

版築工法のための混入土の試作とそのせん断強度

武蔵工業大学 学生会員 ○中田崇裕 栗田悠史
武蔵工業大学 正会員 片田敏行 末政直晃

1. はじめに

環境対策が急務であるといわれている今日、環境に対する負荷が小さい工法を模索する必要がある。そこで、自然に回帰可能であり、材料調達が容易に行える自然材料を用いた伝統的な工法に注目が集まっている。しかしながら、伝統的な工法は支持力や耐荷力などは経験的な側面が大きく科学的根拠が必ずしも明確でない。

そこで、伝統的に基礎に用いられる版築工法に着目する。版築工法とは、古代中国で発祥した工法といわれており、主に壁構築、構造物の基礎、盛土の補強などに用いられ、型枠に土を層状になるように敷き詰めていく工法である。材料の調達の容易さから現在でもブータンなどの地域で利用されており、中国の万里の長城など多くの遺構を確認することが出来る。また、版築工法に使用される土は様々であり、特に消石灰を混入した土を現地中国では灰土と呼び広く使われている¹⁾。本研究では、版築工法に使用される関東ロームを主体とした混合土の改良を目的とし、藁、消石灰を混入させそれらのせん断強度を解析したので、これを報告する。



写真 - 1 使用した藁

表 - 1 消石灰混入土の配合条件(重量比)

Case	関東ローム	山砂	藤/森粘土	消石灰
A	130			
B	130			10
C	100	30		
D	100	30		10
E	100		30	
F	100		30	10

表 - 2 藁混入土の配合条件(重量比)

Case	関東ローム	山砂	消石灰	藁
1	100	30	10	0
2	100	30	10	0.5
3	100	30	10	1

2. 試験概要

(1)消石灰を混入した場合

発祥地とされている中国で広く使われていた土と消石灰を混入した灰土の力学的特性の解明を目的とし試料を作成した。試料については山砂、藤/森粘土を混入した関東ローム、山砂、藤/森粘土に加え消石灰を混入した関東ロームの試料 A~F までの 6 例作成した (表 - 1)。

それぞれの試料より高さ 10cm、幅 5cm の供試体を作成し消石灰と反応させるため養生期間を 7 日間とし養生期間中はラップに包み養生を行った。その後一軸圧縮試験を行った。

(2)藁の混入による強度の判定

版築工法においてあまり利用されていない藁の混入における支持力の強度の解析、検討を目的とし、試料を作成し一軸圧縮試験を行った。藁を使用した理由としては、建材として利用されている土壁には藁を混入し利用されているので、これをヒントに今回は藁を利用した³⁾。試料については関東ローム、山砂、消石灰の混合土に 1cm

表 - 3 試験結果(消石灰を混入した関東ローム)

Case	最大応力 (kN/m ²)	最大応力 ひずみ(%)	変形係数 (kN/m ²)	含水比 (%)
A	156.05	2.21	84	37
B	315.64	1.48	257	32
C	149.06	2.41	78	28
D	268.89	1.57	274	24
E	231.86	1.47	204	26
F	243.22	1.84	208	27

表 - 4 試験結果(藁を混入した関東ローム)

Case	最大応力 (kN/m ²)	最大応力 ひずみ(%)	変形係数 (kN/m ²)	含水比 (%)
1	269	1.28	270	24
2	336	1.59	260	23
3	346	2.56	120	24

キーワード：伝統的基礎工法、版築工法、せん断強度

連絡先：武蔵工業大学 都市工学科 地盤環境工学研究室 TEL03-5707-2202

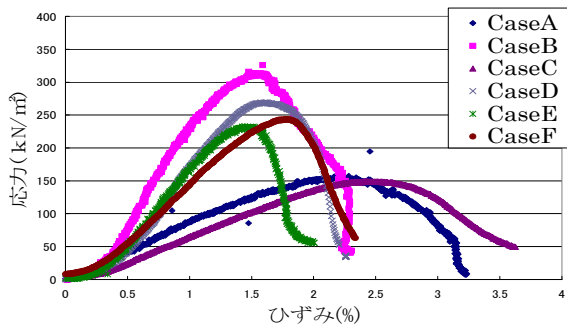


図 - 1 応力 - ひずみ曲線(消石灰混入)

