties of monofilament fiber

Quality of the material	Specific Gravity	Tensile strength (Mpa)	Tensile elongation (%)	Elastic modulus (Mpa)	Melting point (°C)	Diameter (mm)	Acid resistance	Alkali resistance
polypropylene	0.91	300	15~25	3000~5000	150~170	0.08	excellent	excellent

프로필렌, 폴리에스테르 등의 재료가 통용되고 있다. 본 연구에서는 내산성, 내알칼리성, 인장강도가 우수하고 가격 또한 저렴한 폴리프로필렌 (Polypropylene, PP) 섬유를 보강재로 사용하였다 (Moon, 1987).

폴리프로필렌 섬유는 제조 방식 및 형태에 따라 단사 (Monofilament fiber, F)와 망사 (Fibrillated fiber, FF)로 구분된다 (Won, 1999). 본 연구에서는 보강효과가 우수한 것으로 보고된 19mm 단사를 사용하였으며 기본 물성치는 Table 2와 같다.

III. 시험방법

1. 혼합토제조

흙건축 공법에서 멩쳐 던지기 시공은 코브 (cob)공법이라고도 하며 흙을 반죽하여 덩어리로 만들어 쌓아 올려 벽체를 구성하는 시공법으로 우리나라에서는 이런 방법으로 시공된 담을 토담이라고 한다. 벽면 및 바닥바르기 시공은 일명 흙미장공법이라고도 하며 기존의 벽체 또는 바닥에 (흙 또는 콘크리트)에 덧바르는 공법이다. 흘려붓기 시공은 흙타설공법 또는 흙부어넣기라고도 하며 거푸집 안에 직접 흙을 흘려 붓는 시공법이며 거푸집 다짐 시공은 일명 흙다짐공법으로 일정한 형상을 가진 거푸집에 흙을 넣고 다지는 시공법이다 (Pierre, 1979; Lee et al., 2008). 본 연구에서는 멩쳐 던지기 시공, 벽면 및 바닥 바르기 시공, 흘려 붓기 시공, 거푸집 다짐 시공 등 흙재료를 사용한 전통적인 건축 시공법들의 작업 난이도와 적정 함수비를 구명하기 위해 함수비를 변화시킨 혼합토를 제조하여 시험을 수행하였다.

가. 섬유혼합비

Choi (2001)는 섬유 혼합비에 따른 압축강도의 변화는 Fig. 3와 같이 0.3% 혼합비에서 가장 높게 증가하며 이후 섬유의 양이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 경제성, 친환경 경성 등을 종합적으로 고려하여 섬유혼합토에서 섬유의 적정 혼합비를 0.3%로 권고하였다. 흙의 종류에 따라 토질특성이 다르기 때문에 모든 종류의 흙에 섬유의 적정 혼합비를 0.3%로 규정하기에는 다소 무리가 있으나 적어도 Fig. 1에서 Pierre Clement (1979)가 제안한 건축용 흙재료의 범위에 있는 경우

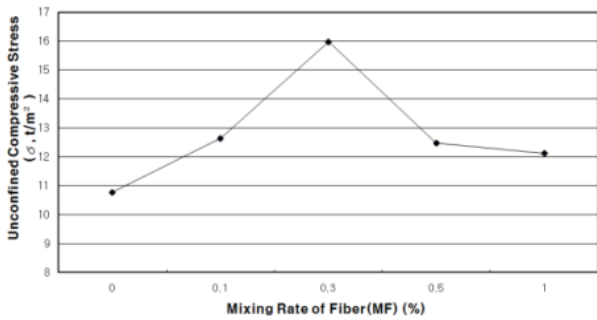


Fig. 3 Relation between unconfined compressive strength and fiber content (Choi, 2001)

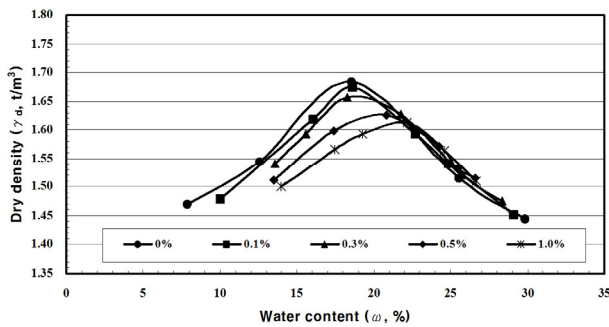


Fig. 4 Compaction curves of fiber mixed soil (Choi, 2001)

에는 적용이 가능한 섬유 혼합비로 사료되며 본 연구에서는 Choi (2001)의 연구에 사용된 흙과 동일한 토질 특성을 가진 흙을 사용했기 때문에 섬유 혼합비를 0.3%로 결정해 슬럼프 시험 및 반죽질기 시험을 수행하였다.

