

建設汚泥の有効利用に関する研究（４）

名城大学理工学部土木工学科 学生 ○ 加藤典子
 名城大学理工学部土木工学科 学生 柘植明子
 名城大学理工学部土木工学科 学生 山下尚美
 名城大学理工学部土木工学科 正会員 深谷 実

1. はじめに 現在、建設汚泥のリサイクル率は非常に低く、その多くは埋立処分がなされているため、環境への影響も問題となってきた。建設汚泥に含まれる砂利、砂、シルト・粘土の分級回収を行うプラントはその技術的問題も多く、現在開発の途中にあると言える。この建設汚泥の有効利用において最も問題となっているものは、砂利、砂を分級した後に残される脱水残渣物としてのシルト・粘土の有効な利用方法であると言え、この有価物化の実現の可否が、逆に分級プラント自体の開発計画に対して、技術的ならびに経済性の面からも、大きく影響しているものと判断される。この脱水残渣物は、現状ではほぼ 100%埋立処分する以外に、利用性はないものとされている。先に我々是有効利用の一つとして、この脱水残渣物を 50%程度混合させたものを窯業原料とした、レンガ製品の製作とその品質についての検討を行い報告した。今回はこの脱水残渣物の更なる利用範囲拡大のために、脱水残渣物のみによる窯業原料としての可能性について、レンガ製品を対象とした一連の検討を行い、新たな知見を得たので報告する。

2. 研究方法 名古屋市内を中心とする建設現場から集められた建設汚泥を中間処理するプラントにおいて、汚泥に含まれている砂利、砂等を分級選別した後に残された脱水残渣物を試料として用いた。この脱水残渣物のみを窯業原料とした場合の、窯業製品に対する特性を知るため、まず脱水残渣物の土としての性状を調べるとともに、研究の対象とする製品をレンガとし、この作成に真空土練機を用いて押し出し成形を行った。この成形時の手法、成形されたレンガの乾燥特性、有効焼成温度、有効焼成時間、製品強度、吸水特性、収縮特性等について検討した。これらの結果を総合的に判断して、脱水残渣物を 100%用いた窯業原料の特性とその使用可能範囲、ならびに経済性についても検討を行った。

3. 結果および考察 実験に用いた脱水残渣物の平均的な粒度分布は図-1に示すとおりである。最大粒径 1 mm、砂の含有率 15%、同じくシルト 55%、粘土 30%であった。一般的なレンガ原土と比較すると砂の含有率は少なく、逆にシルト、粘土の割合は高くなっているため、粘性の点では、脱水残渣物が高い値を示している。これら脱水残渣物の粒度分布の特性は、多少の日変化は認められるもののほぼ安定したものであった。すなわち建設汚泥中間処理場の脱水残渣物の性状は、建設汚泥の発生位置により変化するが、中間処理場内の受入ピットが大きく、これによる混合作用と、分級後の泥分のみを中心とする残渣物であることから、ほぼ同様の性状を示すことが分かった。次に、脱水残渣物を 100%用いレンガの成形を試みた。レンガ成形には原料となる脱水残渣物中の塊を粉碎するため混練機による練り混ぜを十分行った後、真空土練機にこれを投入して、レンガの押し出し成形を行った。その最適成形条件は、原料投入量 20kg/min、原料含水比 30%強、押出速度は 60cm/min であった。これらの値は、脱水残渣物の日変化に対してほぼ同様の値となり、脱水残渣物を 100%用いた窯業原料に対

