

粘土5～10%の割合で、供給機からベルトコンベアで第1 ロールクラッシャーに搬送され、粉碎及び混合・混練が行われる。次いで、第2、第3及び第4 ロールクラッシャーに運ばれ、粉碎及び混合・混練が行われる。この際、ロールクラッシャーのロール間隔は、図に示す間隔に調整され、順次狭くして混練効果を出している。

これらの工程の前後に、スクリーンフィーダーを設置して、10～20mm ϕ ×10～20mm ℓ のペレット状にし、配合土の均質化を図っている。こうして処理された配合土を、約1週間ねかした後、各釉薬瓦工場に出荷・供給している。なお、図1に示すロールクラッシャー間隔1mm以下のロールクラッシャーで、更に粉碎混練処理し、いぶし瓦用配合土として出荷・供給する配合粘土所もある。

図3の製造工程は、いぶし瓦用配合土製造工程である。使用原料は、図1及び図2で処理された配合土を、高速攪拌機により、水で湿式分散し、次いで、0.8～1mm程度の篩目の振動篩で粗粒部を分離した後、フィルタープレスで脱水し、脱水したケーキに、珪砂・砂利廃土等の乾燥粉を添加し、水分調整した後、出荷・供給している。

図4は、粘土瓦工場での混練の一例で、配合粘土所から供給された配合土は、スクリーンフィーダー等を経て、ロールクラッシャーへと搬送され、真空土練機に送られ、荒地が成形される。なお、スクリーンフィーダー及びロールクラッシャーの他に、バグミルを使用し、混練効果を出している工場もあった。

以上、配合土の調整及び混練方式について示したが、混練は、主としてロールクラッシャーが使用され、工程での原料の滞留時間の短いことなどが混合、混練不足を起し、歪、切れ、寸法不ぞろい等が発生し、粘土瓦の製品欠点の誘発につながっていると考えられる。従って、この混合・混練不足の解消が一つの課題と思われる。

3. 混 練 試 験

3. 1 使用原料

三河地区で主原料として使用され、安城周辺から採掘される三河粘土（桜井粘土）と、西加茂郡三好町で採掘されている山粘土（田糶粘土）の二種類を、自然乾燥した後、粉碎し、2mm以下の粒度に調整した。この粉碎処理した原料に加水し、練り土を調整した。水分は三河粘土24.5%、山粘

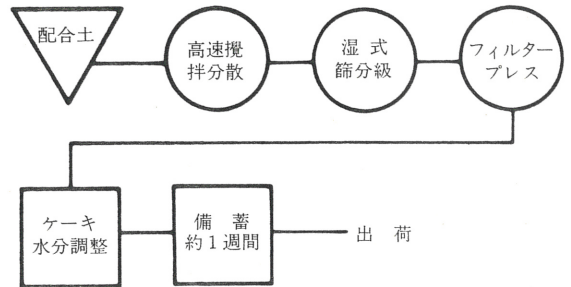


図3 粘土瓦の製土工程 (C)

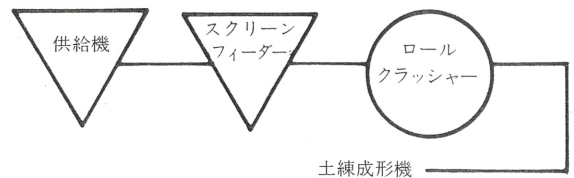


図4 粘土瓦工場の製土工程

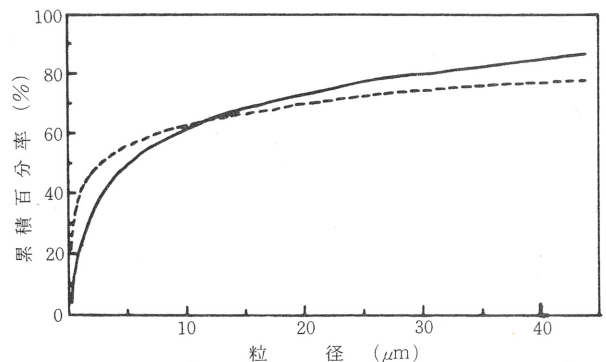


図5 使用原料の粒度分布曲線図

——山粘土 - - - - 三河粘土

表1 使用原料の粒径分布 (%)

粒径(μm)	< 2	2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 44	44 <
三河粘土	46.5	9.5	6.5	7.5	8.5	21.5
山 粘 土	33.0	16.0	12.0	12.0	14.5	12.5

土22.6%であった。

粒度曲線図及び粒度分布を図5及び表1に示す。また、ペッフアゴーン法による可塑性図を図6に示す。

図5及び表1から2μm以下の粘土分は、三河粘土約47%、山粘土33%であった。一方、可塑性については図6に示す。三河粘土は山粘土に比べ変形量が小さく、粘土分の指標になる2μm以下の量に対応して可塑性が大きい。