나. 함수비

Choi (2001)는 섬유혼합토의 다짐 특성을 Fig. 4와 같이 발표하였다. Fig. 4에 나타난 바와 같이 0.3% 섬유혼합토의 최적함수비가 약 20%이므로 본 연구에서는 현장시공성 등을 고려하여 함수비를 25%, 30%, 35%, 40%로 결정하여 슬럼프 시험 및 반죽질기 시험을 수행하였다. 25%, 30%, 35%, 40% 함수비에서 슬럼프 및 반죽질기 시험을 실시할 경우 함수비 증가에 따른 강도의 감소 및 수축에 따른 균열 등이 예상되므로 구조물의 안전성 측면에서 함수비 변화에 따른 강도의 변화를 반드시 고려해야 한다. 하지만 본 연구에 사용된 섬유 보강 혼합토의 시공방법 중에서 소요의 강도가 필요한 거푸집 다짐 시공의 경우 최적함수비로 시공이 이루어지기 때문에 강도 발현이 가능하여 구조적으로 안전할 것으로 사료된다. 뭉쳐 던지기 시공, 벽면 및 바닥 바르기 시공, 흘러붓기 시공은 소요의 강도를 발현하고 있는 기존의 지붕, 벽면 및 바닥 등에 내/외장재로서 사용되어 큰 강도를 필요로 하지 않

때문에 함수비 변화에 따른 강도의 변화를 고려하지 않았다 (Lee et al., 2006).

2. 슬럼프시험

슬럼프 시험은 KS F 2402의 시험 방법으로 실시하였으며 (Kim and Lee, 2005) 구해진 슬럼프 값을 이용하여 섬유 보강 혼합토의 함수비 상태를 현장에서 신속하고 정확하게 파악할 수 있어 현장에서 함수비 상태를 파악할 수 있는 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

3. 반죽질기시험

뭉쳐 던지기 시공, 흘러 붓기 시공, 벽면 및 바닥 바르기 시공, 거푸집 다짐 시공 등 건축용 흙재료의 시공방법들에 대하여 함수비 변화에 따른 반죽질기 및 작업 난이도를 파악하여 각 시공방법들에 적합한 최적의 함수비를 구명하기 위해 시험을 실시하였고 각 시공방법들에 대하여 Check list를 만들어 작업 난이도 및 적정 함수비에 따른 시공 조건을 파악하였다 (Lee et al., 2006).

IV. 결과 및 고찰

1. 슬럼프특성

Table 3은 흙재료 및 섬유 보강 혼합토의 슬럼프 값을 나타내고 있으며 슬럼프 값은 함수비의 증가에 따라 증가폭의 차이는 있으나 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 35% ~ 40%의 함수비에서 슬럼프 값의 증가폭이 크게 나타났으며 흙재료와 섬유 보강 혼합토의 슬럼프 특성이 거의 유사한 것으로 나타났다. 이는 Fig. 4에서 나타난 바와 같이 섬유 보강 혼합토와 흙재료 자체의 최적함수비가 약 20%로 비슷하다는 것에서 기인하며 또한 0.3%의 섬유 혼합비로는 섬유 보강 혼합토의 모체 (母體)인 흙재료의 함수비에 따른 물리적 특성에 큰 영향을 끼치지 않는다는 것을 나타낸다.

2. 반죽질기 및 워커빌리티 특성

Table 4는 0.3% 섬유 보강 혼합토의 손으로 뭉쳐 던지기 시공에 대한 반죽질기 및 워커빌리티 시험 결과를 나타낸다. 함수비 25%일 때 시료가 흐트러지지 않고 손으로 잘 뭉쳐지고 던지면 형태는 다소 변하나 부서지지 않는 반죽질기와 워커빌리티 특성을 나타내 뭉쳐던지기 시공에 적합한 것으로 나타났다.

