

PCa 製車止めポールの室内模型実験に関する基礎的検討

香川高等専門学校専攻科 ○大林 律馬, 香川高等専門学校 正 向谷 光彦, 正 荒牧 憲隆, 小見山 翔
日本興業(株) 正 細川 恭平, 正 松山 哲也, 正 亀山 剛史

1. はじめに

近年、アクセルとブレーキの踏み間違いによる車両の暴走や横断歩道・交差点歩道部への車両侵入による事故が増加している。このような事故に対処するため、交差点等にボラードが使用されている。しかしながら、使用されているボラードのほとんどが、視覚的効果による進入抑制という効果はあるものの、車両進入を阻止することができないのが現状である。

本研究では、交差点歩道部などへの車両侵入を阻止するボラードの開発を目的とし、1/10 スケールのボラード模型を用いた室内模型試験を行い、ボラードの衝突時における挙動について評価を行った。なお、室内模型試験を行うにあたり、使用する土試料の強度定数は三軸CU試験により求めた。

2. 試験概要

2.1 試験装置の概要

試験に用いた模型は、高強度繊維モルタルにて製作し、実物の 1/10 スケールとした。補強材として杭を設置する模型に関しては、あらかじめ補強材用の穴をあけた。補強材には、実物での使用が想定されているアンカー筋の 1/10 スケールのものとして、呼び径 3mm のボルトを使用した。また、補強材の配置パターンは 2 種類とし、配置位置の違いによる補強材の効果の違いについても検証を行った。図-1 に配置パターンのイメージ図を示す。

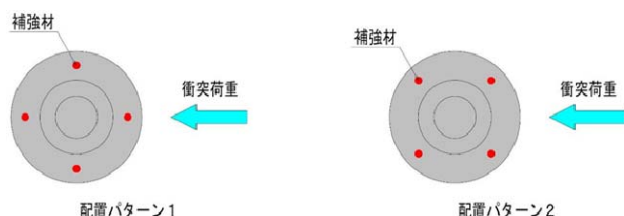


図-1 補強材配置パターン図

ボラードの実車衝突試験結果から 1/10 の縮尺におけるエネルギーを算出し、振り子のおもりを直径 160 mm、厚さ 15.6 mm、質量 2,480 g に決定した。

土槽には、寸法が長辺 600 mm×短辺 300 mm×高さ 300 mm のアクリル製容器を用いた。試料とし

て最大粒径 30 mm のクラッシャーランを 5 mm ふるいでふるい分け、通過したものを乾燥し試験に用いた。

2.2 試験方法

模型設置箇所の土試料を取り除き、模型を所定の場所に水平を出しながら設置した。補強材として杭を用いる場合は、この時点で挿入した。模型がずれないように注意しながら、土槽天端付近まで土試料にて埋め戻し締め固めた。模型の埋め込み深さは 50 mm とした。模型設置時の誤差や締め固めのバラツキにより模型の傾斜および初期位置の違いがみられたため、模型の初期傾斜角および初期の天端位置を模型背面に配置したボードに曲尺を用いてプロットした。傾斜角の計測には、デジタルアングルメーターを用いた。模型が正面側から見て垂直より時計回り方向に傾いている場合を一値とし半時計回り方向に傾いている場合を+値とした。その後、振り子型試験機のおもり部分にデジタルアングルメーターを設置し、所定の角度までおもりを振り上げ静止させ、模型に衝突させると同時にハイスピードカメラにて衝突時の様子を撮影した。衝突後は、模型の転倒角度をデジタルアングルメーターにて計測した。移動後の模型天端部の位置を背面ボードにプロットし、初期位置からの水平および鉛直方向の移動量を曲尺にて計測した。衝突時の模型の挙動からおもり衝突後、最大変位に達しその後模型が復元する動きがみられたため、衝突後に計測した傾斜角および変位量は復元時の値とし、最大の傾斜角および変位量はハイスピードカメラの撮影動画をキャプチャー処理した画像より CAD ソフトを用いて算出した。

試験は、無補強および補強材の長さおよび配置パターンを変えた場合についての試験を行った。なお、衝突時の模型挙動のばらつきが懸念されたため、各ケース 5 回ずつ試験を行い、転倒角度の最大値、最小値を除く 3 回の平均により評価を行った。

