

低摩擦材を用いた地中ボックスカルバートの耐震性に関する研究（その3） — 実施工環境下での低摩擦材の摺動性に関する実験的研究 —

東京電力（株） 正会員 佐藤 博
前田建設工業（株）正会員 大川 尚哉、宮澤 昌弘、大嶋 義隆

1. はじめに

筆者達は、地震時に地中RC構造物に作用する主要外力である上載土からのせん断土圧を、上床版と上載土の間に敷設した低摩擦材で低減させる耐震性向上工法の研究を行っている¹⁾。本文では、シート状の低摩擦材（低摩擦シートと呼ぶ）の実施工レベルの諸条件（規模、荷重、形状、環境）下での摺動特性に関する実験結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 実験条件および使用材料

対象とする実地中構造物の条件を表1に示す。

実験材料には、高い摺動性を有し、かつ長期安定性に優れた表2を選定した。シート厚さは実施工における施工性を考慮し、1mm×2枚重ね（図1a）を基本としたが、テフロンは経済性も考慮し、図1bに示すフィルムのサンドイッチ方式も採用した。

(2) 実験方法

以下に示すA～C3方式の室内実験を行った。A、Bは低摩擦材の適性評価・選定のための基本実験、Cは選定した材料に対する詳細試験として位置付けられる。実験Bは実験Cを簡素化したものである。（図3、表1参照）

・ **実験A**；通常の土質試験用の一面せん断試験機を適用した小規模実験である。

・ **実験B**；実施工と同様に現場打ちしたRCスラブを用いた。このスラブは表面の不陸状況の異なる「平滑タイプ」と「不陸タイプ」の2種を作成した（図2）。「不陸タイプ」の表面は、既設地中ボックスカルバートの実測結果を基に不陸を再現して作成したものである。ただし、実験Bでは平滑タイプのみを適用している。

このRCスラブ上に低摩擦シート1枚を直置きし、その上に低摩擦シートを固定した一辺70cmの木板を滑動体として載せた。滑動体への鉛直荷重は铸铁ブロック、水平荷重は油圧ジャッキにより載荷した。

・ **実験C**；当実験では実規模の滑動体を用いた。これは平面寸法 2.3m×0.9m の箱状に加工した低摩擦シートの四辺をH鋼枠で固定し、内部に豊浦砂を詰めたものである。滑動体の水平方向せん断は 16 cm 振幅の繰返し載荷で行った。（変位速度=100～200mm/min）

3. 実験結果と考察

表1 実構造物の条件および実験条件

項目	主な実施工条件	実験方法と条件		
		A 一面せん断	B 簡易実験	C 実規模実験
規模	床版幅；B≥2m	×	△	○
荷重	上載荷重；P=3～15 t/m ²	○	○	○
形状	現場打ちRC床版上に直置き	×	○	○
	一般的仕上げの表面不陸有り	×	×	○
環境	地下水の有無、変動に対応	×	○	○

○：実験で評価する
△：充分ではないが評価する
×：実験で評価しない（対象外）

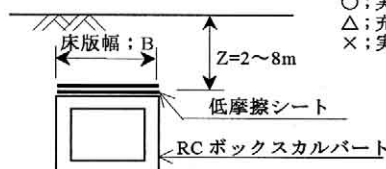


表2 低摩擦シート実験材料

材料名称	一般記号	動摩擦係数*1
ポリプロピレン	PP	0.1～0.2
高分子量ポリエチレン	HMW-PE	0.1～0.12
フッ素樹脂（テフロン）	PTFE	0.04～0.1

*1；カタログ値（試験法；JIS-K7125等）

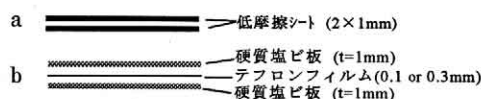


図1 低摩擦シート仕様

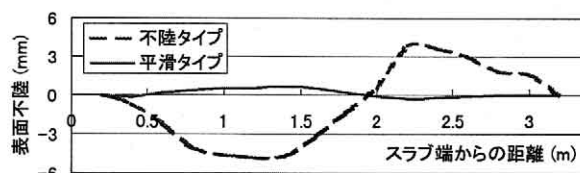


図2 RCスラブの表面不陸

key words ボックスカルバート、地震時せん断土圧、低摩擦材、摩擦係数、実規模実験

230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1 東京電力(株)電力技術研究所土木 Gr TEL045-613-3365 FAX045-613-3399

図4にA～C各実験で得られたシートの動摩擦係数； μ ～上載荷重； σ_v 関係を示す。

(1) 実験手法による摩擦特性の変動

摩擦特性は実験規模や方式により大きく変動する。大規模な実験B、Cで得られた摩擦係数値は、一面せん断試験(A)結果やカタログ値に比べてかなり大きい。なお、テフロン、HMW-PE 共に実験Bと実験Cの測定結果 (μ ～ σ_v 曲線) には良好な連続性が見られた。これより、実験Bは実規模実験(C)の代用実験になりうると判断される。

(2) 摩擦係数； μ ～上載荷重； σ_v 関係

PP、HMW-PE の摩擦係数は上載荷重に伴い若干増加傾向が見られるが、テフロンでは逆に漸減傾向を示した後、 $\sigma_v \geq 5 \text{ tf/m}^2$ で $\mu=0.1$ 程度の小さな値に収束する。

