

倒伏状態のフラップゲート式防潮堤を対象とした車両走行試験

日立造船株式会社 木村雄一郎、松原大輔
山川善人、谷尾大地
京都大学防災研究所 平石哲也

1. はじめに

津波や高潮による沿岸水害あるいは集中豪雨による都市水害への防災ならびに減災設備として、フラップゲート形式の防潮堤が開発されている。当該設備は、通常地面に倒伏し、浸水時には、浮力を利用して起立し、連続した止水壁を形成するため、人為操作や動力機械を必要としない。既に各方面にて実用化が進んでいる従来のフラップゲート式防潮堤(図-1参照)は、両側部の戸当り内にカウンターウェイトが設けられており、これらが扉体動作開始の補助ならびに動作完了時の制動の役割を果たすことで、水位への追従性を確かなものとしている。

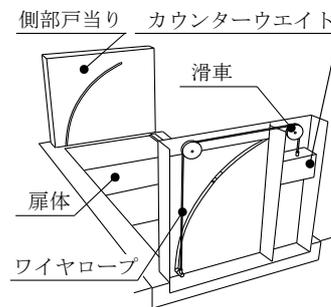


図-1 フラップゲート式防潮堤

当該フラップゲート式防潮堤は、倒伏時における扉体上の車両通行を許容するため、1MPa(道路橋示方書の示すT-25相当)の輪荷重を支持できる構造を実現しており、200万回を超える繰返一軸圧縮試験を通して耐久性の検証も行われている(図-2参照)。ただし、鉛直方向に加わる輪荷重を想定した一軸圧縮試験では、加減速あるいは転回など、車両の制動操作に伴って発生するせん断方向の荷重については評価し得ない。そこで、本研究では、実車両を用いた走行試験を通して、扉体を構成する部材に生じる応力を直接計測し、せん断荷重の地盤への伝達特性について評価を行った。また、合わせて、車両通過に伴う騒音を計測することで、扉体の設置状態の安定性についても検証を行った。



図-2 繰返載荷試験

2. 水理模型実験

実験は、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリ内の道路にて実施した。当該道路上において、実機と同等の設計方針に従って製作した試験体(幅:6m×高さ:1m)を、扉体上面が路面と同じ高さとなるよう据え付け、実験の対象とした。実験設備の全景を図-3に示す。扉体は、下面に配置され起立時に水圧荷重を支持するスキンプレート、車両が通行する上面に配置されたカバープレートおよび桁材で構成され、前記両プレート間には、通過車両の重量を地盤に伝達する軽量の充填材が挿入されている。扉体断面の模式図を図-4に示す。カバープレートは、複数のボルトでスキンプレートに固定されているが、これらのボルトはカバープレートの浮き上がりを抑えることが目的であって、ボルト自体には車両走行に伴う荷重が伝達されにくい構造となっている。ただし、扉体上での車両の制動操作によるせん断方向の荷重が、静止摩擦力として充填材に支持されなければ、同ボルトにも荷重が伝わることとなる。そこで、これらボルトの基部に歪みゲージを設置することで、応力が充填材への摩擦力によって主構造に伝わっていることを確認

するとともに、扉体回転支承をロードセルで受けることにより、扉体から地盤への荷重の伝達経路を評価した。歪みゲージおよびロードセルからの出力は、動ひずみ計を介して、1000Hzで収録を行った。