3. 試験結果

3.1 衝突エネルギーの算出

式-3.1 を用いて衝突エネルギーを算出した。結果を表-1 に示す。

$$E = mgL \cdot (1 - \cos\theta) \quad \dots (3.1)$$

表-1 衝突エネルギー

振り子回転角度(°)	10	13	17
衝突エネルギー(J)	0.37	0.62	1.06

3.2 衝突エネルギーと模型転倒角度の関係

振り子型衝突試験より得られた模型配置パターン 1、2 における各衝突エネルギーと模型最大転倒角度の関係を図-3 に示す。

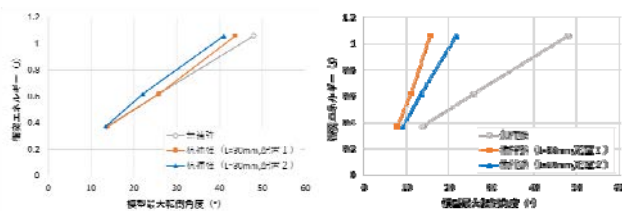


図-3 各衝突エネルギーと模型最大転倒角度の関係

図より配置パターン 1、2 共に無補強と杭長 30 mm の結果は、ほぼ同等であり、補強材としての効果は得られていないが、杭長 50 mm の場合では、模型の転倒角度は抑制されており、補強材としての効果が得られていることがわかる。これらの要因としては、杭長 30 mm の場合、模型転倒時に杭が十分に抵抗することができず引き抜けが発生してしまい、補強効果が得られなかったものと思われる。杭長 50 mm の場合は、模型の転倒に抵抗できる長さがあり、杭の引き抜けが発生する前に模型の転倒を抑えたものと思われる。

3.3 衝突エネルギーと水平・鉛直変位の関係

振り子型衝突試験より得られた模型配置パターン 1、2 における各衝突エネルギーと最大水平変位との関係を図-4 に最大鉛直変位との関係を図-5 に示す。

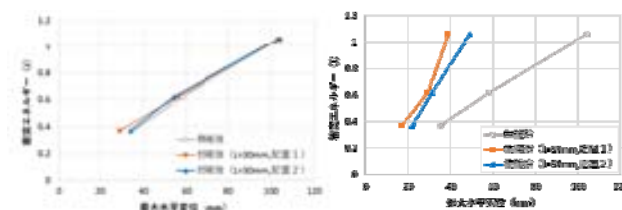


図-4 各衝突エネルギーと最大水平変位の関係

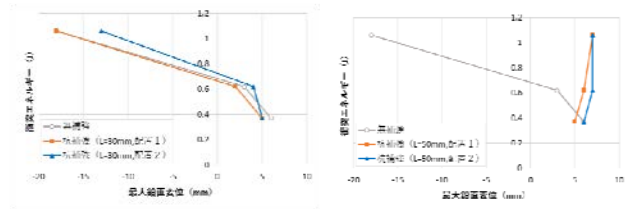


図-5 各衝突エネルギーと最大鉛直変位の関係

図より、最大水平変位については衝突エネルギーと模型最大転倒角度の関係と同様の傾向を示している。最大鉛直変位については、衝突エネルギーが大きくなるにつれて鉛直変位も大きくなるものの、一定の値を超えると、そこから負の変位に変化している。模型は基礎部先端を中心に回転し、徐々に模型天端部は、初期の位置より上へ推移しはじめ回転中心の直上に模型天端が到達した際にピークを迎える。その後、角度の増加に伴い模型天端は下へ推移することが見受けられる。そのため、鉛直変位の挙動はこのような結果になったものと考えられる。

3.4 補強材配置パターンによる比較

杭配置パターンによる比較を図-6 に示す。図より、各項目について配置パターン 1 と配置パターン 2 を比較すると、いずれの結果においても配置パターン 1 の方が模型の挙動を抑制できることがわかった。これは、抵抗する杭の本数よりも、補強材の配置位置が振り子の衝突位置に近い方が、回転中心からの距離が長くなり、抵抗力が大きくなったためであると思われる。

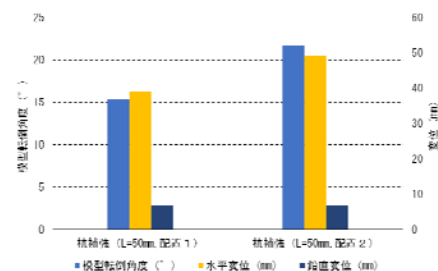


図-6 杭配置パターンによる比較

4. まとめ

結果として、杭補強により模型の転倒角度および変位量を抑制する効果が確認されたが、杭長が短いと効果が十分ではなく、一定量以上の長さを確保することが重要である。また、配置パターン 2 に比べ配置パターン 1 の方が、補強効果が高いことが明らかになった。