

いぶし瓦の表面性状の改善

大野 昌彦 浅井 邦雄 服部 金司

Improvement of Surface Defect in Smoked Rooftiles
by
Masahiko ONO, Kunio ASAI and Kinji HATTORI

いぶし瓦は 400年以上の歴史があるが、近年、陶器瓦と同じ強度や耐寒性を満たすため1100℃で焼成するようになった。このため梨肌と呼ばれる欠点が目立つようになった。これを無くすため、焼成温度と原料素地の両面から検討した。焼成温度を現行の1100℃から低下させ、1000～1050℃で焼成すれば強度は低下するが梨肌は目立たなくなり、-20℃、30回繰返しても凍害は認められない。強度を低下させないために、0.5mm以上の粗い砂を含まないように調製した3種類の素地は、1100℃で焼成しても梨肌は発生しなかった。

1. まえがき

いぶし瓦は 400年以上の歴史があるが、近年、陶器瓦と同じ強度や耐寒性を満たすため1100℃で焼成するようになった。このため梨肌と呼ばれる欠点が目立つようになった。これを無くすため、焼成温度と原料素地の両面から検討した。

2. 実験方法

2.1 ふるい試験

梨肌の原因と思われる粗い砂の含有量を調べるため、湿式で0.5mmと1mmのふるいを用いて測定した。

2.2 素地調製

粗い砂を含まない素地を3種類調製した。

X素地：市販のいぶし用素地（三河土1/3、山土1/3、水簸粘土1/3）を水にもどし、0.5mmのふるいを通した。

R素地：市販のいぶし用素地をロールクラッシャーに3回通した。

Z素地：砂の多い三河土を除き、山土1/2、水簸粘土1/2に0.5mm以下のセルベンを外割で10%添加した。

これらの素地を約20%の水分で、真空土練機で押出成形し、W50×L150×D15mmの板状の試験体を作製した。なお他産地のいぶし配合素地との比較も行った。

2.3 焼成試験

LPGによるいぶし装置付きの小型電気炉（内容積8ℓ、写真）を用いた。試験体は予め700℃でか焼した。

焼成温度は900℃から50℃毎に1100℃まで5段階とし、30分間の保持後950℃まで下げて30分間いぶした。900℃のみ、いぶしの温度も900℃とした。いぶしの条件はLPG：炭酸ガス=1：9である。冷却中500℃までは炭酸ガスを流し、炭素膜の焼失を防いだ。

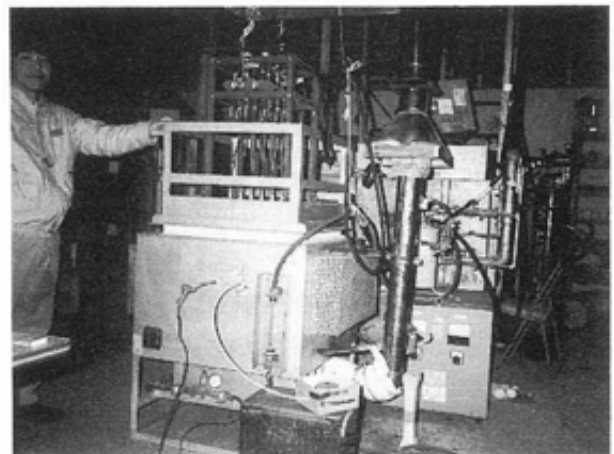


写真 いぶし装置付き電気炉

2.4 物理的試験

吸水率は24時間清水中に浸した値を、飽和係数は真空ポンプを使った減圧吸水法の値を用いた。また曲げ強さはスパン9cmで3点曲げ試験法で測定した。

2.5 表面粗さ

いぶし瓦の表面を表面粗さ計で測定し、算術平均粗さRa75と粗さ曲線を調べた。

2.6 凍害試験

2.3の焼成試験体を用いて、-20℃の冷凍試験機に2

時間入れた後、常温水で1時間融解する作業を30回繰り返した。

3. 実験結果

3.1 ふるい試験

表1に三河地区のいぶし用配合素地、表2に改良した素地の結果を示す。市販されている配合素地は、1mm以上で見ると、わずかに0.07~0.28%である。これが梨肌として認識され得る程の個数か理論計算を行った。表層のみに着目すればよいので、xmm四方に直径1.2mmの球が1個埋まっているとし、また容積%と重量%(P)が等しいと仮定すると、

$$P = \frac{4}{3} \pi (0.6)^3 \div (x^2 \times 1.2) \times 100$$

$$= 75.4 \div x^2$$

瓦(53A型)1枚に現れる個数(N)は、

$$N = 265 \times 235 \div x^2$$

$$= 826 \times P$$

0.07%で58個、0.28%で231個となり、梨肌として完全に気になる個数である。気になる個数を10個以下とすると、許される含有量は0.012%以下となる。

3.2 物理的試験

吸水率を表3に、飽和係数を表4に示す。C社の素地は焼成温度を下げると吸水率は増加し、1000℃で10.7%になる。XとR素地は、吸水率、飽和係数とも低くなり、粗い砂を無くした効果がでている。現行の吸水率程度を保つなら、およそ25℃温度を下げてよい。Z素地は、粗い砂は無いものの焼結性が低下したため、吸水率、飽和係数ともわずかに増加した。曲げ強さは図1のように焼成温度を下げると低下した。