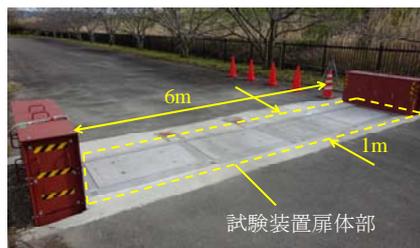


図-3 試験装置の全景

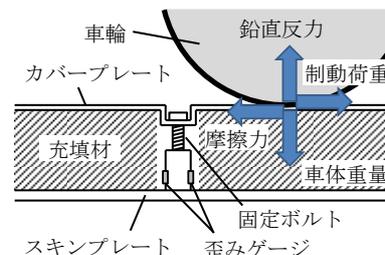


図-4 扉体断面の模式図

キーワード: フラップゲート式防潮堤、無動力、操作レス、車両走行、輪荷重

連絡先 〒551-0022 大阪市大正区船町2丁目2番11号 日立造船(株) 技術開発本部 技術研究所 TEL:06-6551-9435

試験の条件を表-1に示す。

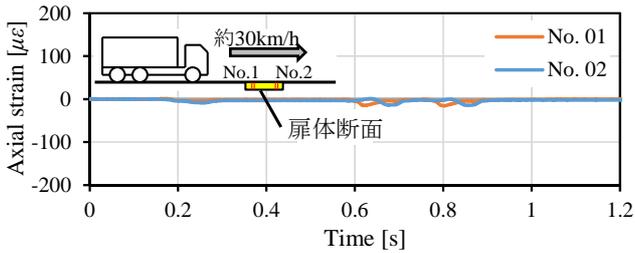
乗用車および大型トラックを用いて、同表の条件にて試験体上を走行した。

表-1 試験条件

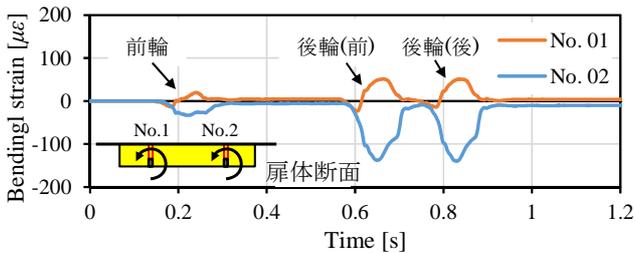
通行車両	乗用車(約1.13t, 前輪0.65t, 後輪0.48t)、定格積載大型トラック(約22t : 前輪5t, 後輪8.5t×2軸)
路面状態	乾燥状態、湿潤状態(散水)
走行条件	等速走行(10km/h, 30km/h, 50km/h)、減速(通常停止、急停止)、加速(通常発進、急発進)

3. 実験結果

図-5および図-6に、トラックの等速走行時および急発進時におけるカバー固定ボルト基部の軸方向歪みと曲げ歪みの時間変化をそれぞれ示す。各図(a)より、車両の通過あるいは発進によって当該ボルトに生じる軸方向の歪みは十分に小さく、図-4に示す構造によって固定ボルトへの鉛直荷重の作用が回避できていたことがわかる。また、各図(b)より、制動操作なく車両が等速運動した場合と、扉体上に駆動輪(前側の後輪)を載せて急発進した場合とで、同ボルト基部に生じる歪みの程度に大きな差がないことから、カバープレートに生じるせん断方向の荷重が同ボルトに直接的に与える負荷は軽微であり、車両による制動荷重は、充填材の摩擦力によって主構造であるスキンプレートに伝達されていることを確認した。次に、底部回転支承に作用する水平荷重の時間変化を図-7に示す。この図より、制動荷重が作用する破線内の時刻帯におけるロードセルへの負荷は小さく、主構造に伝達された制動荷重は、スキンプレートから基礎地盤に摩擦力として直接伝達されていたといえる。最後に、扉体上およびアスファルト路面上における乗用車走行時の騒音レベルを図-8に示す。この図より、双方の騒音レベルの差は小さく、扉体のがたつき等に伴う異音も生じないことを確認した。

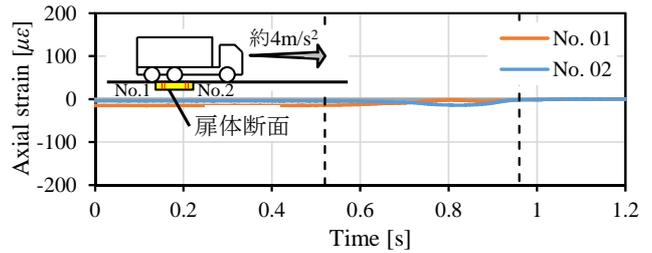


(a) 軸方向歪み (引張を正)

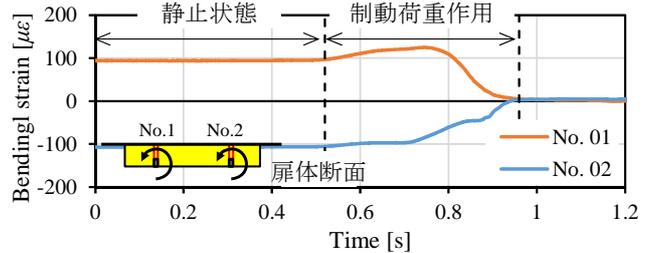


(b) 曲げ歪み

図-5 トラック等速走行時におけるカバー固定ボルトの歪み



(a) 軸方向歪み (引張を正)



(b) 曲げ歪み

図-6 トラック急発進時におけるカバー固定ボルトの歪み

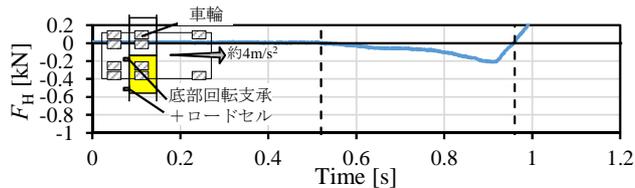


図-7 底部回転支承への作用水平荷重 (引張を正)

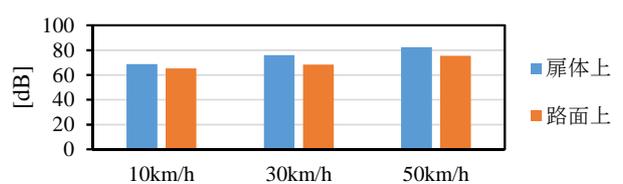


図-8 乗用車の走行速度毎の騒音レベル

4. おわりに

実機と同等のモデルを用いた本試験を通して、扉体上の車両通行による荷重の伝達経路を評価し、制動荷重が摩擦力によって基礎地盤に適切に伝達されていることを確認した。また、車両走行に伴う異音も計測されなかった。