

粗炔器素地の乾燥性状の改善

長谷川 龍三

松下 福三

中村 雅光

Improvement of Drying Properties on Coarse Stoneware Bodies

by

Ryuzo HASEGAWA, Fukuzo MATSUSHITA
and Masamitsu NAKAMURA

陶管・植木鉢など粗炔器製品は、地元産の頁岩粘土を主原料としているが、乾燥性に難点があり、それが生産性と品質を低下させている。そのため乾燥試験を行ったところ、限界含水率の大きな坏土は、乾燥が悪いことが分った。この改善には、珪砂廃土、赤シャモットなどの配合が有効であるが、これらは、可塑指数を低下させ、成形性を悪くする。そこで、可塑指数の大きい常滑地区の山土を配合することにより、乾燥、成形ともに良好な坏土を得た。その調合例は、既存の陶管坏土40%、珪砂廃土40%、山土20%である。なお、木節はね土は、限界含水率が小さく、可塑指数が大きいので、成形性、乾燥性のいずれの改善にも効果があつた。

1. ま え が き

常滑地区の陶管、植木鉢など粗炔器製品の原料には、地元産の頁岩粘土が多く使われている。この粘土は、焼結性は良いが、乾燥収縮が大きく、乾燥亀裂の発生など、乾燥での問題がある。このことが、その生産性と品質を阻害する要因になっている。砂質原料等を添加することは、その一つの防止策ではあるが、可塑性が低下し、成形性をそこなうことになる。

ここでは、頁岩粘土を主体とした既存の粗炔器素地坏土の見直しにより、製品の品質と生産性の向上を図る目的で、坏土の乾燥速度、乾燥収縮などの乾燥性状と、成形性の目安としての可塑性との関係を調べた。また必要に応じ、焼成品の物性についても検討した。

2. 実 験 方 法

2. 1 使用原料の性質

代表的な既存粗炔器素地坏土としては、頁岩粘土を主原料とした陶管坏土を用いた。砂質原料としては、石英分に富んだ珪砂廃土を使用し、可塑性原料としては、主としてハロイサイトからなる常滑地区の山土を用いた。その他、赤シャモット、木節はね土等も、それぞれの効果を調べるため使用した。各原料の粒度構成と可塑性は表1のとおりである。

表1 使用原料の粒度と可塑性

原料名	粒 径 分 布 (μm)			可 塑 性		
	0~5	5~74	74~	塑性指数	塑性限界	液性限界
陶管坏土	21	63	16	25.9	24.1	50.0
珪砂廃土	45	43	12	15.5	24.5	40.0
山 土	47	51	2	39.8	23.8	62.0
頁岩粘土	20	60	16	28.5	24.5	53.0
木節はね土	45	50	5	32.9	20.6	53.5
赤シャモット	3	28	69	—	—	—

2. 2 乾燥試験の方法

約100gの練土で、直径4~5cmの球状試験体を作成し、これを82~85℃に温度制御した定温乾燥器に金網に入れて垂し、5分毎の重量変化を秤量法により測定し、乾燥速度曲線を作成した。この図より限界含水率を求めた。また乾燥前後の寸法変化より、乾燥収縮率も求めた。

3. 試験結果および結果の検討

3. 1

試験坏土28種類、既存陶管、植木鉢用坏土5種類の合計33種類の坏土について、乾燥試験から求めた限界含水率と乾燥収縮率との関係を図1に示す。図中△印を付したものは、この試験中、乾燥亀裂の発生した試料であり、その限界含水率は、いずれも大きい。今回の試験では、限界含水率が

15.4%以上の試料は、すべて亀裂が生じる。また図が示すように、限界含水率が大きくなると乾燥収縮率も大きくなっている。これらのことより、本報では、乾燥性の難易を、その限界含水率により判定することにする。