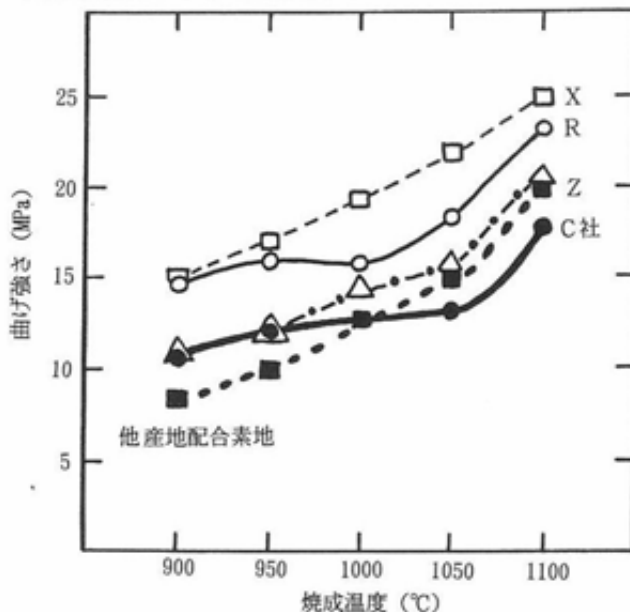


図1 試験体の曲げ強さ

表1 市販いぶし用配合素地のふるい試験結果 (%)

ふるい上	A社	B社	C社	D社	E社
1mm	0.07	0.12	0.14	0.22	0.28
0.5mm	1.03	1.27	1.94	1.51	0.95

表2 改良素地のふるい試験結果 (%)

ふるい上	X	R	Z	他産地配合素地
1mm	0.00	0.00	0.00	0.99
0.5mm	0.00	0.08	0.16	2.57

表3 試験体の吸水率 (%)

素地	焼成温度 (°C)				
	900	950	1000	1050	1100
X	13.5	12.2	9.5	8.0	5.4
R	12.5	11.2	9.5	7.5	4.7
Z	14.0	12.9	10.9	9.7	7.0
C社	13.9	12.6	10.7	9.5	6.7
他産地配合素地	14.5	12.9	10.7	7.4	2.1

表4 試験体の飽和係数

素地	焼成温度 (°C)				
	900	950	1000	1050	1100
X	0.84	0.84	0.76	0.72	0.63
R	0.84	0.82	0.78	0.73	0.59
Z	0.86	0.85	0.80	0.79	0.71
C社	0.86	0.83	0.80	0.78	0.69
他産地配合素地	0.82	0.80	0.76	0.70	0.43

3.3 表面粗さ

算術平均粗さを表5に示す。Ra75値ではR素地が良かったが、肉眼ではX、R、Zともに良好で梨肌は認められなかった。Ra75値で3程度なら、梨肌は気にならない

表5 試験体の表面粗さ (Ra: μm)

素地	焼成温度 (°C)				
	900	950	1000	1050	1100
X	2.3	2.6	2.9	3.1	4.5
R	2.3	2.5	2.3	3.2	3.4
Z	3.0	2.8	3.6	3.9	4.2
C社	2.9	2.8	3.1	3.1	3.9
他産地配合素地	3.1	3.2	3.1	4.4	6.1

いが4を越えると目立つようになる。粗さ曲線で測定した例を図2に示す。市販瓦は $\pm 10\mu\text{m}$ で凸凹して $Ra75=3.9$ であるが、梨肌の凸部は約 $150\mu\text{m}$ で $Ra75=9.4$ であった。

3.4 凍害試験

凍害試験結果を表6に示す。焼成温度を 1000°C まで下げても、三河の素地には凍害は認められなかったが、さらに 50°C 下げるとC社とX素地に凍害が発生した。この温度でもRとZ素地には凍害が認められなかった。

表6 試験体の凍害結果

素地	焼成温度($^\circ\text{C}$)				
	900	950	1000	1050	1100
X	△	○	◎	◎	◎
R	×	◎	◎	◎	◎
Z	×	◎	◎	◎	◎
C社	×	△	◎	◎	◎
他産地配合素地	×	×	×	×	◎

×：10回で凍害を受けたもの

△：20回で凍害を受けたもの

○：30回で凍害を受けたもの

◎：30回で凍害を認めなかったもの

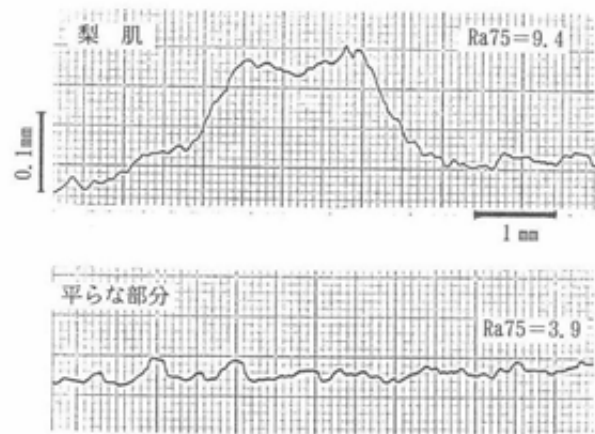


図2 市販瓦の表面粗さ曲線

4. まとめ

- (1) 焼成温度を現行の 1100°C から、 $1000\sim 1050^\circ\text{C}$ へ低下させた素地の吸水率は約10%となる。 $Ra75=3.1$ で梨肌は目立たなくなった。凍害試験では -20°C 、30回繰返しても凍害は認められなかった。
- (2) 梨肌の原因となる粗い砂を含まない素地を3種類調製した。 1100°C で焼成しても、3種類とも梨肌は発生しなかった。XとR素地は、より低い吸水率だったので、現行の吸水率程度を保つなら、およそ 25°C の焼成温度の低下が可能である。これにより、いぶし工程までの時間短縮と省エネルギーの一助になる。