함수비 30%의 경우에는 시료가 잘 뭉쳐지지 않고 일부

Table 3 Slump values of soil and fiber mixed soil

Water content (%)	Slump values (cm)	
	Soil	Fiber mixed soil
25	0,2	0,2
30	0,5	0,6
35	2,5	3,5
40	10,5	10,2

Table 4 Consistency and workability checklist of fiber mixed soil (aggregating and throwing work)

Aggregating and throwing work		Water content (%)			
		25	30	35	40
1) Aggregating with hands					
Disaggregated	Most of the fiber mixed soil is dispersed,				
	Large amount of fiber mixed soil is dispersed,				
Aggregated a little bit	Large amount of fiber mixed soil is dispersed,				
	Small amount of fiber mixed soil is dispersed,				
Able to be aggregated	Small amount of fiber mixed soil is dispersed,				
	Not dispersed,				
Aggregated well	Not dispersed,	○			
Not aggregated well	Small amount of fiber mixed soil is takes out from gaps of fingers,		○		
Not aggregated	Most of the fiber mixed soil is takes out from gaps of fingers,			○	○
Never aggregated	The fiber mixed soil becomes a half-fluid state,				
2) Throwing the aggregated fiber mixed soil					
Dispersed					
Broken as a clinker state					
Not broken and maintained the form					
Not broken but changed the form					
Thickly spreaded					
Thinly spreaded					

분의 시료가 손가락 사이로 빠져나오는 경향이 있어 뭉쳐 던지기 시공에는 적합하지 않은 것으로 사료되며 35%와 40%의 경우 시료가 손으로 뭉쳐지지 않고 대부분의 시료가 손가락 사이로 빠져나와 뭉쳐 던지기 시공에는 부적합한 것으로 판단된다.

Table 5는 0.3% 섬유 보강 혼합토의 흘러 붓기 시공에 대한 반죽질기 및 워커빌리티 시험 결과를 나타낸다. 함수비가 25%일 때 유동성이 없어 삽으로 비비기 및 뜨기가 어려운 것으로 나타나 흘러 붓기 시공에는 부적합한 것으로 사료된다. 함수비 30%의 경우 시료가 삽에 많이 묻어나 삽 비비기 및 뜨기가 어려운 것으로 나타났다. 또한 삽으로 치기도 어려워 흘러 붓기 시공에는 부적합한 것으로 판단된다. 함수비가 35%일 때는 시료가 삽에 많이 묻어나 삽 비비기는 어려우나 삽으로 뜨기가 용이하고 시료가 상당부분 쉽게 흘러내려 흘러 붓기 시공이 가능할 것으로 사료되나 양호하지는 않을 것으로

판단된다. 40%의 함수비를 사용하여 실험한 결과 시료가 반 유동적인 상태로 되어 삽으로 비비기 및 삽으로 뜨기 작업이 용이하고 상당 부분의 시료가 삽으로부터 쉽게 흘러 내려 흘러 붓기 시공의 경우 약 40%가 시공에 있어 가장 적합한 함수비라고 판단된다.

Table 6은 0.3% 섬유 보강 혼합토의 벽면 및 바닥 바르기 시공에 대한 반죽질기 및 워커빌리티 시험 결과를 나타내며 함수비 25%의 경우 흙손으로 뜨기가 어렵고 부착력이 부족하여 일부분의 시료가 벽면에서 이탈되어 흙손으로 벽면 바르기에는 적합하지 않고 바닥 바르기 또한 일부분의 시료가 바닥에 부착되지 않고 이탈되어 불가능한 것으로 나타났다. 함수비 30% 및 35%의 경우 대부분의 시료가 벽면 및 바닥에 잘 부착되고 작업성도 좋아 벽면 및 바닥 바르기 시공에 적합한 함수비 범위라 판단된다. 함수비가 40%일 때는 벽면 바르기의 경우 대부분의 시료가 벽면에 잘 부착되었으나 바닥

Table 5 Consistency and workability checklist of fiber mixed soil (flowing and pouring work)

Flowing and pouring work		Water content (%)			
1) Mixing with a spade		25	30	35	40
Easy	The fiber mixed soil is not stuck to a spade.				
	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a spade.				○
	The soil becomes a half-fluid state.				
Normal	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a spade.				
	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a spade.			○	
Difficult	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a spade.		○		
	Difficult to separate the fiber mixed soil.	○			
2) Lifting with a spade		25	30	35	40
Easy				○	○
Normal					
Difficult		○	○		
3) Cementing with a spade					
Easy	Most of the fiber mixed soil is easily separated from a spade.				
	Large amount of fiber mixed soil is separated from a spade.				
Difficult	Small amount of fiber mixed soil is separated from a spade.				
	Large amount of soil is separated from a spade.	○	○		
	Most of the fiber mixed soil is not separated from a spade.				
4) Flowing and Pouring with a spade.					
Impossible	Most of the fiber mixed soil is not flowing from a spade.				
	Large amount of fiber mixed soil is not flowing from a spade.				
	Small amount of fiber mixed soil is flowing from a spade.				
Possible	Large amount of fiber mixed soil is easily flowing from a spade.			○	○
	Most of the fiber mixed soil is easily flowing from a spade.				
	The fiber mixed soil is flowing as a fluid state.				