3. 2 要素別混練試験

3. 2. 1 混練操作

混練を圧延、圧縮及びせん断・圧延の3要素に分けて行った。まず、三河粘土及び山粘土の2種

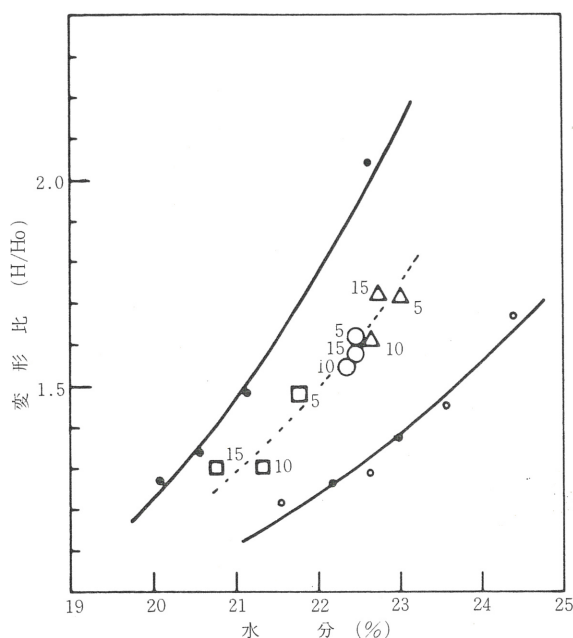


図6 ペツファコーンによる可塑性

○三河粘土 ●山粘土
△圧延操作 ○圧縮操作 □せん断・圧延操作
(添字は操作回数)

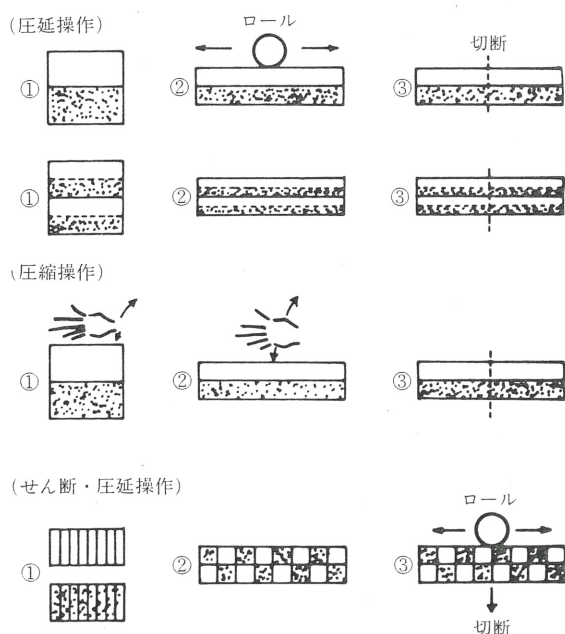


図7 要素別試験の操作図

□ 三河粘土 ■ 山粘土

類の練り土を、各700g採り、約15×12×1.5cmの板を作り、張り合わせたのち、次に述べる要素別操作方法で約30×12×1.5cmの板に延ばして、これを中心より切断し2枚とし、これを再度張り合わせる。この操作を1回とし、所定の混練操作を行った。

圧延操作：約3cmの丸棒を用いて試料を圧延した。

圧縮操作：手の平でたたいて延ばした。

せん断・圧延操作：練り土を約2×2×1.5cmのサイコロ状の直方体に切断した後、2種類の試料をランダムに並べ15×12×3cmの大きさとしたのち、圧延操作の要領で延ばした。

繰り返し回数は予備試験は5回、10回及び15回とし、追加試験では5回、8回及び10回行った。なお、要素別試験の操作図を図7に示す。

3. 2. 2 試験結果と考察

(1)繰り返し回数5回、10回及び15回による試験圧延、圧縮及びせん断・圧延操作の5、10、15回繰り返した時の坯土の乾燥試験結果を図8、表2、表3及び表4に示す。

この結果から、くり返し回数が10回と15回では、乾燥強度は、ほぼ一定の値となり、均質に混合されたことがわかる。また、繰り返し回数が多くなるにつれ、乾燥収縮率等の試料間のバラツキ(δ)も小さくなっていることから均質な混練が進んで

