

瓦素地の粉体成形

島村 修* 清水 寛* 浅井邦雄*

Powder Forming of Roofing Tile Body
by

Osamu SHIMAMURA, Satoru SHIMIZU
and Kunio ASAI

一般に窯業品の成形では坯土の性状によって成形性が大きく変化し、素地の諸性質に影響を与える。そこで瓦用粘土を主体にした粉末状原料を調製し、半乾式成形試験を行ない、坯土と成形条件をみいだすために成形素地の性状を測定し考察した。

本研究では瓦白地粉に赤シャモットを添加し、適度の水分を加えた坯土を油圧プレスにて成形した。成形性は角欠け、ラミネーションおよび肌荒れより判断して、赤シャモット20%、成形水分6.8~7.0%、成形圧300kg/cm²の成形条件が最も優れており、その時の乾燥曲げ強度は21.7kg/cm²、素地の厚さは12.8mm、カサ比重は2.06であった。

1. ま え が き

粘土瓦は、従来から湿式成形法が主流であり、三河の業界では、21%~23%の水分で成形されている。しかし、トンネル窯による大量生産に伴い、合理化された工程で、成形工程から乾燥工程への自動化には成形水分がネックになっている。また、乾燥のスピードアップまたは省略も考えられるので新しい成形法の開発が望まれている。その上、最近になって近代建築に合った新瓦材の開発も必要になっている。そこで入手しやすい瓦粘土を主原料として半乾式により瓦素地の成形試験を行ない、その性状を測定したので報告する。

2. 実 験 方 法

瓦白地粉に赤シャモットを添加し適度の水分を加えた後、2.5mm目のふるいを通し、プレス用坯土を調製した。赤シャモットは0, 20, 40および60%添加し、水分は2~4%, 6~8%および10~12%の3種類とし300kg/cm², 225kg/cm², 150kg/cm²および75kg/cm²の4段階の成形圧で230mm×67mm×(10~20)mmの試験体を成形した。そのときの成形性、乾燥性状およびカサ比重を測定し成形試験の結果について検討した。

3. 結 果 と 考 察

3.1 成 形 性

成形性は大きく分けて角欠け、肌荒れおよびラミネーションの3つに分類され、肉眼により最も成形性良好なものを0、最も悪いものを10とし、その間を10等分して比較検討した。図1~4は縦軸に成形圧、横軸

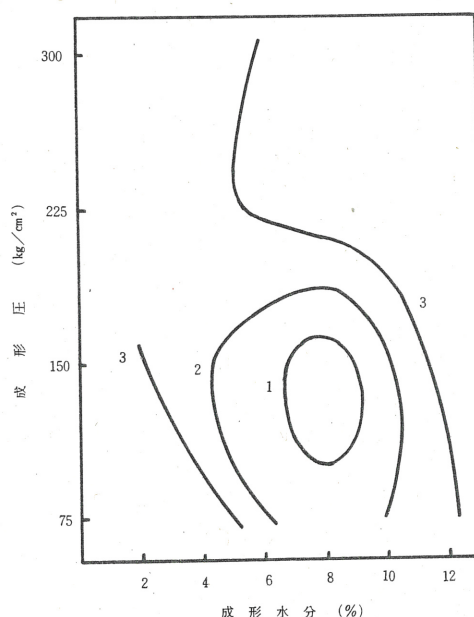


図1 瓦白地粉100%のときの成形性

に成形水分を示し、同じ成形性を等線で結んだものである。図1は、白地粉だけの場合の成形性を示し、成形水分7~9%、成形圧100~170kg/cm²が最も優れた成形性を示した。成形水分2~4%、成形圧200~300kg/cm²では角欠けによりやや成形性は悪いが、これと同じ水分で成形圧が200kg/cm²以下では角欠けが更にひどくなり、肌荒れも目立った。成形水分7~9%、成形圧300kg/cm²ではラミネーションを生じ75kg/cm²では角欠けを生じた。次に成形水分10~12%、成形圧300kg/cm²ではラミネーションを生じ、成形水分7~9%、

* 三河分場

成形圧 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ と比較してラミネーションは更に増大した。また $7\sim 9\%$ の成形水分では、成形圧が $75\text{kg}/\text{cm}^2$ になってもなお内部にラミネーションが見られた。

