

# 陶管の品質向上に関する研究

## —陶管の耐衝撃性の改善に関する考察—

鳥居高夫, 福永 均

Study on the Improvement of Clay Pipe Quality

by

Takao TORII and Hitoshi FUKUNAGA

陶管はヒューム管に比べて耐薬品性では優れているが、耐衝撃性は劣っている。この改善策として、圧縮釉による強化と、素地についての予備的な試験を試みた。その結果、施釉した陶管素地は釉の厚みが多いほど衝撃強度が向上しシャモットの添加は衝撃強度を増加させることがわかったが、圧縮釉、焼成温度については、その効果は顕著に現れなかった。

### 1. まえがき

下水道布設管材である陶管は、主に大口径の下水道に使われる遠心力鉄筋コンクリート管(ヒューム管)に比べて耐薬品性では優れているが、耐衝撃性では劣っているとされている、これは遠心力鉄筋コンクリート管が部分的に弱いコンクリートを鉄筋で補強し、衝撃を部分的破損で吸収して全体が破壊しないのに対して、陶管は鉄筋の補強を要しない強い珪素質で、全体が均一に作られているため、衝撃を受けると全体に波及し、強度を越す衝撃に対して破損するものと考えられる。

この耐衝撃性の改善については、すでに梅屋らによって<sup>1)</sup>1.全体の素地強度を強化、2.単一組成鉱物原料を使用したセルフ・ボンド化された陶管による強化、3.圧縮釉による強化、4.積層複合による強化などが提唱されている。このうち釉薬と素地との熱膨脹差による圧縮釉は素地強度を10~15%向上させると言われているのでここでは圧縮釉による強化と素地について予備的な試験を試みた。

表1に示す5種類の坏土を、水分20~21%に調製し、真空成形機で15×15×150mmの大きさに押出成形した。成形した素地は自然乾燥後、熱風乾燥機で110℃乾燥し試験体とした。おのおのの熱膨脹係数は表1に示す。

### 2. 2 圧縮釉の調製

現在常滑、三河(高浜、刈谷市)地区で使用されている陶管用素地および釉薬の熱膨脹係数( $\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ )を調べた結果、常滑地区の陶管素地は $5.83 \sim 6.47 \times 10^{-6}$  (780℃)、三河地区では $5.13 \sim 5.58 \times 10^{-6}$  (780℃)であった。また釉薬は常滑地区 $6.86 \times 10^{-6}$  (780℃)、三河地区 $6.41 \times 10^{-6}$  (780℃)であった。このことから1050℃~1150℃の間で使用でき、かつ熱膨脹係数を素地よりも小さくするため圧縮釉を調製した。その割合を表2に、試験に用いた陶管釉の熱膨脹係数を表3に示す。

### 2. 3 衝撃強度の試験方法

成形、乾燥した試験体に釉薬を施し、立てた状態で試験体を保持して、電気炉で1050℃、1100℃、1150℃の各温度で焼成した。衝撃強度は島津製シャルピー衝撃試験機(容量30kg·cm)で試験した。

## 2. 試験方法

### 2. 1 試験体の調製

表1 素地の配合割合と熱膨脹係数

| 記号 | 名 称      | 配 合 率 (%)                     | 熱膨脹係数 $\times 10^{-6} (\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$ |
|----|----------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| A  | 常滑厚陶管坏土  | 頁岩粘土80, 木節はね土20               | 6.31 (20~780℃)                                                                    |
| B  |          | 常滑厚陶管坏土80, 赤シャモット20           | 6.23 (20~780℃)                                                                    |
| C  |          | 常滑厚陶管坏土80, 高炉水滓20             | 6.87 (20~780℃)                                                                    |
| D  | 三河粘土瓦用坏土 | 三河粘土55, 山土30<br>水ひ粘土10, 頁岩粘土5 | 5.31 (20~780℃)                                                                    |
| E  | 三河陶管用坏土  | 坏土D70, 木節粉15<br>赤シャモット15      | 5.67 (20~780℃)                                                                    |

表2 圧縮釉の調合割合 (単位: %)

| 記号 | 基 礎          |                     | 添 加    |     |    |
|----|--------------|---------------------|--------|-----|----|
|    | ベタライト (#200) | フリット (市販日本フェロー3921) | 炭酸バリウム | 亜鉛華 | 弁柄 |
| X  | 80           | 20                  | 6      | —   | 3  |
| Y  | 80           | 20                  | —      | 6   | 3  |

表3 陶管釉の熱膨張係数

| 記号 | 種 類          | 熱膨張係数 $\times 10^{-6}$ (cm・cm <sup>-1</sup> ・℃ <sup>-1</sup> ) |
|----|--------------|----------------------------------------------------------------|
| T  | 常滑で使用されているもの | 6.86 (20~780℃)                                                 |
| M  | 三河で使用されているもの | 6.41 (20~780℃)                                                 |
| X  | 圧 縮 釉        | 6.06 (20~620℃)                                                 |
| Y  | 〃            | 4.85 (20~820℃)                                                 |