르기의 경우 시료가 바닥에 부착되긴 하나 먼 고르기가 어려운 것으로 나타났다. 따라서 벽면 및 바닥 바르기 시공의 경우 대부분의 시료가 잘 부착되고 먼 고르기가 용이한 것으로 나타난 약 30%에서 35% 함수비 범위가 시공에 가장 적합한 함수비 범위인 것으로 판단된다.

Table 7은 0.3% 섬유 보강 혼합토의 거푸집 다짐 시공에 대한 반죽질기 및 워커빌리티 시험 결과를 나타내며 25%, 30%, 35%, 40% 함수비 모두 다짐봉으로 찌르기와 빼기 및 다짐봉에 의한 구멍 생김에 대한 결과가 다소의 차이는 있었으나 불량한 것으로 나타나 거푸집 다짐 시공에는 부적합한 것으로 판단된다. 거푸집 다짐 시공의 경우 실내 다짐 시험시 구한 최적 함수비가 시공시 가장 적합한 함수비가 되며 0.3% 섬유 보강 혼합토의 경우 앞서 나타낸 다짐 시험 결과로부터 약 20% 함수비가 시공시의 적정 함수비가 될 것으로 판단된다.

0.3% 섬유 보강 혼합토에 대한 슬럼프 값, 반죽질기 및 워커빌리티 특성 등을 종합하여 각 시공법들에 대한 적정 함수

비를 포함하는 시공 조건을 제시하면 Table 8과 같다. 섬유 보강 혼합토의 경우 동일한 함수비에서 흙재료 자체와 거의 동일한 슬럼프 값을 나타내 섬유 혼합에 따른 흙재료에 대한 함수비의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 함수비가 약 25%일 때는 손으로 잘 뭉쳐져 작업성이 좋고 던지면 형태는 다소 변하나 부서지지 않는 반죽질기를 나타내 뭉쳐 던지기 시공이 양호할 것으로 사료된다. 벽면 및 바닥 바르기 시공의 경우 시료가 잘 부착되고 먼고르기가 용이한 것으로 나타난 약 30%~35% 함수비 범위에서 시공이 양호할 것으로 판단된다. 흘려 붓기 시공은 함수비 40%에서 시료가 유동성을 가지고 치기 작업시 삽으로부터 흘러 내려 약 40%가 적정 함수비인 것으로 판단된다. 거푸집 다짐시공의 경우에는 흙재료의 경우와 마찬가지로 실내 다짐 시험시의 최적함수비인 약 20% 함수비가 시공에 가장 적합한 함수비가 될 것으로 판단된다.

Table 6 Consistency and workability checklist of fiber mixed soil (wall and floor plastering work)

Wall and floor plastering work		Water content (%)			
1) Lifting with a trowel		25	30	35	40
Easy					○
Normal					
Difficult		○	○	○	
2) Plastering a wall with a trowel					
Impossible	Most of the fiber mixed soil is separated from a wall.				
	Small amount of fiber mixed soil is separated from a wall.	○			
Possible	Most of the fiber mixed soil is attached well to a wall.		○	○	○
	Small amount of fiber mixed soil is flowing down from a wall.				
	Most of the fiber mixed soil is flowing down from a wall.				
3) Plastering a floor with a trowel					
Impossible	Most of the fiber mixed soil is not attached to a floor but separated.				
	Small amount of fiber mixed soil is not attached to a floor but separated.	○			
Possible	Most of the fiber mixed soil is attached to a floor and it is easy to level a surface.		○	○	
	It can be possible to attach the fiber mixed soil to a floor but it is difficult to level a surface.				○
	It is impossible to maintain a prescribed thickness because the fiber mixed soil is a half-fluid state.				