図2は、赤シャモット20%添加した坯土の成形圧と水

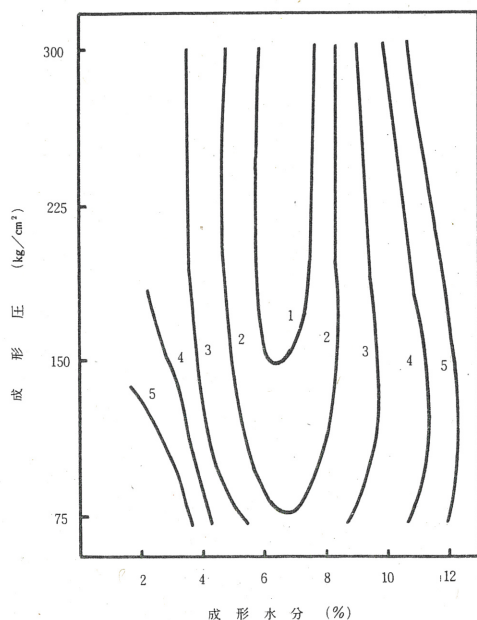


図2 瓦白地粉80%, シャモット20%のときの成形性

分割合による成形性を示し、水分 $6\sim 7.5\%$ 、成形圧 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上が最も成形性がよかった。成形水分 $2\sim 3\%$ 、成形圧が $150\sim 300\text{kg}/\text{cm}^2$ では、角欠けや肌荒れが目立ち $75\text{kg}/\text{cm}^2$ に成形圧が下ると角欠けのため成形不能となった。成形水分 $6\sim 8\%$ 、成形圧 $150\sim 300\text{kg}/\text{cm}^2$ では成形良好であったが僅かに肌荒れがみられた。同じ水分で成形圧 $75\text{kg}/\text{cm}^2$ では角欠けがあった。成形水分 $10\sim 12\%$ 、成形圧 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上では粘土と水による粘着性と凝集によると思われる肌荒れとラミネーションが起り、また型ばなれが悪くなった。成形水分 $10\sim 12\%$ 、成形圧が $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下になるとラミネーションがさらに進み、成形性は非常に悪くなった。この結果から比較するとシャモット20%添加によって成形水分 $6\sim 8\%$ の範囲では成形圧は低いよりも高い方が成形性をよくすることが分った。図3は、赤シャモット40%添加した坯土の成形性を示し、この場合は図1、図2に見られる1～2の成形良好な範囲が無く成形性は更に悪くたつた。比較的成形良好なものは成形水分 $5\sim 9\%$ 、成形圧 $150\sim 300\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲内で角欠けと肌荒れが多少あった。成形水分 $5\sim 9\%$ で成形圧が $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下では角欠けと肌荒れは更に増加した。成形水分 $2\sim 4\%$ 成形圧 $200\sim 300\text{kg}/\text{cm}^2$ では角欠け、

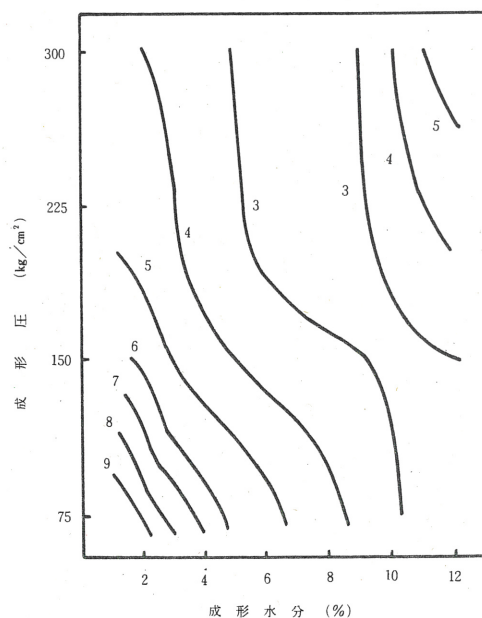


図3 瓦白地粉60%, シャモット40%のときの成形性

肌荒れが大きく上下面の加圧力の分布が不均一になり、下面ほどひどくなった。この成形圧より低圧では角欠けが生じやすくなり成形不能になった。成形水分 10% 以上、成形圧 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上ではラミネーション、肌荒れが生じやすく、成形圧 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下ではやや減少する。この結果を図1～2と比較すると赤シャモットの