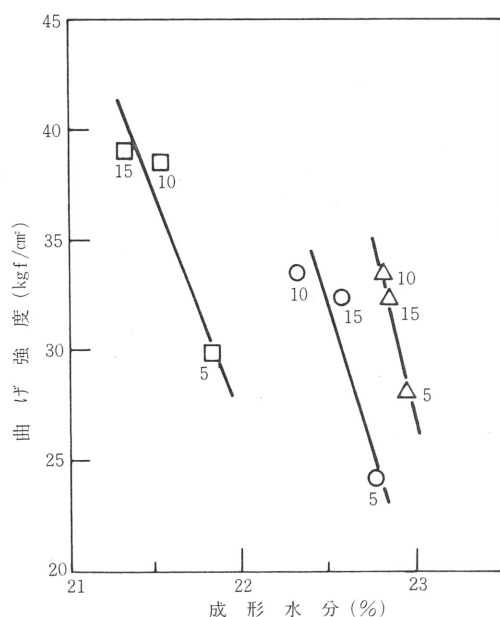


図8 混練操作と曲げ強度(その1)

記号は図6と同じ

いることが判明した。

(2)繰り返し回数5回、8回及び10回の混練試験前項の繰り返し回数が5回、10回及び15回の混練試験で、5回と10回の間で均質化が平衡になる点があると判断し、繰り返し回数を5回、8回及び10回の混練試験を行い、乾燥性状と焼成性状について検討した。なお、焼成は実操業の陶器瓦工場で行った。焼成温度はSK1aである。乾燥及び焼成性状を図9、表5に示す。

図9、表5から、均質な混練は8ないし10回の繰り返しで完了することがわかった。また、乾燥強度は、圧延及び圧縮操作では、繰り返し回数8

表2 繰り返し操作と乾燥性状(その1)

圧延操作

		成形水分(%)	乾燥収縮(%)	曲げ強度(kgf/cm ²)
5	平均値	22.9	7.5	28.0
	標準偏差	0.22	0.59	1.80
10	平均値	22.8	7.0	33.3
	標準偏差	0.14	0.23	2.15
15	平均値	22.8	7.2	32.3
	標準偏差	0.09	0.18	1.84

表3 繰り返し操作と乾燥性状(その2)

圧縮操作

		成形水分(%)	乾燥収縮(%)	曲げ強度(kgf/cm ²)
5	平均値	22.8	6.9	24.2
	標準偏差	0.12	0.41	3.40
10	平均値	22.3	6.8	33.6
	標準偏差	0.08	0.42	3.24
15	平均値	22.6	7.3	32.7
	標準偏差	0.05	0.27	3.15

表4 繰り返し操作と乾燥性状(その3)

せん断・圧延操作

		成形水分(%)	乾燥収縮(%)	曲げ強度(kgf/cm ²)
5	平均値	21.8	6.7	30.0
	標準偏差	0.16	0.22	2.08
10	平均値	21.5	6.7	38.7
	標準偏差	0.18	0.29	1.73
15	平均値	21.3	6.8	39.2
	標準偏差	0.08	0.23	2.25

回で約30kgf/cm²に対し、せん断・圧延操作は、約44kgf/cm²の強度を示す。焼成収縮でもせん断・圧延操作が高い強度を示す。また、吸水率、かさ比重及び見掛比重は低い値となる。以上のように、圧延及び圧縮の単操作より、せん断・圧延の複合混練の方がより坯土の均質性を増し、試験体の乾燥及び焼成性状が向上することがわかった。

3.3 実操業規模による混練試験

図1の工程で、ロール間隔2.5mmのロールクラッシュャーで粉碎混練処理した配合土を、ロール間隔

表5 繰り返し操作と乾燥及び焼成性状

	回数	成形水分(%)	乾燥収縮率(%)	焼成収縮率(%)	乾燥曲げ強度(kgf/cm ²)	焼成曲げ強度(kgf/cm ²)	吸水率	かさ比重	見掛比重
圧延操作	5	23.0	6.6	4.1	22.9	82.4	13.2	1.78	2.68
	8	22.9	7.0	3.8	28.6	98.4	12.6	1.80	2.69
	10	22.9	7.4	4.2	29.0	97.8	11.7	1.82	2.67
圧縮操作	5	23.0	6.9	4.4	24.6	81.0	12.4	1.80	2.67
	8	23.0	7.6	4.4	30.2	91.8	11.9	1.81	2.68
	10	23.0	7.3	4.4	32.2	83.7	12.4	1.81	2.68
剪断・圧延操作	5	22.3	7.0	4.2	39.0	103.0	10.8	1.85	2.68
	8	21.9	7.3	4.1	43.4	115.7	9.5	1.88	2.67
	10	21.3	7.2	4.4	43.9	121.1	9.1	1.89	2.66

