

# 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4）

## 一 上床版周面せん断力の低減による耐震性向上のメカニズムについての考察 一

前田建設工業（株） 正会員 ○玉腰直樹 大嶋義隆 陳 友真  
東京電力（株） 正会員 佐藤 博

### 1. はじめに

筆者達は、地中ボックスカルバートの主要な地震時荷重である上床版の周面せん断力を小さくすることにより、耐震性を高める工法の研究を行っている。これまで、構造物の上床版に低摩擦材を敷設し、周面せん断力を低減させることにより、構造物の耐震性を高めることができることを報告してきた<sup>1), 2)</sup>。本報告では、模型振動台実験のシミュレーション解析から、上床版の周面せん断力の低減による耐震性向上のメカニズムを考察する。

### 2. 2次元FEM動的解析

図1に本報告で用いたシミュレーション解析モデルを示す。同モデルは、文献2)で示した模型振動台実験を模擬できるように、モデルの領域は実験に用いたせん断土槽と同じとし、境界条件は、側方を水平ローラー、底面を固定とした。地盤の非線形性はR-Oモデルであらわし、平面ひずみ要素でモデル化した。アクリル板で作られた構造物模型は、線形のビーム要素でモデル化した。上床版と地盤の接触面は、上床版での上載土の滑り挙動を模擬するために、図2に示す非線形ばね要素でモデル化した。せん断方向のばね応力の上限值には、上載荷重に接触面の摩擦係数を乗じた値を与えた。摩擦係数については、低摩擦材を敷設する低摩擦材型は0.17（模型振動台実験用低摩擦材として使用したポリエチレンシートの摩擦係数）、低摩擦材を敷設しない従来型は $0.98(=\tan 44.5^\circ)$ 、 $44.5^\circ$ は実験用砂の内部摩擦角)とした。なお、これ以外の構造物と地盤の接触面における非線形性は考慮していない。入力動は片振幅200galの正弦波とし、その振動数は地盤の共振振動数に相当する22Hzとした。

### 3. 2次元FEM動的解析結果

図3は、構造物最大変形時における従来型と低摩擦材型の地震時増分土圧を比較したものである。同図より、低摩擦材型の上床版、側壁、底版の周面せん断力は、従来型より減少していることがわかる。特に、構造物に作用する水平力の総和に等しい底版の周面せん断力が減少していることは、低摩擦材型に作用する水平力は、従来型より小さくなることを意味している。また、増分水平土圧については、側壁上部で大きく変化しており、低摩擦材により上床版の周面せん断力が減少することによる影響が強くあらわれている。

### 4. 低摩擦材敷設による耐震性向上メカニズム

キーワード：地中RC構造物 地震時周面せん断力 低摩擦材 シミュレーション解析

連絡先 〒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 TEL 03-5372-4744 FAX 03-5372-4768