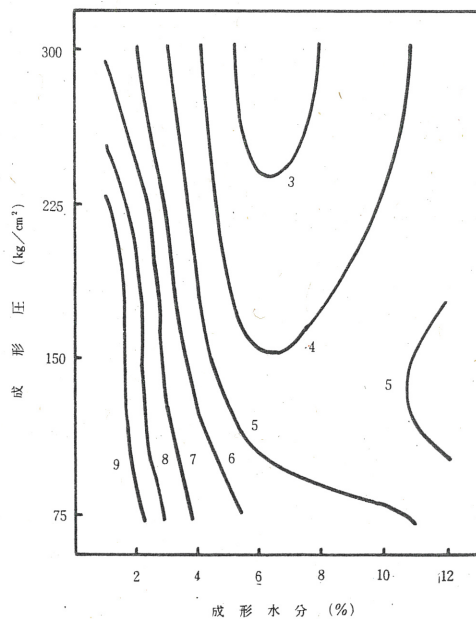


図4 瓦白地粉40%, シャモット60%のときの成形性

添加量が多くなるとラミネーションは少なくなるが角欠けや肌荒れが生じやすくなり、成形性は悪くなった。図4は、赤シャモット60%添加した坯土の成形性を示したが、成形水分2~4%では角欠け、肌荒れのため成形不能になった。成形水分を多くすると成形性は良好になるが図1~3と比較して角欠け、肌荒れが目立ち成形困難であった。

3. 2 乾燥曲げ強度

赤シャモットの添加量0~60%の素地についての乾燥曲げ強度は成形水分と成形圧により図5~8に示すような分布をし、その乾燥曲げ強度は2~20kg/cm²では各強さごとに曲線にすると、シャモット無添加の素地の最大乾燥曲げ強度は、図5の20kg/cm²の曲線に囲ま

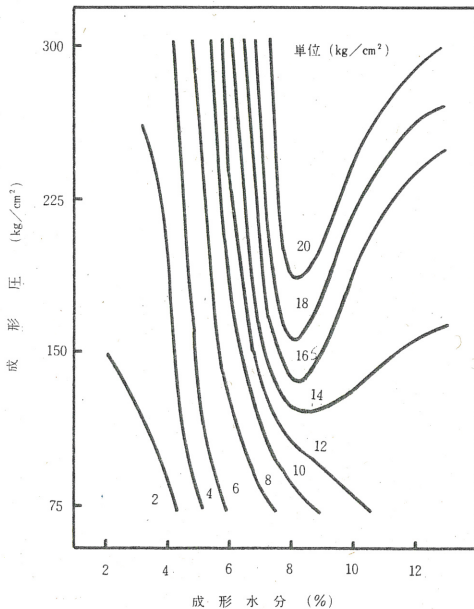


図5 瓦白地粉100%のときの乾燥曲げ強度

れる成形水分と成形圧の範囲で成形水分7%以上、成形圧190kg/cm²以上であった。(成形水分10%以上では成形不能であり、成形圧はこの成形機の最高圧が300kg/cm²であることからこれ以上の加圧ができないので実際の試作では、成形水分7~10%、成形圧190~300kg/cm²の範囲である)。また図6から成形水分8%以下では成形水分が乾燥曲げ強度に及ぼす影響が強いことがわかった。同様にシャモット添加20%では図6に示すように20kg/cm²の曲線に囲まれた範囲は非常に狭くなっており、乾燥曲げ強度は小さくなっている。また図5と同様に図6も成形水分8%以下では成形水分が乾燥曲げ強度に影響していることを示しているが、成形圧はシャモット無添加の素地よりも、シャモット

