

大型陶管素地の開発

(陶管素地に成形水量が与える影響)

鳥居高夫* 永柳辰一* 伊藤征幸*

Development of Large Clay Pipe Ware
Effects of Varying Water Contents
on Clay Pipe Ware
by

Takao TORII Tatsuichi NAGAYANAGI and Tatsuyuki ITO

下水道の管きょに使用される厚陶管は、20～22%の含水量で押出成形されている。この成形する時の含水量、すなわち成形水量を16～18%に減少させて乾燥を容易にし、さらに作業性、能率、品質の向上をはかるため、試験体によってその効果、損失について調べた結果、次のようなことがわかった。

- 1). 成形水量を減らすことによって、成形直後に変形することなく容易に運搬できる。
- 2). 成形水量を減らすことによって、乾燥および焼成した時の収縮率と曲げ強さ、さらに吸水率の減少と、寸法精度、品質の向上が期待できる。
- 3). 成形水量を減らすことは、成形性が減少し、同じ量の杯土を成形するのに、機械の大型化、馬力増、素地における歪の発生等、不利な点もある。これらの条件を勘案して、最適な成形水量を定め、それに応じた機械設備を導入することが必要である。

1. ま え が き

都市下水道に使われる厚陶管の成形は、成形時における含水量によって、成形の難易、成形速度、成形直後の陶管素地の硬さ、陶管素地の乾燥および焼成収縮率、強さに多くの影響があると考えられる。

近年、陶管の長尺化、大型化が考えられ、試作されているが、それにともなって陶管の重量が増加し、長くなって、人手による運搬加工はできなくなり、生産性の面から考えても運搬の機械化が必要になってきている。さらにプラスチックジョイント等の普及が考えられ、ジョイント加工の必要性から、陶管の寸法精度、圧縮荷重強さの向上を要求されている、それと同時に運搬加工の機械化による変形を少なくし、長日月を要する乾燥を容易にするため、成形時の含水量を現在の20～22%から16～17%に減らすように努力しているが、それによって、どのような影響があるか、また効果や欠点について、テストピースにより調べてみたので報告する。

2. 実験方法

2.1 杯土の種類

- | | |
|-----------------------|-------|
| ① 常滑頁岩粘土単味 | ○印で表示 |
| ② 木節ハネ土単味 | ● " " |
| ③ ①. が80%, ②. が20%の杯土 | ◎ " " |
| ④ B社の陶管用杯土 | △ " " |
| ⑤ C社の陶管用杯土 | □ " " |

2.2 試験体の成形

試験体は、上記5試料について、真空押出成形機で30mmφ×180mmLの大きさに成形した、成形機の押出オーガーの回転速度は約28r.p.m.であるが、硬さによって押出速度、押出モーターの電流に相違があり、杯土3kgを押出すに要した時間と電流計の読みを測定した。成形水量は、従来の杯土に適した水量とされているものを軟とし、暫次水量を減らして、中、硬の三種類に成形し、成形直後に試験体の含水量を計り、それを成形水分とし、試験体全部の両面にノギスで長さ15cmの直線マークをつけ収縮の基準とした。

* 開発課

添 加 水 量 と 成 形 水 量

	硬 さ	坏土100に対する添加水量	成形した素地 100に 含まれている水量	硬度 (日 碍 製)
① 常滑頁岩粘土	軟	26	22.7	13.0
	中	24	21.0	14.0
	硬	22	19.5	15.0
② 木節ハ 社	軟	20	17.5	11.5
	中	18	16.2	13.5
	硬	16	15.1	15.2
③ 坏土 A	軟	24	21.0	13.2
	中	22	19.4	14.0
	硬	20	16.7	15.5
④ B 工場 坏土	軟	20	19.9	10.5
	中	18	18.5	12.5
	硬	16	17.0	14.0
⑤ C 工場 坏土	軟	20	19.8	12.5
	中	18	18.2	13.5
	硬	16	15.7	15.5

2.3 試験体の焼成

試験体は、各試料5本をとり、カンタル線電気炉で中段に一列に並べて、焼成温度の相違に注意した。同じ棚における温度差は、種類の異なつた試料を交互に並べて、種類別のバラツキに対処した。

焼成温度は1050℃で、昇温速度は、約500℃までは毎時30℃、500℃以上では、毎時100℃で、焼成温度に達してから1時間保持した。

2.4 試験項目

各原土、坏土の試験体を成形すると同時に、押出しモーターのアンメーターの読み、押出し時間を測定し所要電力を計算した。

成形された試験体からただちに、含水量、硬さ（日本碍子製）、針入圧力、ペツファコロン変形比を測定した。針入圧力は、試験体円柱の断面に経5mmφの針を速度30mm/minで20mm針入させた時の最大圧力を示している、ペツファコロン変形比は、試験体が硬く、可塑性値では表示できないので、変形比でもって表示した。試験体は経30mmφ、長さ40mmのものを用いた。

