

サンドマスチックの荷重伝達における温度特性

東洋建設(株) 正会員 ○山崎 智弘
東洋建設(株) 正会員 澤田 豊

1. 目的

サンドマスチックは瀝青材のひとつであり、矢板またはケーソンの目地部や、鉛直壁と底面に敷設された遮水シートなどの異材質間の遮水材として主に管理型処分場で使用されている。その特徴として難透水性と変形追随性が挙げられる。変形追随性については、地震等によりサンドマスチックの下部または側部に発生した間隙に自重にて変形し自己充填して遮水機能を保持することが可能である^{1,2)}。この変形挙動は、比較的高温な環境条件下や、サンドマスチック上部に荷重が作用している場合はより効果的となる。サンドマスチックは20℃程度では固体に近い性状であるが、100℃程度以上では粘性流体の性状となり、温度によって流動性などの物性が変化する材料である。そのためサンドマスチックをひとつの土質材としてみなす場合、上部に作用する荷重が側面構造物に側圧として伝達する特性は一義的には定義できず、明確となっていない。

本研究では、材料特性が温度や作用する荷重に依存する³⁾ サンドマスチックを対象に、環境温度中の比較的高温域における荷重伝達特性について載荷試験を実施し、疑似的な土圧係数を把握した。

2. 方法

サンドマスチック供試体の配合は、ストレートアスファルト（針入度 60-80）：石灰石粉＝2:3（重量比）とし、140～150℃で十分練り混ぜた状態でアルミ製容器（L=120mm, B=150mm, H=13mm）に投入した。試験温度は20, 25, 30℃の3条件としサーモスタットにより調節した。試験は水槽内に水浴させたサンドマスチック供試体上面に載荷プレートを設置し、試験温度に馴染ませた後に実施した。四方を拘束した状態でペロフラムシリンダーにより荷重Pを5, 10, 25, 50kN/m²の順に載荷し、供試体側面に設置した荷重計（CLA-200KNA, (株)東京測器研究所製）により側圧Tを測定した（写真-1および写真-2 参照）。測定は各温度および荷重において4回ずつ実施し、同一供試体を繰り返し使用した。

ここに、サンドマスチックの標準配合はストレートアスファルト：石灰石粉：砂＝2:3:5であるが、最大の土圧係数を把握することを目的に砂を含まない配合を採用した。またサンドマスチックの自重および水槽側面との付着抵抗が側圧Tへ及ぼす影響を軽減するため、供試体高さは薄層とした。

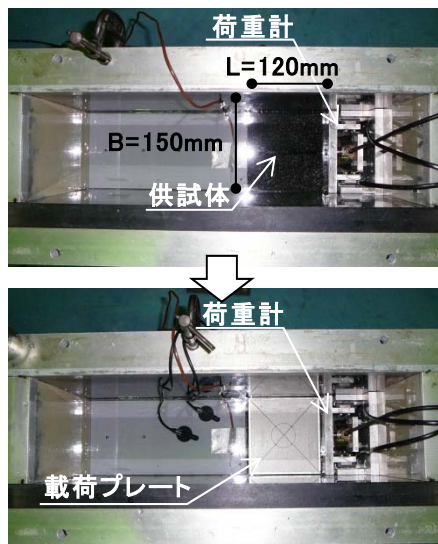


写真-1 載荷試験状況（上面）

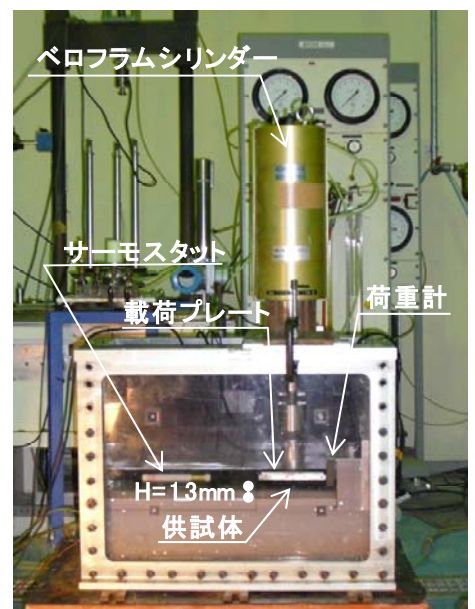


写真-2 載荷試験状況（側面）

3. 結果

荷重計にて測定された側圧Tと温度の関係を図-1に示す。荷重P=50kN/m²では温度上昇とともに側圧Tは増大する傾向が確認でき、荷重P=25kN/m²においても25℃から30℃にかけて側圧Tが増大した。また荷重P=5, 10kN/m²および温度20℃の条件下での測定値は比較的不バラツキが大きかった。

キーワード サンドマスチック, 載荷試験, 土圧係数, 温度, 上載荷重

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1-17-13 東洋建設(株)名古屋支店土木部 TEL 052-221-7303