以下に切りそろえ、ミキサーにより細かくした藁（写真 - 1）を混入した（表 - 2）。

それぞれの試料より高さ 10cm、幅 5cm の供試体を作成し消石灰と反応させるため養生期間を 7 日間とし養生期間中はラップに包み養生を行った。その後一軸圧縮試験を行った。

3. 試験結果

(1) 消石灰の有無による一軸圧縮強度の違い

試験結果を表 - 3 に示す。図 - 1 を見てわかるとおり、CaseA 対して CaseB の最大応力が高いことがわかる。CaseC、CaseD に対しても同様に消石灰を混入した CaseD ほうが最大応力が高いことが見て取れる。しかし、CaseE、CaseF では、近い値をとることが分かる。これにより粘土が含まれている試料に関しては消石灰混入による強度の増加は見られないという結果が得られた

また、消石灰を加えた CaseB、CaseD が CaseA、CaseC より含水比が低いことから消石灰と水が反応し含水比の低下が見られたと考えられる。しかし CaseE、CaseF については含水比の低下が見られないことから消石灰の反応が阻害されている可能性がある。それにより最大応力の増加が見られなかったといえる。

(2) 藁の混入による一軸圧縮強度の違い

試験結果を表 - 4 に示す。図 - 2 は各 Case の応力 - ひずみ曲線である。藁を混入していない Case1 よりも藁を混入した Case2、Case3 のほうが最大応力が高いのが分かる。Case2、Case3 を比較した場合大きな変化が見られなかったが、変形係数に着目すると、Case3 が最も小さく Case1、Case2 にはほぼ同等の値を示した。これにより、多く藁を混入させた場合変形係数の減少が見られる。

また、今回の試験において最大応力を示した直後、Case1 には大きなせん断面が見られたが(写真 - 2)Case2、Case3 については最大応力時には目視で確認できる大きなせん断面は見られず、最大応力後も大きなせん断面はしばらく見られなかった(写真 - 3)。

4. まとめ

消石灰、藁ともに補強材として利用できる可能性が大きい。しかし、消石灰の場合、関東ロームに粘土を混入すると反応が阻害される可能性があり適さない。藁の場合では僅かな混入に対しても強度増加が見られたが、混入量の増加に伴い変形係数の減少が見られ、混入量に対しては注意が必要である。また、藁に対してはせん断破壊を防ぐ役割があると考えられる。

<参考文献>1)飯島ら：伝統土木技術から得られる教訓とその応用、地盤工学研究発表会発表講演集、Vol.40、No2、Page.1465-1466、2005
2)鬼塚ら：中国における古代の版築技術について、土と基礎、Vol.50、No5、pp26~28、2002 3)土壁や HP：
http://www4.ocn.ne.jp/~sizen_to/MyPage/menu0.html

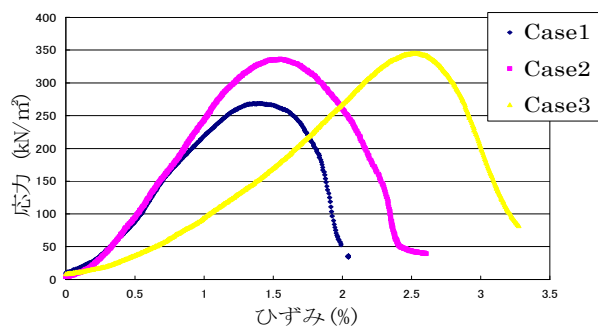


図 - 2 応力 - ひずみ曲線(藁混入)



写真 - 2 最大応力後の Case1



写真 - 3 最大応力後の Case3