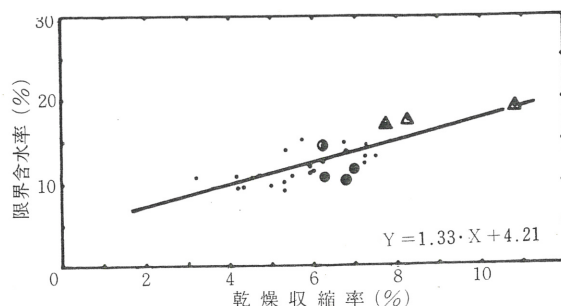


図1 乾燥収縮率と限界含水率の関係

△ 乾燥速度試験時亀裂発生試料

○ 既存 坏土

X: 乾燥収縮率 Y: 限界含水率

3. 2 陶管坏土—珪砂廃土—山土系

これは廃棄物の珪砂廃土と未利用資源の山土を活用して、既存粗珪器素地坏土の乾燥性と成形性の改善を図ろうとするものである。

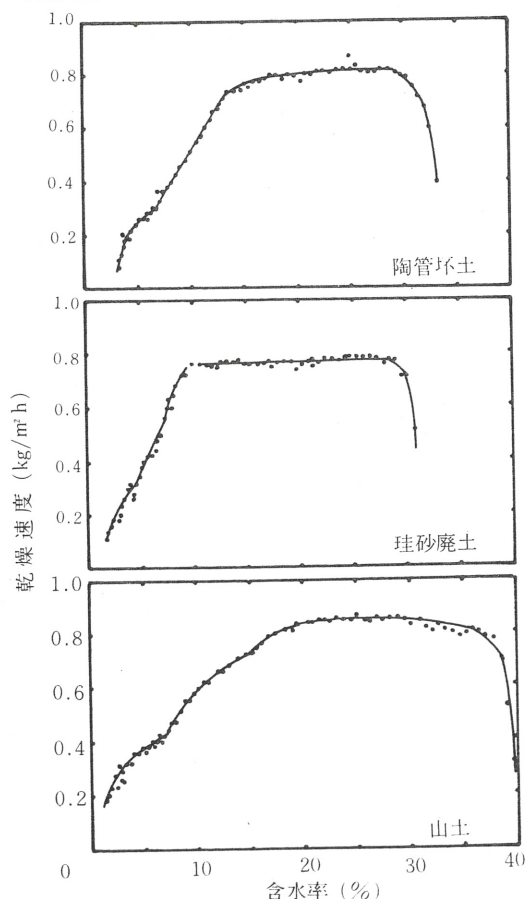


図2 使用原料の乾燥速度曲線

図2に、それぞれ単味の乾燥速度曲線を示す。このうち、限界含水率が最も小さいのは、珪砂廃土で、その値は9.4%であり、恒率乾燥期と減率乾燥期の区分が明確である。これに対し、山土は区分が、不明瞭であり、限界含水率は約19%もある。陶管坏土は、14.2%で、恒率乾燥期がやや短い。個々の調合物についての乾燥速度曲線は、これらの複合的なパターンをしているので、ここでは図示することを割愛した。

次に成形性と乾燥性を合せて検討するため、限界含水率と塑性指数との関係を図3に示す。この結果より、陶管坏土へ珪砂廃土を配合すると、限界含水率が順次小さくなり、乾燥性は改善する。塑性指数は、珪砂廃土配合量が40%を越えると、小さくなるが、20%配合ではむしろ大きい。このように、約30%の配合では、成形性をそこなうことなく乾燥性が改善できる。

山土の配合は、塑性指数の向上には効果があるが、限界含水率が著しく大きくなり、乾燥は悪くなる。陶管坏土に対し、配合量が20%を越えると乾燥亀裂が生じる。

珪砂廃土は乾燥性の改善に、山土は成形性の改善にそれぞれ効果があり、珪砂廃土を用いると山土を配合しても乾燥亀裂の心配がなくなる。一例として、陶管坏土に、珪砂廃土40%、山土20%配合した坏土は、限界含水率13.1%、塑性指数30.6で、成形性、乾燥性ともに改善する。

3. 3 陶管坏土—赤シャモット系

赤シャモットは、約30%の気孔率を有し、通水性に富み、素地中の水分除去が容易であり、乾燥収縮も小さくなるので、乾燥の改善に効果がある。しかし、成形性の低下が課題とされている。ここでは、既存の陶管坏土の乾燥性と成形性に及ぼす赤シャモットの影響について検討した。

図4は、この系の乾燥試験から求めた乾燥速度曲線図である。図中、粗粒シャモット、微粒シャモットと記したものは、シャモット粒径の影響を調べるため、赤シャモットを、210 μm 篩で篩分けし、篩残分と通過分に分けて試験した結果である。シャモット配合坏土は、いずれも限界含水率が小さくなっており、配合量が多くなると特に顕著になる。このことは、既述したように、乾燥が容易に進行することを示している。また、減率乾燥期が二段階に分れる傾向にあり、特に配合したシャモット粒径が大きいとき、そのことが顕著に