(3) 相手材料と摩擦特性との関係

簡易実験におけるPP、HMW-PE のシート同士の摩擦抵抗は、粗面材料であるRCスラブとの摩擦よりも大きな値を示した。これは、シート界面およびその間に存在する水分子(水蒸気)を介したファンデルワールスカ・水素結合により、シート同士の接着現象が発生しているためと推定される。

(4) 低摩擦材への適性

PP、HMW-PE の実施工条件下での摩擦係数は0.4以上であり、低摩擦材として機能しない。テフロンは対象とする上載荷重の範囲の摩擦係数が $\mu \leq 0.12$ 程度と充分小さな値である。かつ、水浸の有無、スラブ表面の不陸、材料の仕様等の実験条件にもほとんど影響を受けず、摩擦係数は上載荷重に対してほぼ一意的関係を示す。よって、テフロンは環境の変動に関わらず安定した低摩擦性を発揮する優れた摺動材料と評価できる。表面エネルギーが極めて低いため剥離性の高いテフロンは、他材料とは異なり接着現象が発生しにくいいため、シート同士でも優れた摺動性を発揮すると考えられる。

また、図1bのサンドイッチ構造でも、テフロン単体と同様の摺動性が得られた。なお実験B、Cでの繰返しせん断に対して、テフロンフィルムはほとんど破損しなかった。また、破れたフィルムを使用した場合も摩擦係数に影響はなかった。

4. まとめ

- ・シートの摩擦係数は実験条件により変動する。したがって、カタログ値や小規模実験から実施工における摺動性を評価することは困難であり、実施工に準じた規模、条件の実験で摩擦特性を評価する必要がある。
- ・一般に摺動性に優れるとされているシート材料であっても、重ねた同種シート間においては低摩擦性を発揮できないものがある。これは、シート界面での接着現象がシート同士の摩擦に影響していると推定される。
- ・テフロンは、単体及びサンドイッチ構造ともに、条件の変動に係わらず実施工環境下で安定した摺動性を発揮する優れた低摩擦材料である。

参考文献 1)大嶋,佐藤ほか:低摩擦材を用いた地中ボックスカルバートの耐震性に関する研究, 土木学会第54回年次学術講演会, 1999

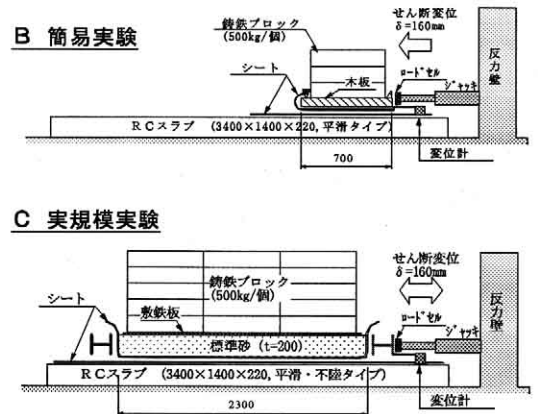
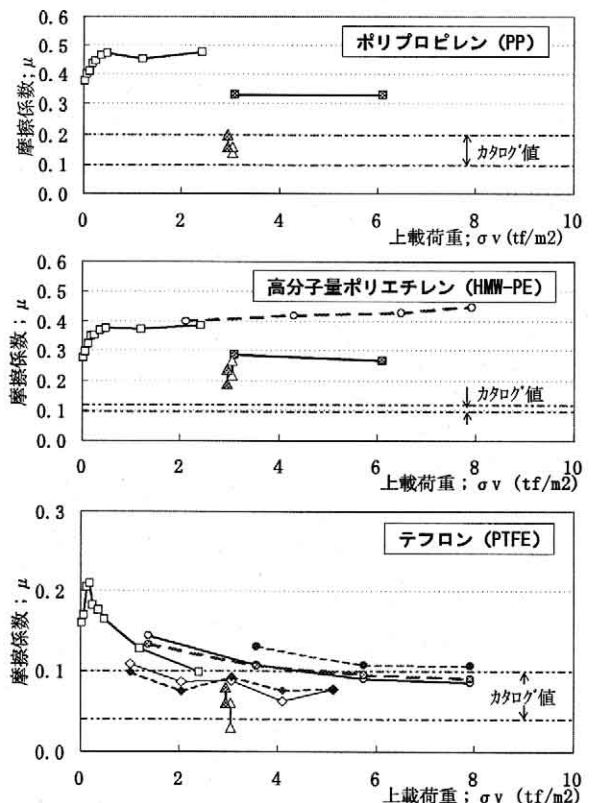


図3... 実験装置断面図



凡例	実験方式	せん断面	シート仕様 ^{*1}	スラブタイプ	水浸	記号
						記号
A	一面せん断(Δ群)	シート～シート	a	—	無	—△—
		シート～砂	a	—	無	—▲—
		シート～シート	a	平滑	無	—□—
B	簡易実験(□◇群)	シート～スラブ	a	平滑	無	—■—
		シート～シート	b	平滑	無	—◇—
		シート～シート	b	平滑	有	—●—
C	実規模実験(○群)	シート～シート	b	平滑	無	—○—
		シート～シート	b	不陸	有	—●—
		シート～シート	a	不陸	無	—○—

*1: 図1参照

図4 低摩擦シート実験結果