

## 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5）

## 一経時劣化した低摩擦材の摺動性に関する実験的研究一

前田建設工業（株）正会員 ○大川尚哉、大嶋義隆、渋谷 武  
東京電力（株） 正会員 佐藤 博

## 1. はじめに

筆者達は、地震時に地中ボックスカルバートに作用する主要外力である上載土からの地震時周面せん断力を、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<sup>1), 2), 3)</sup>。本論文では、適用環境下において経時劣化した低摩擦材の摺動特性に関する試験結果について報告する。

## 2. 試験概要

## (1) 使用材料および劣化促進試験

低摩擦材の構造を図1に示す。低摩擦材は長期間地中で供用されることから経時的に劣化することが考えられる。劣化の一因である地中pHの影響を想定して、化学薬品による材料劣化促進試験を行った(表1参照)<sup>4)</sup>。試験では土中のpHを酸性・アルカリ性とも考慮した。

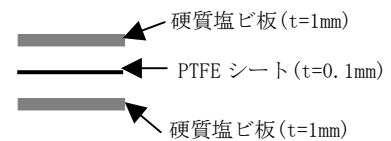


図1 低摩擦材の構造

## (2) 試験方法および試験ケース

劣化促進試験後、表2に示す摩擦係数測定試験をおこなった。上載圧は低摩擦材敷設深さにより5段階を設定した。これは、開削トンネル上載土の単位体積重量を $\gamma=17.7\text{kN/m}^3$ としたとき、0.03m～11.1mの土被り圧に相当する。

表1 劣化促進試験条件

水溶液	pH	浸漬方法	対象材料
硫酸水溶液	5.0	試験温度 40°C	硬質塩ビ板
水酸化カルシウム水溶液	9.0	90日間の浸漬	PTFE

表2 摩擦係数測定試験ケース

低摩擦材劣化条件	上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	試験装置	
劣化なし	0.49		
酸性劣化			
アルカリ性劣化			
劣化なし	9.81		
酸性劣化			
アルカリ性劣化			
劣化なし	39.23	プラスチックフィルム及びシートー摩擦係数試験機 JIS K 7125 適合 *1)	
酸性劣化			
アルカリ性劣化			
劣化なし	98.07		中空ねじり試験機 *2)
酸性劣化			
アルカリ性劣化			
劣化なし	196.13		
酸性劣化			
アルカリ性劣化			

\* 1) 滑り速度; 500mm/min, 試験回数; 5回

\* 2) 滑り速度; 500mm/min, 繰返し回数; 11回  
片振幅角度; 15°, 周波数; 0.4Hz

## 3. 試験結果と考察

## ①材料劣化特性

図2に各実験で得られた低摩擦材の摩擦係数;  $\mu$  ~ 上載圧;  $\sigma$  関係を示す。上載圧の小さい範囲で適用した JIS K 7125 適合試験では薬品劣化により低摩擦材の摩擦係数値は、劣化なし > 酸性劣化 > アルカリ性劣化の傾向を示したが、その差は劣化なし材とアルカリ性劣化材で 0.02 程度であった。中空ねじり試験における摩擦係数値は、低摩擦材劣化条件に係わらず、ほぼ同じ値を得た。この結果から適用土中における材料劣化が低摩擦材の摩擦係数に与える影響は小さいことが確認された。

②摩擦係数;  $\mu$  ~ 上載圧;  $\sigma$  関係

図2から低摩擦材の摩擦係数は、上載圧に依存していることが確認できる。すなわち、上載圧が増加すると摩擦係数は低下する。これは、材料劣化に関係ない P T F E シートの特性である。表2に摩擦係数の平均値を示すが、地中ボックスカルバートの土被り約 2m に相当する上載圧 39.23kN/m<sup>2</sup>で摩擦係数は最大でも 0.12 程度であるので一般的な地中ボッ

キーワード: 地中ボックスカルバート、地震時周面せん断力、低摩擦材、材料劣化、摩擦係数

〒179-8903 東京都練馬区高松 5-8 J・CITY 前田建設工業(株) 土木設計部 TEL03-5372-4757 FAX03-5372-4768

クスカルバートに対して低摩擦材を使用する本工法は有効であると考えられる。

表 2 低摩擦材の摩擦係数平均値

面圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	摩擦係数 $\mu$		
	劣化なし	酸性劣化材	アルカリ性劣化材
0.49	0.179	0.155	0.155
9.81	0.153	0.130	0.126
39.23	0.119	0.104	0.094
98.07	0.096	0.093	0.091
196.13	0.090	0.093	0.093

③荷重；P～変位； $\delta$  履歴曲線

中空ねじり試験結果から得られた水平荷重；Ph～水平変位  $\delta h$  について図3に示す。曲線は材料劣化による影響はみられず、いずれの条件でもほぼ同一である。また、同履歴曲線の隅角部でも滑らかな曲線であることから、低摩擦材を構成するPTFEシートは作用荷重の方向が変わっても一様な摩擦係数で摺動することがわかる。