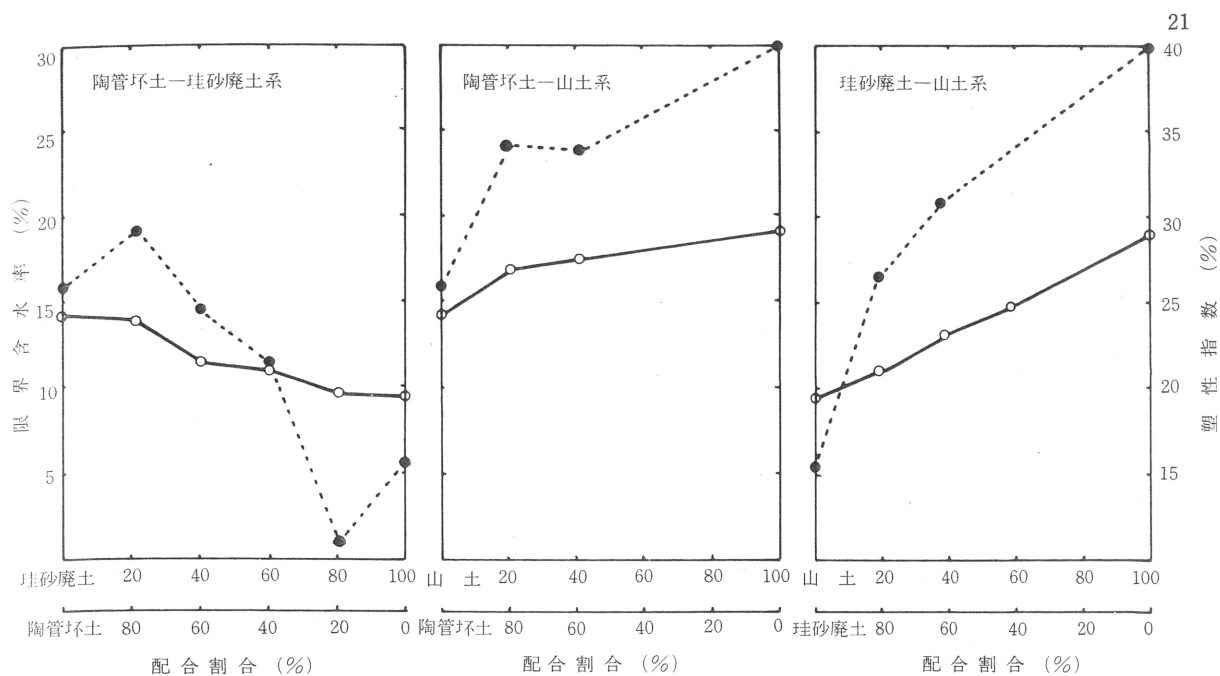


図3 陶管坏土-珪砂廃土-山土系の限界含水率と塑性指数の関係

—○— 限界含水率 -●- 塑性指数

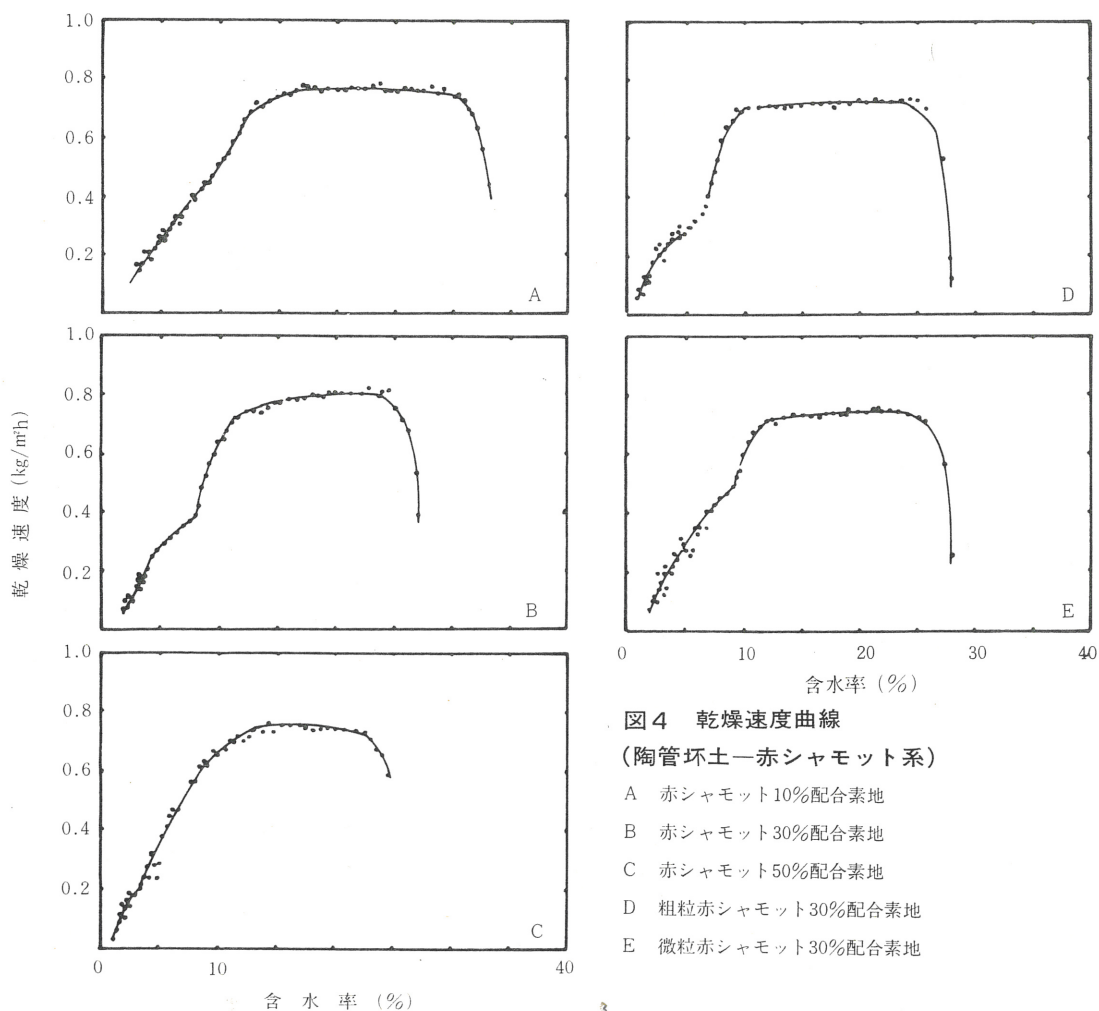


図4 乾燥速度曲線

(陶管坏土-赤シャモット系)

- A 赤シャモット10%配合素地
- B 赤シャモット30%配合素地
- C 赤シャモット50%配合素地
- D 粗粒赤シャモット30%配合素地
- E 微粒赤シャモット30%配合素地

なる。これは、シャモットが素地中の水分脱水に、毛細管の役割をしていることから説明できる。限界含水率の低下に及ぼす赤シャモットの配合は、10～30%の範囲で効果があり、特にシャモット粒が大きい方が有効である。