曲げ強度は東洋ボウルドウィン製テンシロンUTM-I-500万能試験機で降下速度3mm/minで測定した。吸水率はJIS R1201の方法に準じて行なった。なお試験体の種類および施釉する釉の種類と量を表4に示す。

表4 試験体の種類および施釉する釉の種類と量 (単位: 釉/試験体 重量%)

| 試験体<br>釉の種類 | 試験体 |     |     |     |     | 記号 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|             | A   | B   | C   | D   | E   |    |
| 無釉          | —   | —   | —   | —   | —   | —  |
| T           | 3.4 | 4.4 | 3.8 | —   | —   | —  |
| M           | —   | —   | —   | 2.8 | 2.6 | —  |
| X           | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 3.4 | 2.8 | —  |
| Y           | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 4.6 | 4.4 | —  |

### 3. 試験結果と考察

#### 3.1 釉の厚さによる影響

釉の厚さによる衝撃強度への影響をみるために、常滑の陶管坯土Aに赤シヤモット20%加えたもの、高炉水滓20%加えたものを試験体B、Cとして、衝撃強度曲げ強度および吸水率を測定した。その結果を図1、図2、図3に示す。施釉量は素地に対する釉薬の重量(%)で現わした。

衝撃強度においては、焼結が同じ程度と考えられる吸水率6%前後の焼成温度で比較した場合(A坯土では1100℃, B, C坯土では1150℃), 素地の違いにかかわらず、施釉量が多くなるほど衝撃強度は向上する。

また曲げ強度においても、衝撃強度同様に施釉量が多くなるほど強度が増す傾向にある。

#### 3.2 素地組成の影響

常滑陶管坯土A坯土にシヤモットを加えたB坯土<sup>2)</sup>、高炉水滓を加えたC坯土など組成を変えた場合の衝撃強度変化、三河粘土のような鉱物組成が変わった場合の衝撃強度変化について調べた。その結果を図4(1)~(5)に示す。B坯土, C坯土については吸水率6%付近

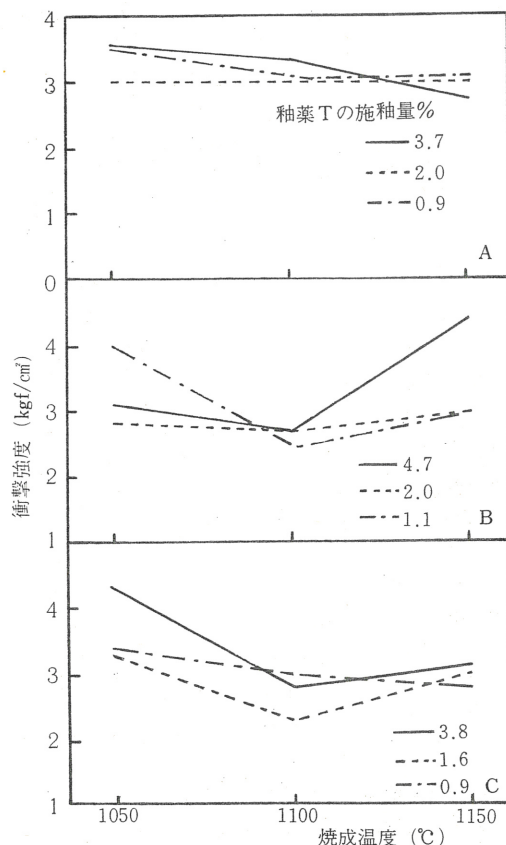


図1 釉の厚さと衝撃強度

で比較してみると、曲げ強度では20~30%減少するが衝撃強度ではわずかの向上が見られる。

三河粘土を主原料にしたD, E坯土でもシヤモット添加と同様かそれ以上、曲げ強度の低下と同時に衝撃強度の向上が見られる。

#### 3.3 焼成温度の影響

図4(1)~(5)が示すように、衝撃強度については、バラツキはあるが、温度によって衝撃強度はほとんど変化がないと言える。また曲げ強度については、すべての坯土が焼成温度の上昇にともない強度は増加する。

