

I - B 445 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

前田建設工業(株) 正会員 大嶋 義隆、保立 豊、山門 隆雄
東京電力(株) 正会員 佐藤 博

1. はじめに

従来、地中RC構造物の耐震性を高める方法としては躯体を強化するのが一般的である。これに代わる方法として、筆者達は、地震時の主要外力である上載地盤からのせん断土圧を構造物上床版と地盤間に設置した低摩擦材により低減させる耐震性向上工法の研究をおこなっている。本文では模型振動実験とそのFEM解析について報告する。

2. 模型振動実験

(1) 対象構造物と模型材料

せん断波速度 200m/sec (N値 15) の一様な砂質地盤中の2連ボックスカルバートを、香川・国生の相似則に基づき 1/50 の模型に縮小した。また、この相似則に基づき、地盤模型には岐阜砂、構造物模型の材料にはアクリル板を用いた。

(2) 実験方法

せん断土槽内に気乾状態の岐阜砂を構造物模型あるいは加速度計の設置深さまで気中落下により詰め、振動締固めを十分におこない、模型地盤の沈下が進行しないことを目視で確認した後、模型あるいは加速度計を設置した。この操作を地表面まで繰り返した。せん断土槽内の模型とセンサーの配置を図1に示す。実験は水平方向正弦波による共振実験とし、本文では 200gal 入力、土被り 16cm の実験結果を報告する。

(3) 低摩擦材

模型振動実験で使用した低摩擦材は次の2種類である。
①摩擦係数 μ が 0.1~0.15 (相手材が同材質時、面圧が大きいほど μ は小さい) のフッ素樹脂シートを貼付した厚さ 2mm のアクリル板のシート貼付面同士を重ね合わせたもの(図2)。
②摩擦係数 μ が 0.15、厚さ 0.05mm のポリエチレンシートを4枚重ね、0.2mm の厚さにしたもの。4枚重ねた理由は、砂の粒径に比べてシートが薄いと振動締固め中に損傷するため、岐阜砂の 10%径 0.22mm とほぼ同じ厚さになるようにするためである。

(4) 実験ケース

低摩擦材の種類と敷設範囲をパラメータとした図2の4ケースとする。

3. 実験結果と考察

①応答加速度

図1のA2における最大応答加速度は、全ケースとも 830gal であった。図1のA3では従来型で 660gal、アクリル板L型とポリエチレンシートL型では 830gal、アクリル板S型では 710gal であった。

②地震時増分曲げひずみ

図3(1)に中壁上部部G7の曲げひずみの共振曲線を示す。ピーク値で比較するとアクリル板S型の曲げひずみは従来型に比べて約1.5倍であった。

Key Words 地中RC構造物、地震時せん断土圧、低摩擦材、模型振動実験

〒179-8903 東京都練馬区高松 5-8J.CITY 前田建設工業(株) 土木設計部 TEL03-5372-4762 FAX03-5372-4768

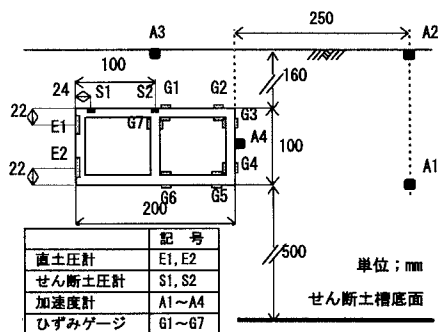


図1 せん断土槽内の模型とセンサーの配置

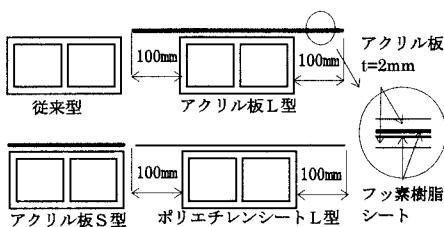


図2 低摩擦材の種類と配置

ずみは従来型に対して15%減少したのに対し、アクリル板L型の場合は37%、ポリエチレンシートL型の場合は25%減少した。この結果から、低摩擦材を上床版上に敷設すれば、従来型よりも曲げひずみは小さくなること、低摩擦材の敷設範囲および種類によって曲げひずみの低下率が異なることがわかる。低摩擦材の敷設範囲によって曲げひずみの低下率が変わる理由は以下に記述する側壁の地震時増分直土圧と密接な関係がある。低摩擦材の種類によって曲げひずみの低下率が異なることについては今後検討していく。