試験体からは、各々乾燥収縮、乾燥曲げ強さを自然乾燥後に測定し、その時の残存している水量も測定した。各温度に焼成した試験体についても焼成収縮、焼成曲げ強さ、吸水率を測定した。

3 実験結果と考察

3.1 硬さ

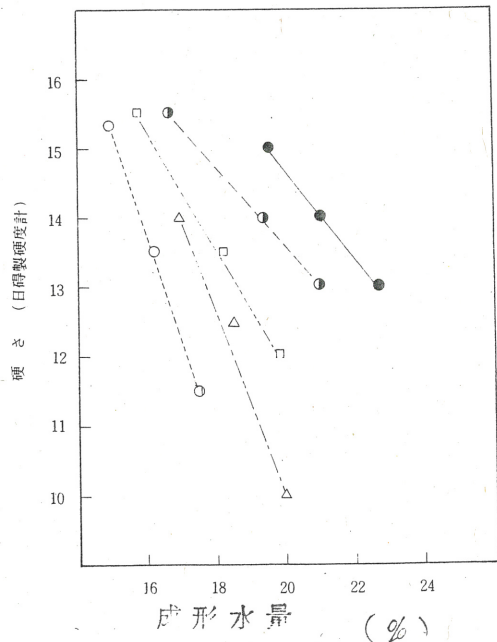


図1 成形水量と硬さ

日本碍子製、水分管理用の硬度計で硬さを比較してみると、図1のように各々の原土、坏土によって直線

8

の角度は異なるが、同一原料、坏土の場合は含水量に比例する。成形直後に測定を行なうので、この含水量を成形水量とすれば、成形水量に硬さは比例する。ただし、異なった原土、坏土ではこの関係は成りたない。

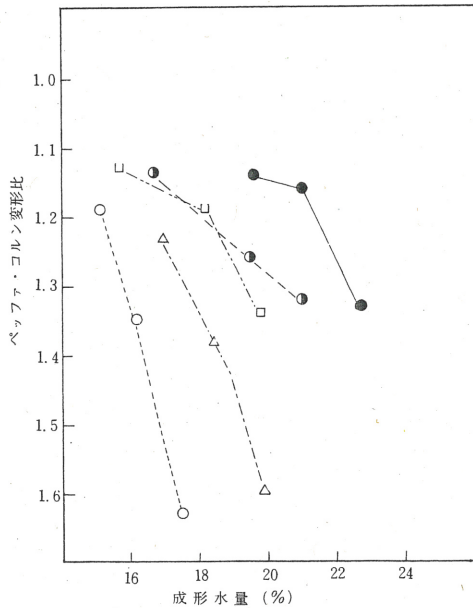


図2 成形水量とペッファコルン変形比

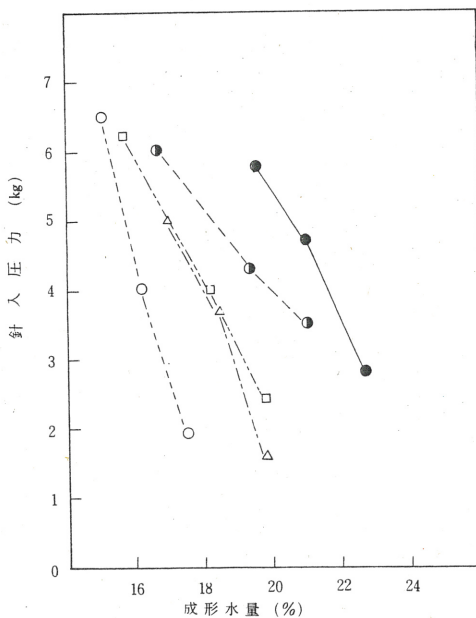


図3 成形水量と針入圧力

3.2 可塑性・成形性

ペッファコルン、針入度試験、いずれも可塑性を表わす方法として用いられているが、この押出成形法では、含水量が少ない部分での試験が多く、発表された測定方法では測定が困難である。可塑性あるいは成形性が成形水量によってどのように変るかを見るため、ペッファコルン法では成形水量に対する変形比を、針入法では機器の関係から速度30mm/minで20mm針入させた時に示した最大圧力を表示した。ペッファコルン変形比、針入圧力については、どのような解釈を下すべきかはまだデータ不足で結論づけられない。所要電力量については、空転でも一定の電力が必要でありある一定の硬さから上で急激に消費電力が増すと考えられるので、図4における所要電力量の少ない処は空転の場合と考えられ、成形性の変化とは解釈できない。これらの所要電力量は、押出成形の成形性と密接な関