4. 考察

ベロフラムシリンダーにより載荷した荷重 P ($=5, 10, 25, 50\text{kN/m}^2$) にサンドマスチックの水中重量 γ ($=10.2\text{kN/m}^3$) を考慮した供試体層厚内の平均鉛直荷重 F を式(1)で算出し、平均鉛直荷重 F に対する側圧 T の比を疑似土圧係数 K ($=T/F$) と定義する。

$$F = P + \gamma H / 2 \quad \cdots (1)$$

疑似土圧係数 K と温度の関係を図-2 に示す。サンドマスチックの疑似土圧係数 K は約 0.75 以上であり、砂礫材と比較して非常に大きい。測定値のバラツキが小さく信頼性の高い荷重 $P=25, 50\text{kN/m}^2$ の結果では、温度上昇とともに 1.0 に近づく傾向が確認できた。サンドマスチックは低温ほど硬く強度が強い。逆に高温になるに伴い柔らかくなり強度低下する特性を有している³⁾。温度上昇に伴う疑似土圧係数 K の増大は、このような強度特性を反映し、固体（異方性）から流体（等方性）に近い特性になることを示唆している。

本試験では砂を含有していない供試体にて試験を実施した。砂を含んだ標準配合のサンドマスチックの強度は、砂を含まない配合より強い⁴⁾。標準配合のサンドマスチックの疑似土圧係数 K は、同様に強度特性を反映し、図-2 に示す値より小さくなることが推察でき、その値の把握は今後の課題である。

荷重 $P=5, 10\text{kN/m}^2$ でのバラツキが他条件と比較して大きな理由は、サンドマスチック供試体と水槽側壁との付着抵抗力の荷重 P に対する割合が相対的に大きく、試験ごとに付着抵抗力が微細に異なった影響がバラツキに反映されたためと考えられる。温度 20°C でのバラツキは、載荷プレートの傾きが要因と考えられる。すなわち 20°C 条件下では供試体が比較的硬いため、供試体上面のわずかな不陸に起因した載荷プレートの傾きにより、例えば供試体の荷重計側が高い場合、荷重 P の一部が側面の荷重計に直接作用した可能性がある。しかし 20°C においても 25°C や 30°C と同様に概ね大きな疑似土圧係数 K となることが確認できた。

5. まとめ

目地部や異材質間の遮水材として使用されているサンドマスチックの側面への応力伝達特性を把握するため室内載荷試験を実施した結果、サンドマスチックの疑似土圧係数 K は砂礫材と比較して大きく、また温度上昇に伴い流体のような等方性の物性となることが確認できた。

参考文献

- 1) 中野浩, 伊坂健二, 伊藤隆彦, 和木多克, 野々田充: 軟弱な捨石マウンド上に水中打設されたアスファルトマスチック層の変形追従・遮水性に関する実験的検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集第7部, 58, pp.289-290, 2003.
- 2) 星野太, 和木多克, 中野浩, 伊藤隆彦, 野々田充: アスファルトマスチックの変形追従性の実験的検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集第7部, 58, pp.313-314, 2003.
- 3) 山崎智弘, 澤田豊, 横井敦: サンドマスチックの温度および載荷速度に対する強度特性試験, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.67, No.2, pp.I_406-I_410, 2011.
- 4) 山崎智弘, 横井敦, 澤田豊: アスファルト混合物の温度および変位速度に対する強度特性試験, 海洋開発論文集, Vol.26, pp.1029-1034, 2010.

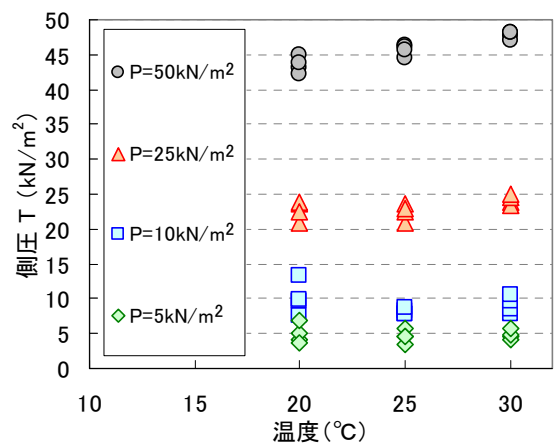


図-1 側圧 T と温度の関係

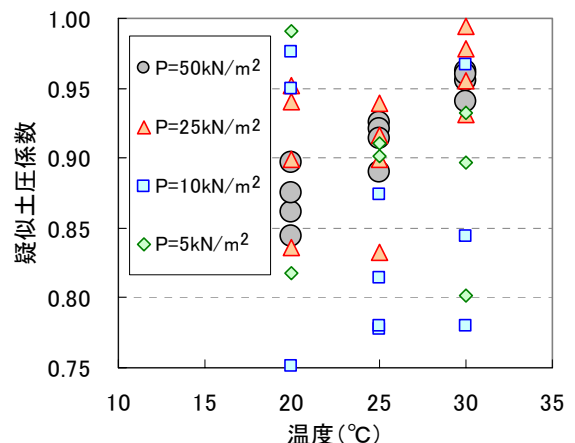


図-2 疑似土圧係数 K と温度の関係