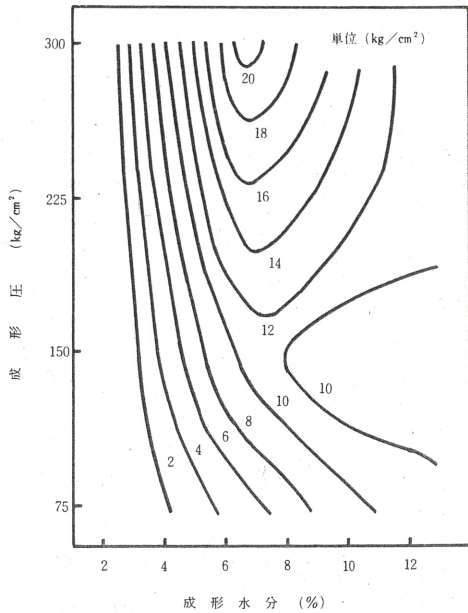


図6 瓦白地粉80%、シャモット20%のときの乾燥曲げ強度

20%の素地の方が水分8%以下で大きく影響することが分った。シャモット40%添加したときの曲げ強度は図7に示すようにシャモット20%添加のときよりも急激

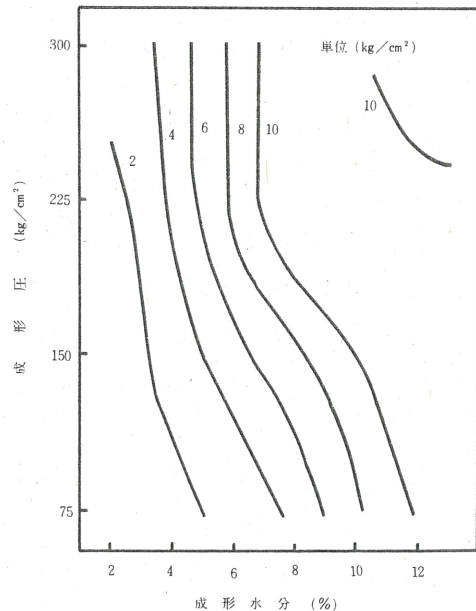


図7 瓦白地粉60%、シャモット40%のときの乾燥曲げ強度

に小さくなり、ほぼ半分になった。その最大の強度は10kg/cm²の曲線の右側の範囲で実際には成形水分7~

12%, 成形圧240~300kg/cm²の条件が最も乾燥曲げ強度が強くなる範囲である。また成形水分10%以下では水分が多いほど乾燥曲げ強度は増大した。シャモット60%添加したときの曲げ強度は図8に示すように、シ

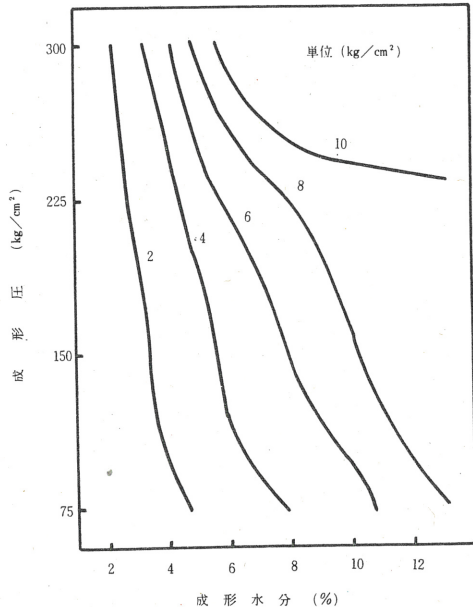


図8 瓦白地粉40%, シャモット60%のときの乾燥曲げ強度

ャモット40%添加したときと類似の傾向があり、最大乾燥曲げ強度は10kg/cm²の曲線の右側の範囲で、成形水分6%, 成形圧240kg/cm²の条件のとき乾燥曲げ強度が強くなる範囲である。またシャモット40%添加のときよりも10kg/cm²以上の乾燥曲げ強度の範囲が更になくなった。

3.3 厚 さ

成形圧300kg/cm²一定にしたときの素地の締め具合を知るのに厚さの測定をしたが、その結果は図9に示す。この結果からシャモットの添加量による厚さの変化は非常に小さく無視できる程度であったが、成形水分の影響は大きく、成形水分が多いほど薄くなった。たとえば成形水分2%では18mmの厚さのものが、成形水分10%では11mmに減少した。