④低摩擦材の摩擦係数； $\mu$

低摩擦材の摩擦係数測定試験について、筆者達の過去の研究<sup>3)</sup>および今回の実験から得られた結果をもとに低摩擦材の摩擦係数； $\mu$ ～上載圧； $\sigma$  関係を図4に示す。材料劣化が低摩擦材の摩擦係数に与える影響は小さいことから劣化していない低摩擦材の摩擦係数について上載圧依存特性を考慮した関数で表した。また、低摩擦材の摺動面に水が浸入する場合は摩擦係数の値が0.02程度大きくなる<sup>3)</sup>。

5. まとめ

- ・低摩擦材の適用環境下において経時劣化が摩擦係数に与える影響が少ないことが確認できたので一般的な地中ボックスカルバートに対して本工法は有効であると判断する。
- ・低摩擦材は、作用荷重の方向に変化があっても同じ動摩擦係数で一様に摺動することから地震時にも低摩擦機能を十分発揮することがわかる。
- ・低摩擦材は、上載圧の増加にしたがい摩擦係数が低下する上載圧依存特性をもつ。また、摺動面に水が浸入した場合は0.02程度摩擦係数が増加する。

謝辞

筒中プラスチック工業㈱の方々には劣化促進試験および JIS K 7125 適合試験の実施にあたり多大なる御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

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
- 2) 保立, 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(その2)，土木学会第 55 回年次学術講演会,2000
- 3) 大川, 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(その3)，土木学会第 55 回年次学術講演会,2000
- 4) 建設省土木研究所耐震研究室，(財)土木研究センター，他民間17社：地下構造物の免震設計に適用する免震材の開発に関する共同研究報告書(その3)ー地下構造物の免震設計マニュアル(案)ー，pp.99，平成10年9月

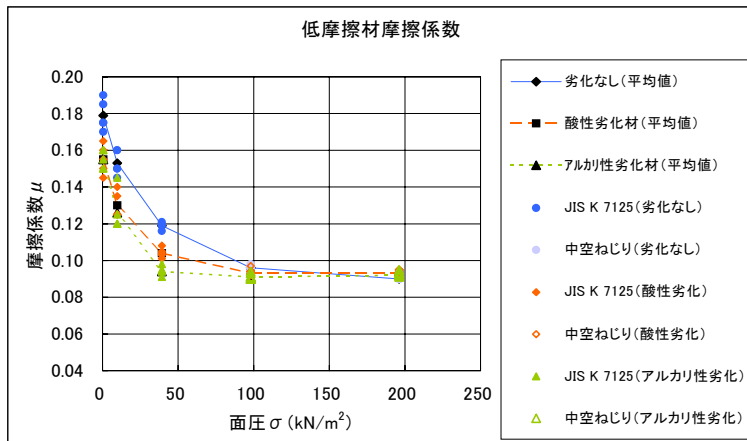


図 2 摩擦係数  $\mu$  ～上載圧  $\sigma$  関係

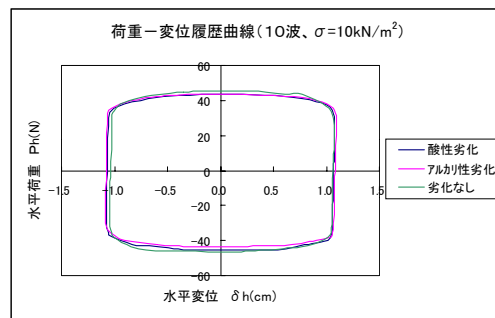
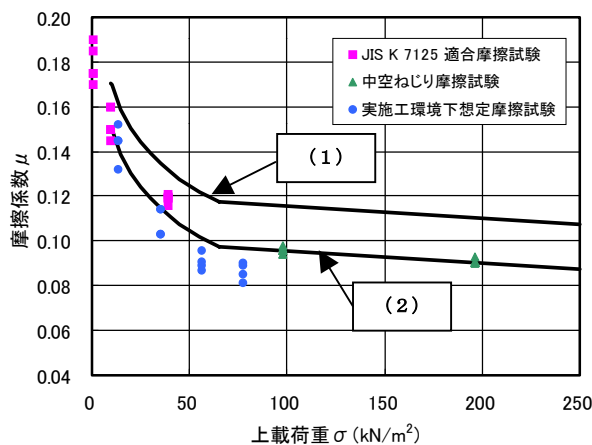


図 3 荷重－変位履歴曲線（中空ねじり試験機）



低摩擦材の摺動面に水が浸入しない場合

$$(1) \mu = \begin{cases} -0.0281 \times \ln(\sigma) + 0.2147 & , \sigma < 65 \text{ kN/m}^2 \\ -5.377 \times 10^{-5} \times \sigma + 0.101 & , \sigma \geq 65 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

低摩擦材の摺動面に水が浸入する場合

$$(2) \mu = \begin{cases} -0.0281 \times \ln(\sigma) + 0.2347 & , \sigma < 65 \text{ kN/m}^2 \\ -5.377 \times 10^{-5} \times \sigma + 0.121 & , \sigma \geq 65 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

図 4 低摩擦材の摩擦係数  $\mu$