次に成形性との関係を検討するため、図5に限界含水率と塑性指数との関係を示した。塑性指数は、シャモットを10%以上配合すると著しく低下し、また粒径が大きくなるとそれが顕著になる。

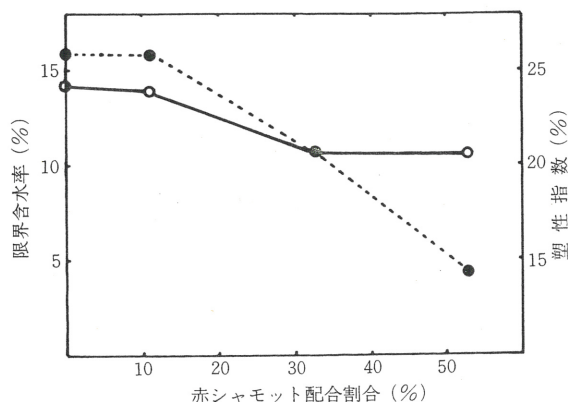


図5 限界含水率と塑性指数に及ぼす赤シャモットの影響

—○—○— 限界含水率 ---●---●--- 塑性指数

3.4 頁岩粘土—木節はね土系

ここでは、粗炔器製品の主原料である頁岩粘土に、木節はね土を配合したときの乾燥性と成形性に及ぼす影響を調べた。それぞれ単味の乾燥速度曲線を図6に示し、各配合物の限界含水率と塑性指数の関係を図7に示す。

この系においては、木節はね土の配合量が多い試料ほど、塑性指数が大きくなり、しかも限界含水率は小さくなる。つまり木節はね土の配合量に伴って、成形性、乾燥性ともに改善されることを示している。