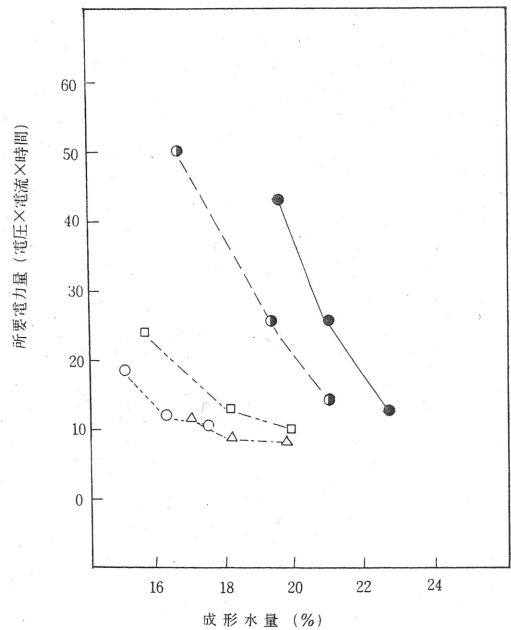


図4 成形水量と所要電力量

係があると考えられ、成形水を減らすことによって、成形性が急激に減少することが判る、この線のもつ傾きは、原料、坏土の種類によって成形する水量が異なり、同量の水を添加しても同様に成形性が増すとは限らないことを示している。