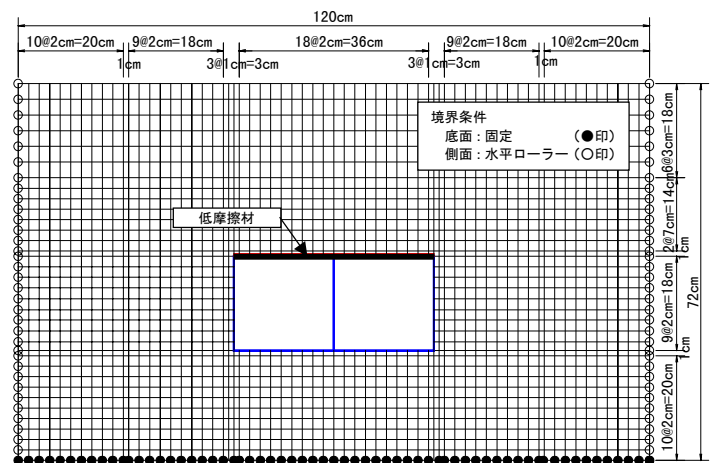


図1 2次元FEM動的解析モデル（低摩擦材型）

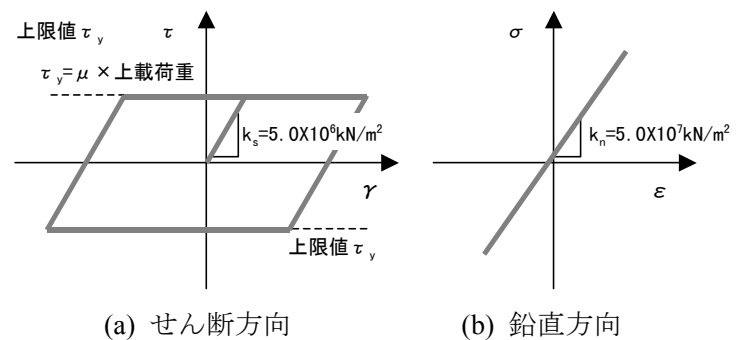


図2 上床版と地盤の接触面モデル

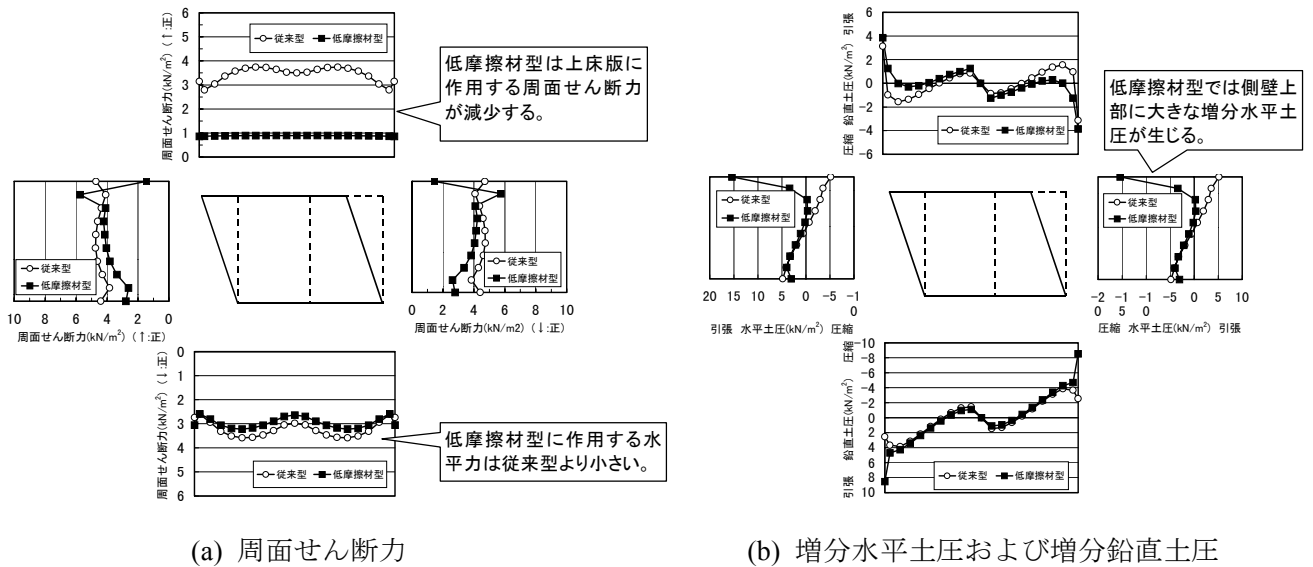


図3 構造物最大変形時における従来型と低摩擦材型の地震時増分土圧の比較

シミュレーション解析により得られた地震時増分土圧の模式図（図4）より、低摩擦材敷設による耐震性向上メカニズムを考察する。従来型では、周面せん断力および増分水平土圧および増分鉛直土圧は、水平、鉛直、回転方向のバランスが保たれるように作用している。これに対し、低摩擦材型では、低摩擦材により上床版の周面せん断力が減少するため、地震時増分土圧分布に変化が起こる。特に、側壁上部の増分水平土圧は大きく変化するが、これは、減少した分の周面せん断力が低摩擦材端部より分散し、その一部が側壁上部の増分水平土圧として再载荷されたためと考えられる。しかし、側壁に再载荷される増分水平土圧の合力の重心位置は、周面せん断力として作用していた上床版位置よりも底版に近づくため、減少した分の周面せん断力のすべてが側壁に再载荷されるとしても、従来型と比べて構造物のせん断変形量は小さくなる。さらに、実際には低摩擦材により低減した分の周面せん断力のうち、一部は側壁上部に再载荷されず地盤中に分散していくため、従来型と比べて構造物に作用する水平力そのものも減少する。このため、従来型に比べて構造物のせん断変形量は小さくなる。

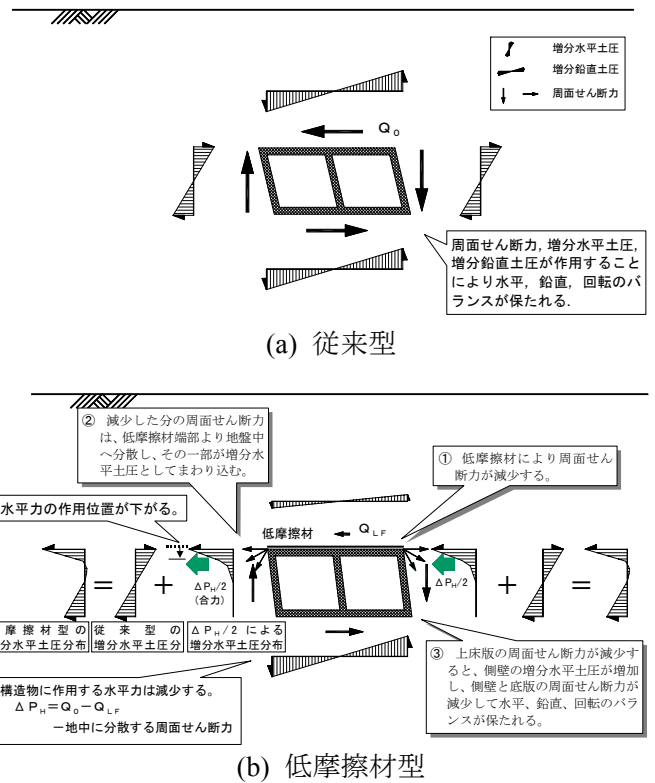


図4 地震時増分土圧の模式図

5. まとめ

低摩擦材を敷設することによる耐震性向上メカニズムは、以下の2つの効果によるものと説明できる。

- (1) 低摩擦材により減少した分の周面せん断力の一部は、増分水平土圧として構造物に再载荷されるが、水平力が作用する位置としては従来型よりも底版に近づく。
- (2) 側壁に再载荷されなかった分の周面せん断力は周辺地盤中に分散するので、構造物に作用する水平力が従来型より減少する。

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

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