3.5 素地の焼結性

前項までは、主として成形と乾燥面からのみ、坏土組成の良否を述べてきた。しかし実際にその坏土を用い、製品化する場合においては、焼成性状を考慮しなければならない。ここでは粗炔器製品の一般的な焼成例として、1100℃ (SK1a)で焼成したときの性状を調べた。

陶管坏土—珪砂廃土—山土系

陶管坏土に珪砂廃土、山土を配合した素地の焼成曲げ強さ、吸水率の関係を図8に示す。この結

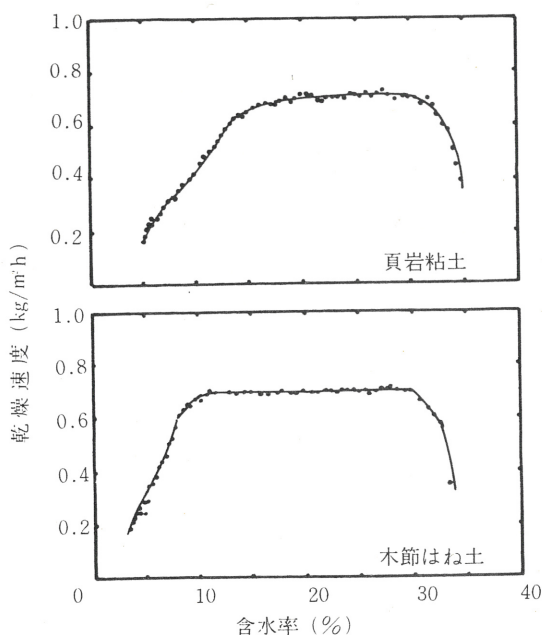


図6 乾燥速度曲線

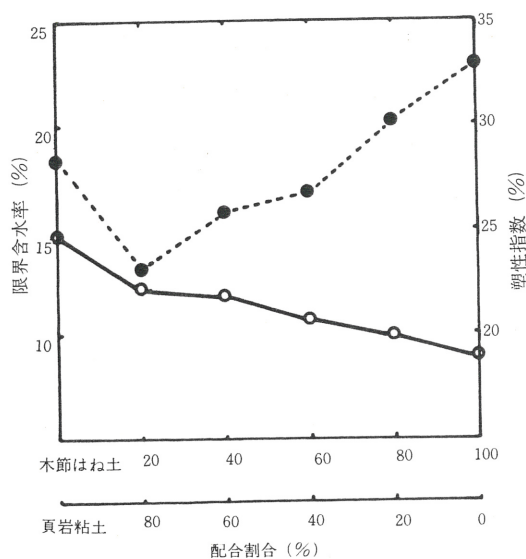


図7 頁岩粘土—木節はね土系の限界含水率と塑性指数の関係

—○—○— 限界含水率 ---●---●--- 塑性指数

果は、山土は焼結性の向上に効果があるが、珪砂排土は負の働きを示している。前項で、成形性、乾燥性ともに良好とした陶管坏土40%、珪砂廃土40%、山土20%の組成は、焼成曲げ強さ 236kg f/cm²、吸水率 8.6%で焼成性状も良好である。

