

1. はじめに

千葉県南部房総地方で産する山砂は、関東地方のコンクリート用細骨材として大量に用いられてきた。砂山から採取した原砂は、水洗いしてシルト分以下の微細粒子土を除去している。この微細粒子土を沈殿槽で凝集したものをケーキと称している。ケーキは高含水比では泥状であり、乾燥すると塊状となるなど、その取り扱いに苦慮する産業廃棄物である。そのためその有効な処分法又は利用法が求められている。

本研究はケーキを用いた無焼成高圧圧縮煉瓦の作成を目的としたもので、ケーキをベースに早強セメント・山砂・水及び成形圧縮荷重の計4要因の組み合わせを変えて作成した供試体の圧縮強度を測定し、各要因の強度に対する影響傾向を検討した。

2. 実験方法

2.1 材料

実験に使用した山砂の粒度分布は均等係数 $U_c=D_{60}/D_{10}$ $0.42\text{ mm}/0.14\text{ mm}=3.0$ と、粒径のそろった均一な砂である。ケーキはこの山砂を水洗いして除去した、粒径 0.074 mm 以下の微細粒子を凝集したものである。また、早強セメントは一般に販売されている早強ポルトランドセメントを、水は水道水を使用した。

2.2 材料の配合比率

主材料ケーキ湿土重量 1.35 kg (含水比 $=35\%$ 、乾燥重量 1.00 kg)の乾燥重量・含水比を基準とし、山砂はケーキ乾燥重量に対して重量が 40 、 75 、 110% 、セメント量はケーキと山砂の乾燥重量に対して 10 、 15 、 20% となるように配合した。また含水比はケーキ、山砂、セメントの合計乾燥重量に対する比から求め、実験水準(含水比 25 、 30 、 35%)となる添加水分量を計算して配合した。成形圧縮荷重は(20 、 40 、 60 MN/m^2)の3水準とした。4要因の3水準の値を表-1に示す。これらの4要因3水準を組み合わせる実験を行なうにあたり、実験計画法 L_9 を適用した。実験計画法を使用することにより、少ない実験回数(L_9 時は全9回の実験)によりその結果を統計処理することにより、要因ごとの主効果グラフを得て、影響傾向や寄与率を計算することが可能となる。

表-1 要因別水準

水準	1	2	3
セメント(%)	10	15	20
含水比(%)	25	30	35
荷重(MN/m^2)	20	40	60
山砂(%)	40	75	110

2.3 供試体作成方法

実験計画法による配合に従い、3材料を20ソイルミキサーに投入し、 20 rpm の回転速度で3分間混合・攪拌する。次にCBR試験用モールド中に角パイプ($100 \times 40\text{ mm}$ $h=175\text{ mm}$)二本を縦に立て、空隙にモルタルを投入して固定したその角パイプ型枠中に試料を投入した。そして載荷板を介して圧縮試験機により成型圧縮荷重を加え、成型後に試料抜き取り器で押し出した。上述の手順で同一条件の供試体を2個ずつ作成した。一週間の空中養生を終えた供試体を圧縮試験機にセットし、一軸圧縮強度 q_u を測定した。