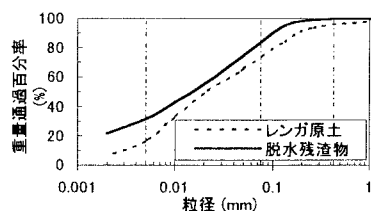


図-1 脱水残渣物とレンガ原土の粒度特性

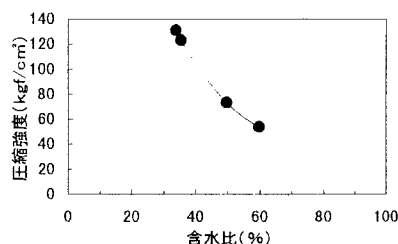


図-2 試験レンガの成形時の含水比と圧縮強度との関係

する最適成形条件はこれらの値と考えられる。さらに、成形されたレンガを段階的に乾燥条件を変えて、試験焼成を行ったところ、レンガの焼成時点において水分の残留による、ひび割れを生じさせない乾燥条件と時間は、自然乾燥で平均 10 日間、続いて 65℃ の乾燥炉で 7 日間、さらに 110℃ の炉中に 7 日間において乾燥させ、その後に 150℃ で 3 日間、総乾燥日数 27 日のものであった。これが乾燥に必要な最少日数に近い値であると考えられる。次に、試作レンガの成形時の含水比と、その圧縮強度の関係は図-2 に示すように、成形時の含水比が 30% で圧縮強度は 130kgf/cm²、同じく 40% で 100kgf/cm² に、60% で 54kgf/cm² であった。含水比が 30% より数% 低い原料および 80% 以上のものは、レンガの成形自体が不可能であった。したがって成形時の含水比は強度の点から 30% 強の値が最適である。焼成温度と圧縮強度との関係は図-3 に示すように、乾燥時の温度 150℃ では圧縮強度は 69kgf/cm² であり、600℃ で 6 時間の焼成では 95kgf/cm²、同じく 800℃ では 130kgf/cm²、900℃ では 129kgf/cm² となるが、1100℃ まで焼成温度を上げると、レンガ表面に亀裂が生じるため極端に低い 20kgf/cm² という値を示した。ここにおける 150℃ のレンガは、水に浸した場合崩壊してしまうことから、未焼結の天日干しレンガと判断され、製品性はないものと言える。よって、この原料に対するレンガの焼成温度は 800℃ 程度が有効と判断された。次に、焼成温度を 800℃ とした場合の焼成時間と圧縮強度の関係を図-4 に示した。この図から焼成時間が、4 時間から 12 時間に至るに、したがって圧縮強度は増加する傾向を示し、4 時間で 125kgf/cm²、12 時間で 150kgf/cm² (JIS R1250 普通レンガ 2 種に相当) であった。最適焼成時間としては、これにかかるエネルギーに関係する経済性と、必要レンガ強度との対応により決定することとなる。試作レンガの吸水率については、表-1 に示すように焼成温度 600℃ で 22.3%、800℃ で 21.2%、1100℃ で 10.2% であった。最適焼成温度と考えられる 800℃ の吸水率は JIS 規格 (15%) よりも大きいことが分かった。さらに、焼成温度の違いによる収縮率の変化を表-2 に示した。成形時から焼成完了までの全収縮率は 600℃ で 17.1%、800℃ では 18.5%、1100℃ では 24.5% の収縮を生じた。この値を比較してみると 800℃ までは小さな値であり、1100℃ では極端に大きくなっている。このことから、原料の完全な焼結は約 1000℃ 以上で生じることが分かる。

4. 結論 建設汚泥のリサイクル率を向上させるためには、分級後の脱水残渣物を、そのまま窯業原料として 100% 用いることが望ましく、この原料によるレンガの成形、焼成、強度等について一連の検討を行った。その結果、真空土練機を用いたレンガ製品の成形は十分に可能であり、焼成前の乾燥においても特に問題はなかった。焼成条件についてはその焼成温度を 800℃ 程度とすることが、強度ならびに焼結収縮によるひび割れの点からも、最も適当と判断された。焼成時間については 4 時間程度とすることが、強度と経済性の点から妥当と思われる。この条件によって製作されたレンガは、その圧縮強度 125kgf/cm²、吸水率 21%、収縮率 17% 程度の、各特性値を示すことが分かった。これらの値はレンガの JIS 規格に適合しないが、このように脱水残渣物のレンガ原料としての利用は、技術的に可能であることが明らかとなった。また、従来行われてきた脱水残渣物の処分費との対応においてコストダウンが考えられ、独自の市場性があるものと判断されるが、今後は、量産体制と流通方法等の検討が必要と考えられる。

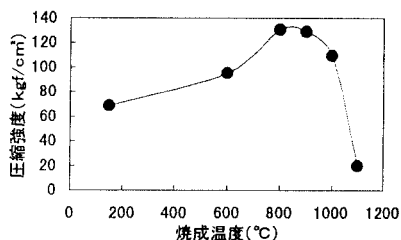


図-3 試験レンガの焼成温度と圧縮強度の関係

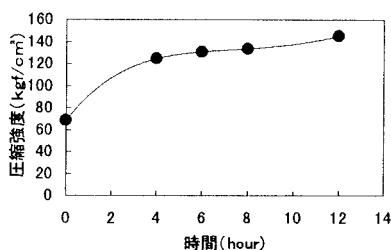


図-4 試験レンガの焼成時間と圧縮強度の関係

表-1 焼成温度と吸水率

焼成温度 (°C)	600	800	1100
吸水率 (%)	22.3	21.2	10.2

表-2 焼成温度と収縮率

焼成温度 (°C)	600	800	1100
乾燥収縮率 (%)	15.7	15.7	15.7
焼成収縮率 (%)	1.41	2.80	10.7
収縮率 (%)	17.1	17.3	24.5