③上床版の地震時せん断土圧

図3(2)は上床版の地震時せん断土圧(図1 S1とS2の平均値)の共振曲線である。アクリル板型の2種類、ポリエチレンシート型の3者とも従来型の1/3~1/4まで地震時せん断土圧を低減できる。

④側壁の地震時増分直土圧

図3(3)、(4)は側壁上部と下部の地震時増分直土圧の共振曲線である。この図から低摩擦材の敷設範囲あるいは種類によって側壁の地震時増分直土圧が変化することがわかる。アクリル板S型の地震時増分直土圧は、側壁上部E1では従来型の約3.2倍、側壁下部E2では約1.8倍となる。これに対し、アクリル板L型では、E1で約1.8倍、ポリエチレンシートL型ではE1で約2倍で、E2は両L型とも従来型とほぼ同じである。すなわち、低摩擦材の敷設範囲を広げると側壁の地震時増分直土圧の増加を抑制することができる。

4. FEM動的解析によるシミュレーション

地盤—構造物連成系の2次元FEM線形動的解析より求めた上下床版相対変位最大時の構造物近傍地盤の σ_x を図4に示す。低摩擦材は、地盤と構造物要素を結合する低剛性のせん断バネ要素でモデル化し、厚さ2mmのアクリル板の剛性は無視している。したがって、解析はポリエチレンシートS型(実験ケースにはない)とL型を対象としたものとなる。図4より、S型、L型ともに地震時せん断土圧を低減すると低摩擦材の端部に地盤応力が集中することがわかる。S型では低摩擦材の端部が構造物に近いので、集中した地盤応力の影響で地震時増分直土圧が増大する。これに対し、L型のように低摩擦材の端部を構造物から離すと、集中した地盤応力が地盤中に分散するため側壁の地震時増分直土圧の増加を抑制することができる。

5. まとめ

上載地盤からの地震時せん断土圧を構造物上床版と地盤間に設置した低摩擦材により低減させると、構造物側壁の地震時増分直土圧が増加するものの、躯体の曲げモーメントは小さくなること、低摩擦材の敷設範囲を構造物幅より広げることによって側壁の地震時増分直土圧の増加を抑えることができ、躯体の曲げモーメントが一層小さくなることを実験及び解析で示すことができた。さらに、筆者達は、構造物幅に敷設した低摩擦材と地震時増分直土圧を吸収する側壁緩衝材を併用した方法でも低摩擦材の敷設範囲を広げると同等の断面力低減効果を有することを確認し研究中である。

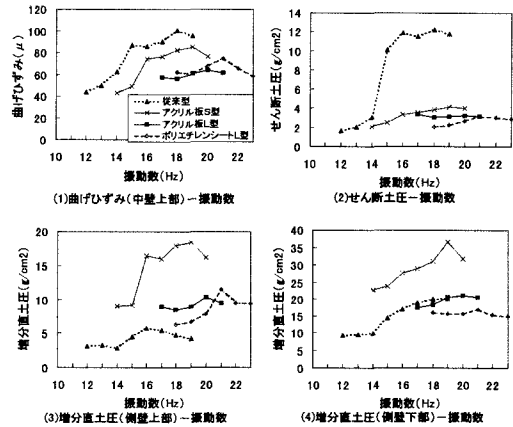
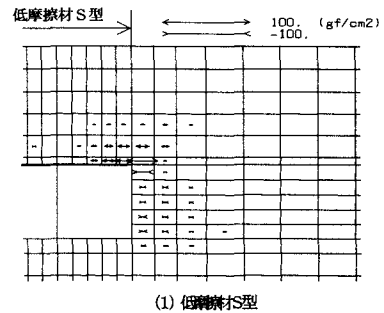
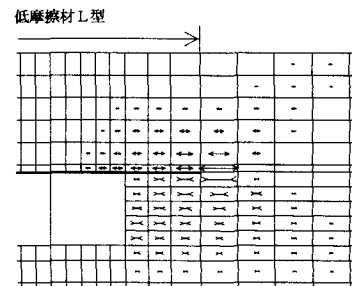


図3 共振曲線



(1) 低摩擦材S型



(2) 低摩擦材L型

図4 地盤の σ_x