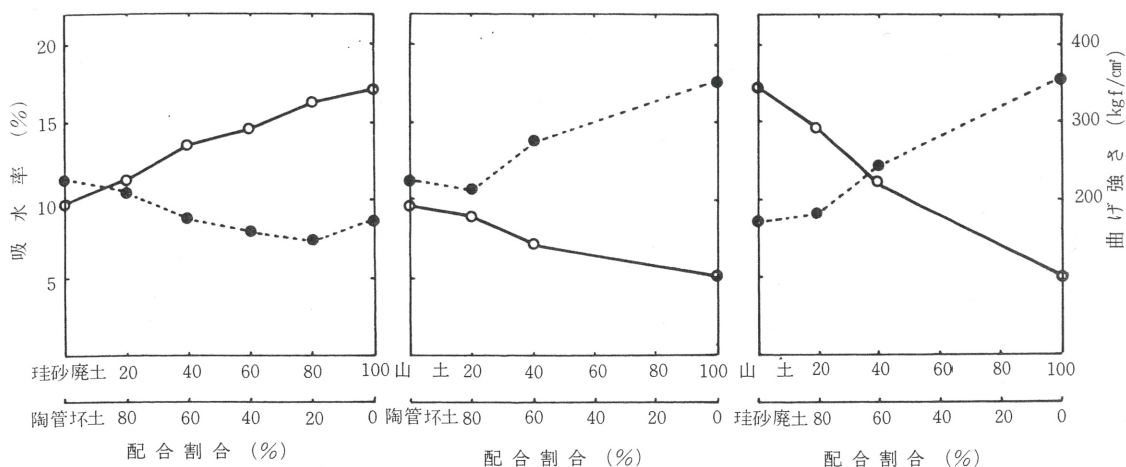


図8 吸水率と曲げ強さ（陶管坏土—珪砂廃土—山土系）

—○— 吸水率 ---●--- 曲げ強さ

陶管坏土—赤シャモット系

この系の焼成曲げ強さと吸水率の関係を図9に示す。赤シャモットの添加に伴ない、焼結の低下が認められる。赤シャモット10%配合素地で、焼成曲げ強さ175kgf/cm²、吸水率11.2%となり、あまり多く配合することはできない。なお、シャモット粒が小さいときは、その影響は少なくなり、このことは、成形性の良否とも関連している。

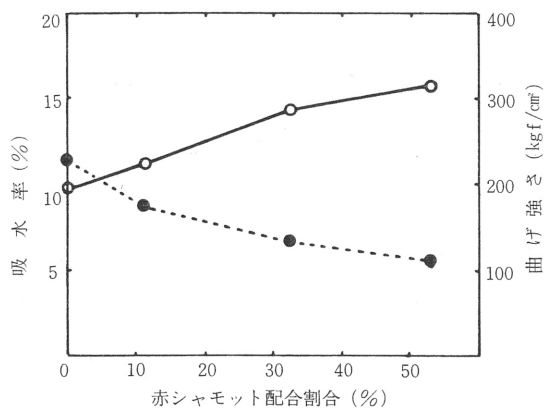


図9 吸水率と曲げ強さ

—○— 吸水率 ---●--- 曲げ強さ

頁岩粘土—木節はね土系

この系の焼成曲げ強さと吸水率の関係を図10に示す。木節はね土の配合は、前項の試験で、成形、乾燥ともに望ましい傾向を示していたが、焼結性は、配合量に比例し低下し、吸水率は大きくなる。なお、強度については、約300kgf/cm²の曲げ強さがある。この温度領域の焼成で、吸水率の小さい製品を要求する場合、その配合量は50%以下にしなければならない。

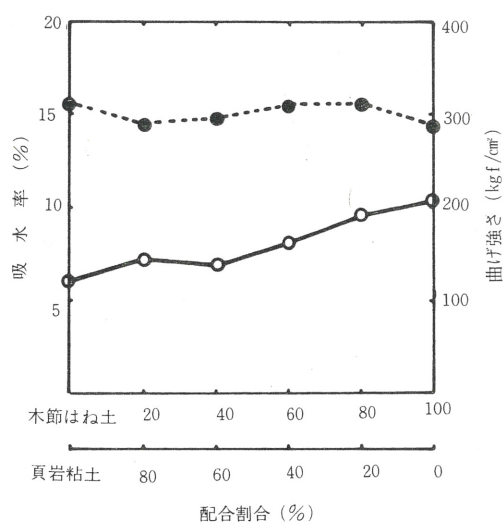


図10 頁岩粘土—木節はね土系

—○— 吸水率 ---●--- 曲げ強さ

4. ま と め

- ① 限界含水率の大きな坏土は、乾燥中に亀裂発生のおそれがあり、急乾燥することができない。
- ② 乾燥を容易にするには、限界含水率13%以下に坏土調整することが望ましい。
- ③ 常滑の頁岩粘土は、限界含水率が14.8%もあり、これを主原料とした坏土は必然的に乾燥が困難になる。
- ④ 限界含水率を下げるには、赤シャモット、珪砂廃土などを配合するとよい。
- ⑤ 赤シャモット、珪砂廃土などは可塑指数が小さく、これらを多く配合すると成形性が悪くなる。
- ⑥ 成形性の改善には、塑性指数の大きい山土の

配合が有効である。

- ⑦ 山土は限界含水率が19%もあり、この配合を多くすると乾燥性状が悪くなる。
- ⑧ 既存坏土の乾燥性、成形性を同時に改善する

には、珪砂廃土40%、山土20%配合すると良い。

- ⑨ 木節はね土は、成形性、乾燥性のいずれの改善にも効果があるが、50%を越えると焼結性が低下する。