3.4 カ サ 比 重

成形圧を300kg/cm²一定にしたとき、成形水分とシャモットの添加量の変化によるかさ比重の影響の測定結果を図10に示した。成形水分6.3~8.8%, 赤シャモット添加量10~25%ではかさ比重が2.06以上になり、成形水分6%以下の素地では成形水分の影響が大きく、

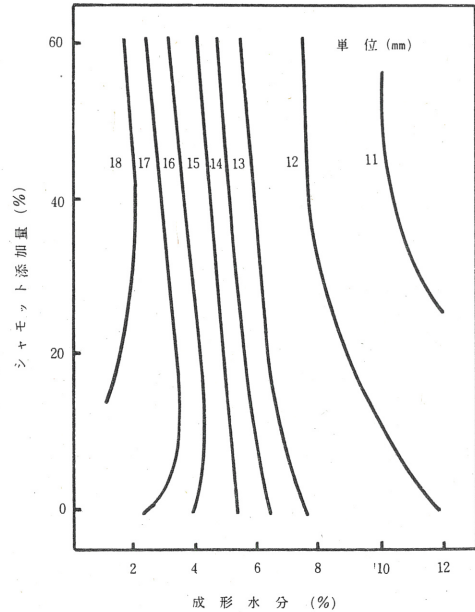


図9 成形圧300kg/cm²のときの乾燥試験体厚さ

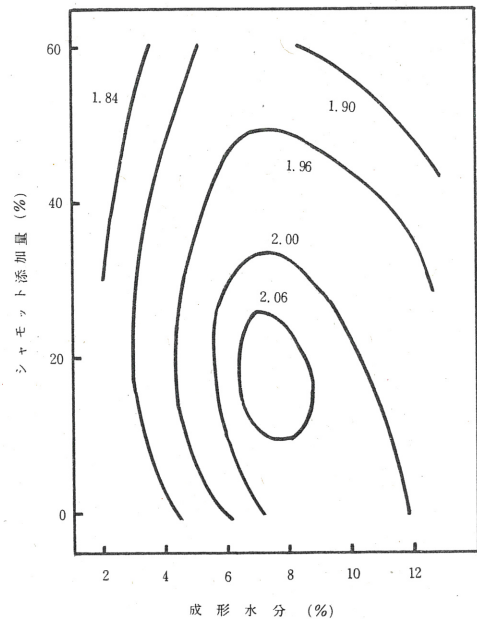


図10 成形圧300kg/cm²のときのかさ比重

成形水分が少ないほどかさ比重は小さくなった。また成形水分9%以上になるとシャモット添加量の影響の方が強く、シャモットの添加量が増すほどかさ比重は小さくなった。

4. ま と め

瓦粘土と瓦屑を粉末にした原料による粉体成形の成形性はシャモットの添加量、成形水分および成形圧について考察すると、その成形性を角欠け、ラミネーションおよび肌荒れから判断して、角欠けは水分が少なく、赤シャモットが多く成形圧が小さいほど多く、肌荒れは水分が少なく赤シャモットが多いほどひどくなった。成形性は赤シャモットを20%添加した坏土で成形水分が6.8~7.0%、成形圧300kg/cm²の成形条件が最も優れていた。

素地の乾燥曲げ強度を測定した結果では成形性の影響が大きく、成形性の良いものほど乾燥曲げ強度は大きかった。粘土瓦原料では一般に成形水分の多い方が乾燥強度を大きくするが、この実験では水分が7%以上になるとラミネーションが入りやすく、乾燥強度は

低下した。

これらの結果から成形性が良く、乾燥曲げ強度の大きい瓦素地の成形条件は、赤シャモットを20%添加した成形水分6.8~7.0%の坏土を300kg/cm²（この実験の油圧プレス成形圧の最大値）の成形圧で成形した素地が最もすぐれており、その素地の厚さは12.8mm、乾燥曲げ強度は21.7kg/cm²、かさ比重2.06であった。この素地は成形水分22%前後の湿式成形の瓦素地が乾燥曲げ強度30~40kg/cm²、かさ比重1.90であるのに比較してやや劣るが、成形圧を強力にすれば解決できると考えられる。

また本実験では、坏土の粒子を2.5mm目通過のものについてのみ検討したが、坏土の団粒化、団粒の粒度配合により成形性の良い、乾燥強度の大きい素地が得られると考えられる。