Table 7 Consistency and workability checklist of fiber mixed soil (compacting work)

Compacting work		Water content (%)			
1) Putting in and pull out with a compacting stick		25	30	35	40
Easy	The fiber mixed soil is not stuck to a stick.				
	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				○
	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
Normal	The fiber mixed soil is not stuck to a stick.				
	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.		○	○	
	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
Difficult	The fiber mixed soil is not stuck to a stick.	○			
	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
2) Holes made by a compacting stick		25	30	35	40
Not refilled		○			
A little bit refilled			○		
Mostly refilled				○	○
3) Compacting test					
The compacting state is good.	The fiber mixed soil is not stuck to a stick.				
	Small amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
	Large amount of fiber mixed soil is stuck to a stick.				
The compacting state is poor.	Small amount of fiber mixed soil is dispersed.	○			
	The fiber mixed soil is spreaded and stuck to a stick easily.		○	○	
	It is impossible to compact because the fiber mixed soil is a half-fluid state.				○

Table 8 Proper water content, slump value and workability by work of fiber mixed soil

Work	Proper water content (%)	Slump value (cm)	Workability
Aggregating and throwing	25	0.2	It is aggregated easily with hands and when thrown it is not broken even though its form is changed.
Wall and Floor plastering	30	0.6	The fiber mixed soil is attached well to a floor and wall. It is easy to level a surface and when rubbed by a trowel it presents gloss.
	35	3.5	
Flowing and pouring	40	10.2	It has somewhat fluidity and easy to lift and most of the fiber mixed soil is flowing easily from a spade.
Compacting	20	0	The optimum water content of the compacting test becomes the proper water content when it is worked.

V. 결 론

건축재료로 이용 가능한 흙재료에 섬유를 보강재로 사용한 ‘섬유 보강 혼합토’의 워커빌리티 특성을 슬럼프 시험과 반죽질기 시험을 통해 작업의 난이도와 적정 함수비를 판단하여 구명함으로써 섬유 보강 혼합토의 시공 기준 정립을 위한 기초자료를 제시하고자 수행한 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 섬유 보강 혼합토의 슬럼프 값은 증가폭의 차이는 있으나 흙자체의 슬럼프 값과 거의 동일하게 나타나 보강재인 섬유가 함수비에 따른 흙의 특성 변화에 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 판단된다.
- (2) 폴리프로필렌 섬유를 0.3 % 혼합한 섬유 보강 혼합토의 경우 몽쳐 던지기 시공은 함수비 약 25 %, 벽면 및 바닥 바르기 시공은 약 30 % ~ 35 %, 흘려 붓기 시공은 함수비 약 40 %에서 양호할 것으로 판단된다.
- (3) 거푸집 다짐시공시에는 흙재료 및 섬유 보강 혼합토 모두 실내 다짐 시험시의 최적함수비인 약 20 % 함수비가 시공시의 적정 함수비가 될 것으로 판단된다.
- (4) 섬유 보강 혼합토의 워커빌리티 특성이 흙 자체의 워커빌리티 특성과 유사하여 섬유 보강으로 압축강도는 증가하나 섬유 보강 혼합토의 워커빌리티 저하 등은 없는 것으로 나타나 흙의 보강재로서 섬유의 사용이 시공성 측면에서도 적합한 것으로 판단된다.

사 사

This research was supported by Kyungpook National University Research Fund, 2012.

REFERENCES

1. Choi, J. W. (2001), “Strength properties of fiber mixed soil”, A thesis for the degree of Master, Kyungpook National University, 1-40. (In Korean)
2. Kim, S. B., J. H. Im, J. H. Oh, and S. H. Lee (2005), *Construction Materials*, Kimoonang, 126-128. (In Korean)
3. Kim, S. C., and S. H. Lee (2005), “Strength Characteristics of fiber-Mixed Soil”, *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, 47(3): 49-56. (In Korean)
4. Lee, J. H., C. Kim, T. K. Kim, and D. M. Kim (2008), “A Case Analysis on the Brickworks and Plastering Works of the Earth Construction according to the Periodical Perspective”, *Journal of the KIEAE*, 3-9. (In Korean)
5. Lee, S. H., J. H. Kim and S. C. Kim (2006), “Workability Characteristics of fiber-Mixed Soil for Architecture”, *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, 48(4): 15-22. (In Korean)
6. Moon, J. G. (1987) “Fiber Reinforced Concrete”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 35(1): 17-23. (In Korean)
7. Pierre Clement (1979), *Construire en terre*, CRA Terre, France., 8-87.
8. Won, J. P., C. G. Park, and T. S. An, (1999), “Shrinkage Cracking and Durability Characteristics of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 19(1-5): 783-790. (In Korean)