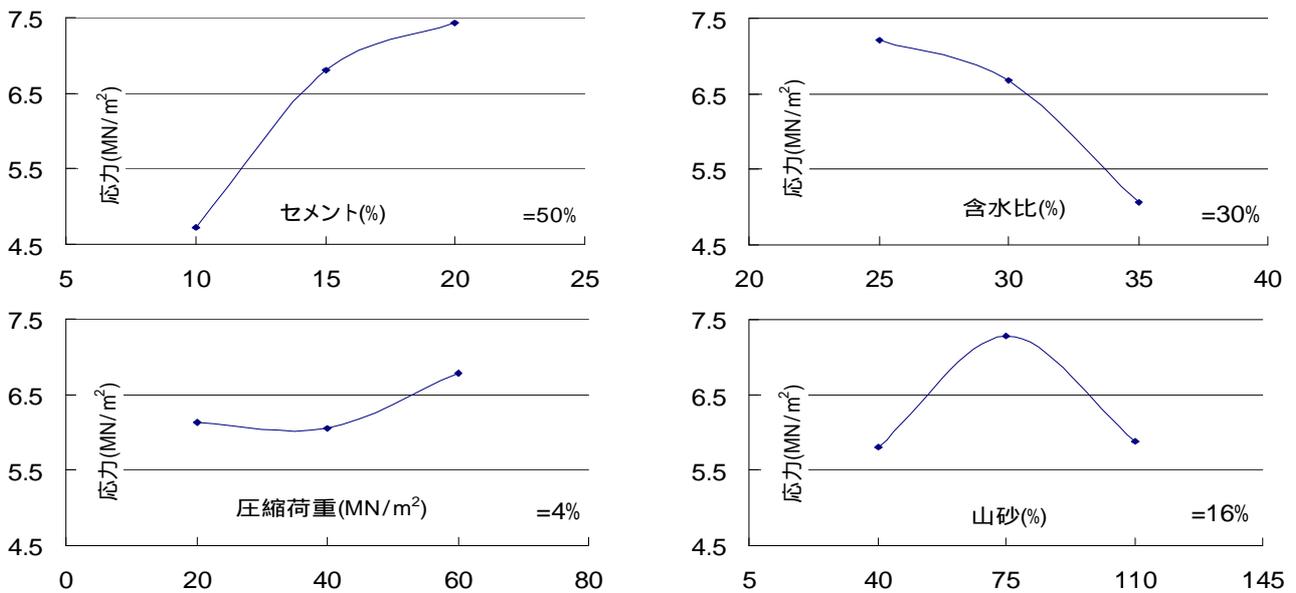


図-1 要因別圧縮強度

3. 実験結果

各要因ごとにその水準値と q_u との関係を図-1に示す。図-1から以下のようなことが分かる。

セメントを乾土重量比で10%~20%添加した結果、 q_u は4.7から7.4MN/m²へ急増した。寄与率は50%と4要因の中で最も大きな寄与率であり、セメント量が無焼成煉瓦の強度を大きく影響することが示された。グラフの傾きから15%程度のセメント添加量が、強度発現に有利と言える。

含水比は25~35%と増加すると q_u は7.2~5.0MN/m²と急減した。寄与率は30%と2番目に大きく、含水比が過大であると強度低下すると言える。混合・攪拌と硬化に影響のない範囲の水/セメント比でなるべく低含水比状態であることが望ましいと言える。

成型荷重は20~60MN/m²と増加しても q_u は6.1~6.8MN/m²と微小に変化した。寄与率は4%と低く、統計上の有意差はないので、実験結果に対する影響力は無いと言える。20MN/m²以上に荷重を増やしても q_u 増加は小さいので、今回の荷重範囲内の最小値でも6.0MN/m²程度の強度が得られることが分かった。

山砂はケーキの乾燥重量に対し40~75~110%と増加させたとき、 q_u は5.8~7.3~5.9MN/m²と2次関数的にピークを示すように変化した。75%時の圧縮強度が最も大きく、110%で圧縮強度は低下した。(ケーキ+山砂)重量に対してセメント量が少なすぎた結果と考えられる。また山砂量の寄与率は16%とセメント・山砂に比べ低い q_u に対する影響度合いは無視できない。

4. 結論

セメント量が煉瓦の強度に最も影響を与える。15%程度の添加量が強度発現に有利である。

含水比は水/セメント比に影響が出ない範囲で、低いほうが好ましい。

成型荷重は20MN/m²程度以上加えても強度発現の伸びは小さい。

山砂の添加量はケーキの乾燥重量に対して75%が最も強度が得られた。

以上から、ケーキをベースとした無焼成高圧圧縮煉瓦は、4要因とも今回得られた図-1のグラフを参考に、花壇・縁石など、強度をさほど必要としない条件での使用に用いればよいと結論される。

参考文献：

- 1) 土質工学会編：「日本の特殊土」(社)土質工学会,1974.8
- 2) 田口玄一著：「実験計画法」,丸善株式会社,1962.5