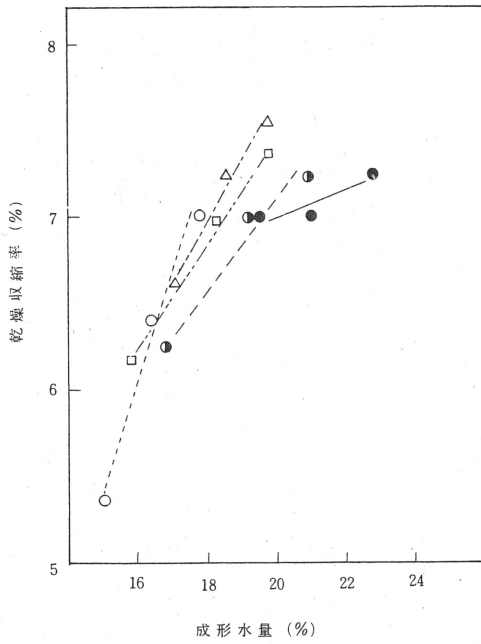


図5 成形水量と乾燥収縮率

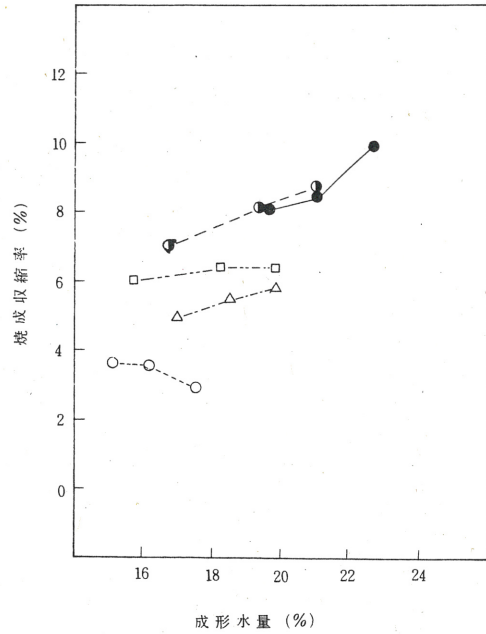


図7 成形水量と1050℃焼成における焼成収縮率

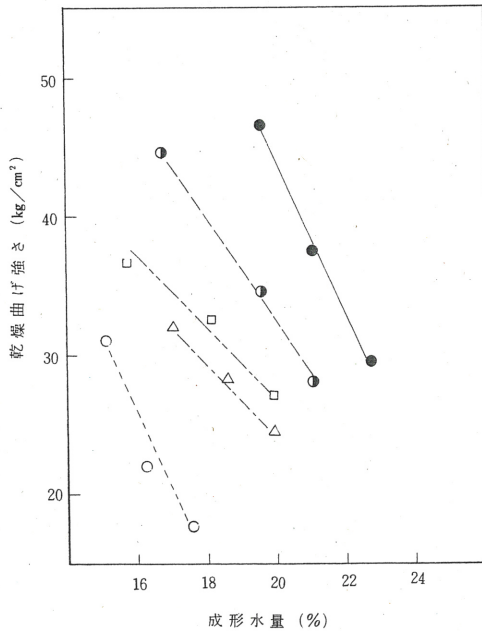


図6 成形水量と乾燥曲げ強さ

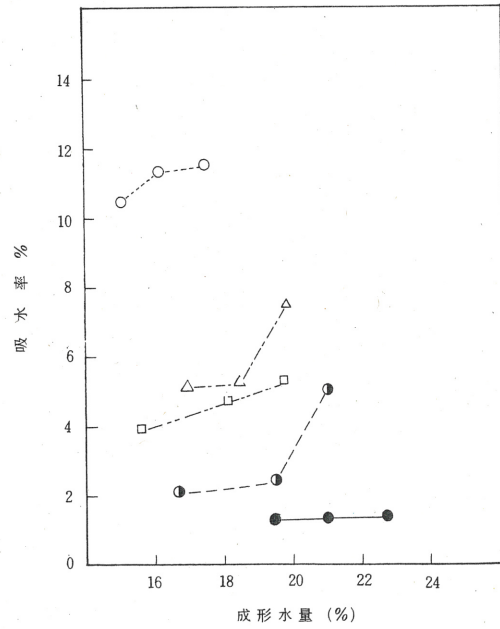


図8 成形水量と1050℃焼成における吸水率

3.3 乾燥性状

乾燥収縮は図5に示したとおり、成形水量が少ないもの程、収縮防止に対する効果が大きく、いずれも成形水量が少なくなるにつれて乾燥収縮は小さくなる。図6に示す乾燥の曲げ強さは、可塑性の表示にも使われるが、同一坯土では、成形水量が少なくなるにつれて乾燥強度が急激に増大することを示している。乾燥曲げ強さについては風乾物と強制乾燥物との間に差があり、この場合は風乾物について試験を行ない、試験時における残存水分を表示した。

3.4 焼成性状

乾燥における収縮は成形水量に応じて変化しているが、焼成収縮の場合は少なくなるものも、多くなるものもある。乾燥の場合より影響は少ないようである。

焼成曲げ強さは陶管の圧縮荷重強さに比例すると考えられているが、その焼成曲げ強さについても図7に

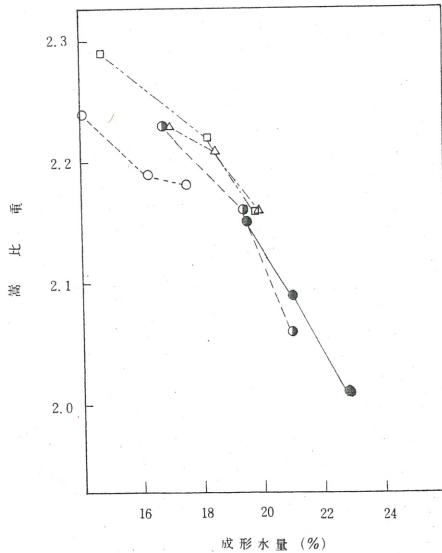


図9 成形水量と嵩比重

示すように、多少の差はあるが、成形水量が少なくなるに従って強さを増す。これは図9のように嵩比重が大きくなることから、粘土粒子の間隔が少なくなり、焼結反応を助けるため、焼成温度を高くしたと同じ効果があると考えられる。図8の坯土の種類による吸水率の差は、坯土自身の耐火度の差違がもたらしたものといえる。

4. まとめ 3.

陶管を成形するときの含水量，すなわち成形水量を減らすことは、次のようなさまざまな効果あるいは損失をもたらす、この点を十分に把握して最も効果が上る様に改善することが望ましい。

4.1 成形水量を減らすことによって、成形直後に変形することなく容易に運搬できる。これは製造工程の自動化を容易にし、人手難の解消、コストダウンが期待できる。

4.2 成形水量を減らすことは、乾燥および焼成時の収縮量を少なくする。これは製品の寸法精度の向上につながり、焼成曲げ強度の増加は、陶管の圧縮荷重強さの増加、吸水率の減少に効果をあげ、製品品質の向上が期待できる。

4.3 陶管の製造工程中、一番ネックになっているのは陶管素地の乾燥である。素地によっては温度、さらには湿度の調整を行なって迅速に乾燥している。このような方法では、初めの含水量の減少は乾燥速度の短縮と乾燥における不良品の発生を防ぐ効果は著しい。

4.4 坯土の種類によっては、成形水をわずかに減らすことによって、成形性が失われ、急激な製管機の馬力増、あるいは変形を起こすおそれがある。

製品品質の向上，作業性，能率の向上に与える効果と、要求される馬力増，機械の大型化による損失とのバランスが必要である。

5. 文 献

1. 素木洋一，セラミック外論 (1962)，窯業協会