#### 3.4 圧縮釉の影響

試験体A~Eの坯土に従来から使われている陶管釉T, Mを施したもの、圧縮釉として熱膨張係数の低い釉X,

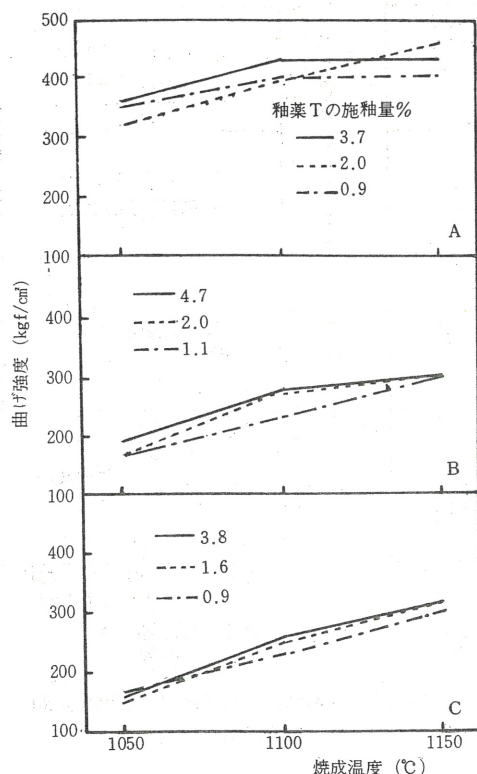


図2 釉の厚さと曲げ強度

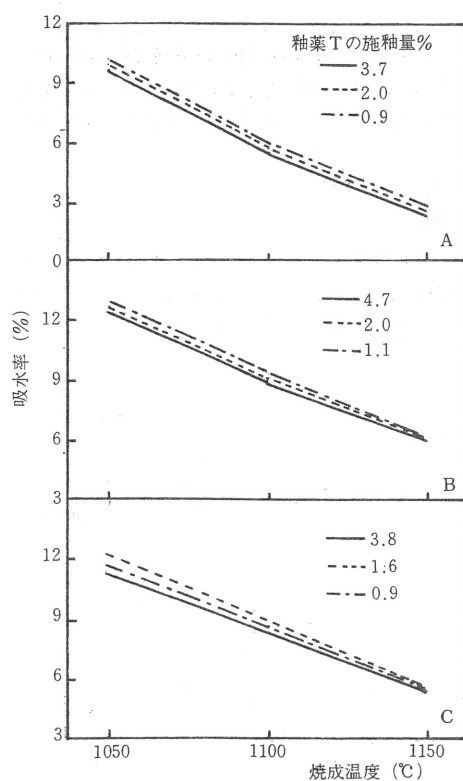


図3 釉の厚さと吸水率

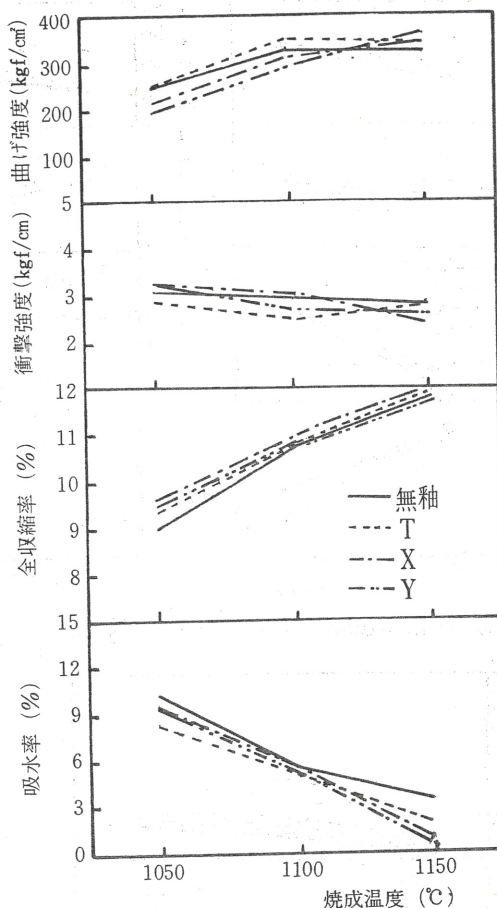


図4(1) A坯土に圧縮釉がおよぼす影響

Yを施したものについて比較した。その結果は図4(1)~(5)にみられるとおり、衝撃強度、曲げ強度とも圧縮釉の効果は現われなかった。これは陶管釉に対して圧縮釉の熱膨脹差が少なかったのか、施釉量に原因があるのか判別できなかった。

#### 4. まとめ

陶管素地の耐衝撃性の向上をはかるため、衝撃強度の向上に影響を与えと考えられる因子、すなわち釉の厚みによる効果、原料の組成鉱物の違いによる効果およびシヤモットの添加による組成粒度の違いによる効果について検討を加えた結果、施釉した陶管素地は釉の厚みが多いほど衝撃強度が向上する。原料については、頁岩粘土を主体とした常滑陶管坯土より、三河粘土を主体とした三河陶管坯土の方が衝撃強度においては優れている。またシヤモットの添加による効果については、曲げ強度は減少するが、逆に衝撃強度は大きくなった。