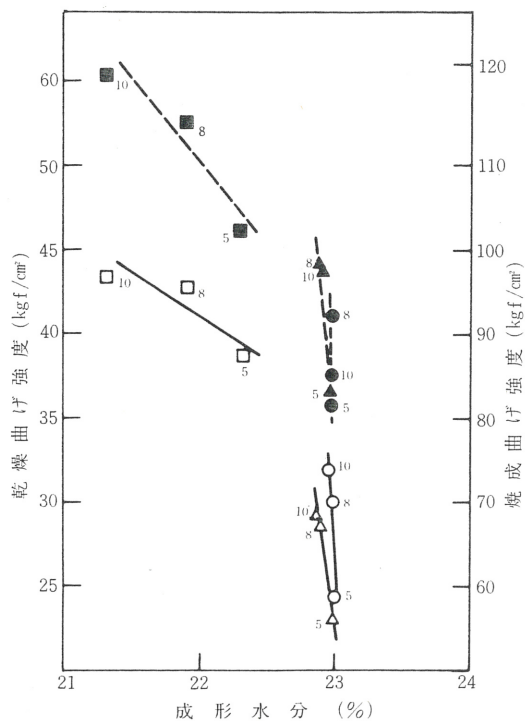


図9 混練操作と曲げ強度(その2)

記号は図6と同じ

(黒塗り)破線は焼成曲げ強度)

1 mm以下のロールクラッシャーで処理回数を1回、2回及び3回行った配合土の乾燥及び焼成性状を測定し、ロールクラッシャー処理回数が配合土に与える影響を検討した。その結果を図10及び表6に示す。

乾燥強度は、処理回数が、1回と2回では、約7 kgf/cm²の差があり、処理回数の増加で、乾燥強度の改善ができることがわかった。また、焼成強度では、ロール間隔 2.5mmの処理後にロール間隔

を1 mm以下にして処理した場合に大幅に強度増加が見られ混練効果が進んでいることがわかった。また、吸水率も 8.4%から 7.6%と減少している。以上の結果から繰り返し回数は2回以上が望ましい。

表 6. ロールクラッシャーによる混練回数と乾燥及び焼成性状

処理回数	成形水分 (%)	乾燥収縮率 (%)	焼成収縮率 (%)	乾燥曲げ強度 (kgf/cm ²)	焼成曲げ強度 (kgf/cm ²)	吸水率 (%)	かさ比重	見掛け比重
0	19.8	6.0	4.6	49.0	164.1	8.4	1.91	2.65
1	19.8	5.8	4.5	50.5	188.8	8.0	1.93	2.65
2	19.8	5.8	4.6	57.3	186.8	8.2	1.93	2.65
3	19.7	6.0	4.5	60.8	192.6	7.6	1.93	2.65

4. ま と め

三河地区の粘土瓦の製土システムの実情を調査し、併せてモデル的混練試験及び実操業規模のロールクラッシャーによる混練試験を行い、混練処理が、坏土に与える影響について検討した結果次のことがわかった。

(1) 粘土瓦用配合土の粉碎、混合、混練は、主にロールクラッシャーとスクリーンフィーダーにより行われている。

(2) 混練要素を圧延、圧縮及びせん断・圧延の3つに分けてモデル的な試験を行った結果、繰り返し回数8回以上で均質な混練ができる。また、せん断・圧延操作のように複合的な処理は、単操作の繰り返しより坏土の乾燥及び焼成性状が向上する。

(3) ロールクラッシャーによる実操業規模の混練試験では、繰り返し回数を増す程強度は増加し、吸水率は減少する。なお、現状の操業から更に2回以上の処理を実施することにより製品品質が非常に良好となる。

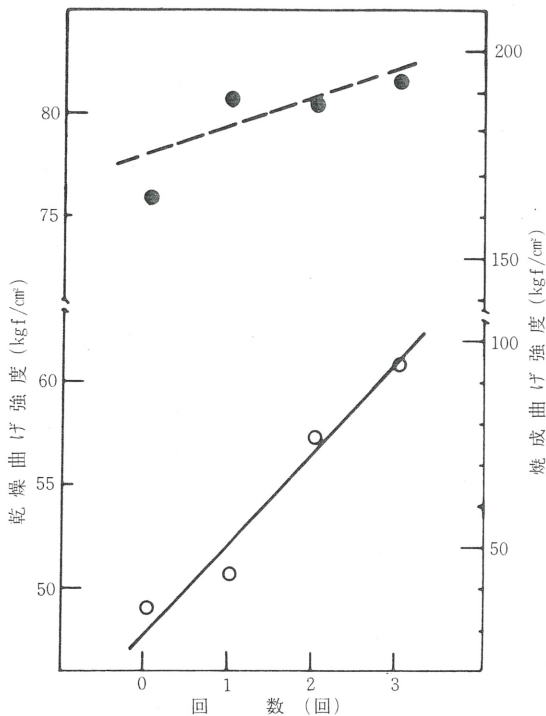


図10 ロールクラッシャーによる混練回数と曲げ強度

—○— 乾燥曲げ強度
—●— 焼成曲げ強度