なお、焼成温度、圧縮釉については、その効果は顕

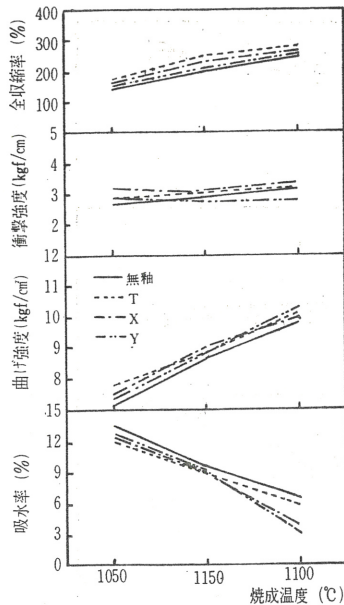


図4(2) B坯土に圧縮釉がおよぼす影響

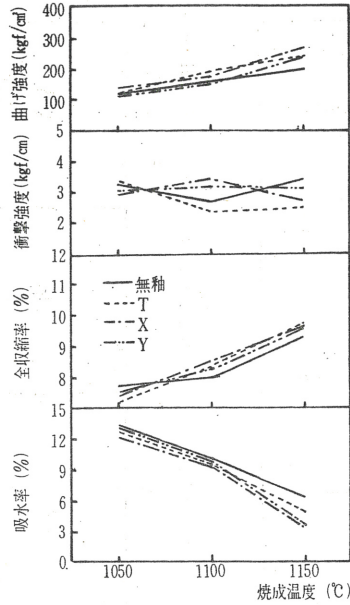


図4(3) C坯土に圧縮釉がおよぼす影響

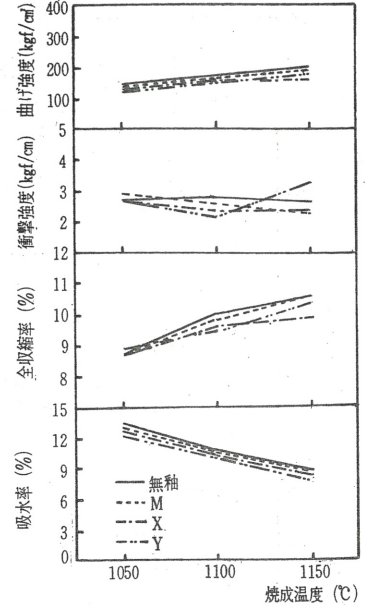


図4(4) D坯土に圧縮釉がおよぼす影響

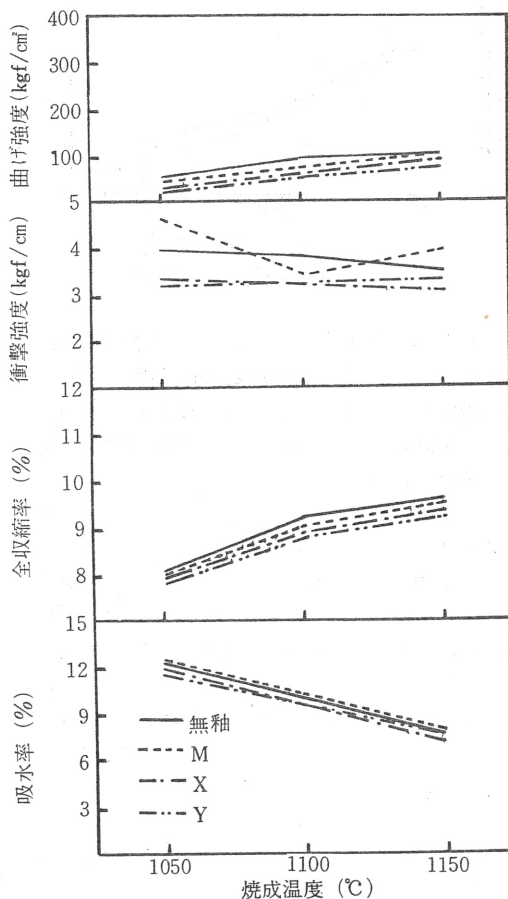


図4(5) E坯土に圧縮釉がおよぼす影響

著でなかった。また衝撃強度と曲げ強度との関係は曲げ強度が小さいほど衝撃強度の値が大きくなる傾向がある。

この試験では釉の粘度、施釉量、熱膨張係数の点で不十分な点があり、明確な結論が出せなかった。今後この試験結果をふまえて前記の点に留意し、圧縮釉の効果について検討したい。

#### 参考文献

- 1) 梅屋薫：セラミックス 9 [11] P37~41 (1974)
- 2) 鳥居高夫・伊藤征幸：愛知県常滑窯業技術センター報告 No.4 P11~18 (1976)