

## 重心位置の高い車両用、壁高欄転倒落下防止対策の提案

○ 株式会社 AEN 正員 橋本和夫

### 1. はじめに

最近の大型バスは、高さ制限一杯の背の高い車両が多くなっている。トラック、タンク車、トレーラーなど、重心位置が高そうな車両も多い。そのような重心位置が高い車両に比べて、橋梁の壁高欄高さは低すぎるように思われる。(写真 1.1) 壁高欄高さが低すぎると衝突の際に、車両の上部が高欄の外に飛び出し、最悪の場合は転倒と橋梁からの落下が発生する。重心位置が高いと、どの程度の速度で、転倒と落下が発生するのかを検討した。転倒落下防止対策についても検討したので報告する。



写真 1.1 壁高欄に比べて重心位置の高い車両

### 2. 転倒落下事故例

net で事故例を検索したところ、実際に転倒落下事故が発生していることが、確認された。(写真 2.1)



写真 2.1 実際の転倒落下事故

### 3. 現行基準に追加すべき性能

道路用防護策の設置基準は性能規定を取り入れた新しい考え方の基準である。しかし、この基準に3点の追加すべき性能があるように思う。

一つ目の追加すべき性能は重心位置の高い車両に対する性能である。重心位置は転倒落下に大きな影響をあたえるので、実際の車両よりも余裕のほしい値である。車両総重量が20tのトラックの荷台高さが1.37mであるから、荷台に背の高い荷物を載せると、基準の重心位置である1.4m越える状態になる可能性が高い。

二つ目の追加すべき性能は、傾いたバスの車内の状態についての性能である。車内が60°の傾きになったら、荷物は飛ぶだろうし、シートベルトをしていない大人や乳幼児は下側の窓ガラスに当たるであろう。窓ガラスが割れたら外に放出されることになる。車両の転倒落下が発生しなくても、避けなければならないことである。

三つ目の追加すべき性能は、橋の下で生活している住民の立場からの性能である。橋の下で生活している住民や橋の下の道路を利用している人の立場からは、いかなることがあっても、車両が転倒落下しないことである。速度違反や重量オーバな車であっても、容易に落下しないことである。

### 4. 転倒落下防止対策の検討手法

#### 4.1 利用した衝突試験

net で公開されている、衝突試験の映像を解析して、単純な転倒計算手法を求めた。使用した衝突試験はプレキャストガードレール協会で行った総重量20t、速度80km/h、衝突角度20°の試験動画画像である。

試験ではコンクリートのブロックを荷台に載せているので、重心位置は高くはない。映像を分析すると、衝突時におよそ56cmの荷台の浮き上がりが発生している。

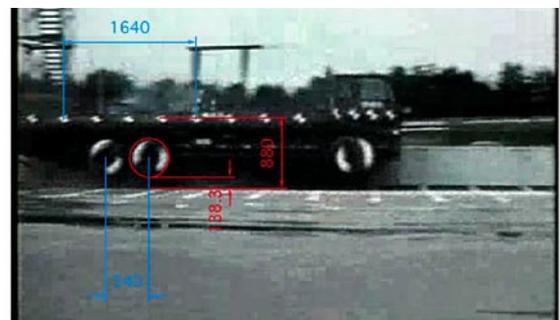


写真 4.1 衝突試験画像 (56cm の浮き上がり)

キーワード：転倒落下 高欄 補強対策 交通安全 衝突

住所：郵便番号 167-0021 東京都杉並区井草 3-21-18 TEL,FAX 03-3397-6081 kazu07@mac.com

4.2 挙動の再現

1 質点系の運動として衝突時の水平な運動エネルギーが壁高欄にぶつかることによって、壁高欄の上面の内側を中心とする回転運動に変わり、回転で浮き上がることで、位置のエネルギーに順次変換される。この様子を時刻歴で単純に追跡した。

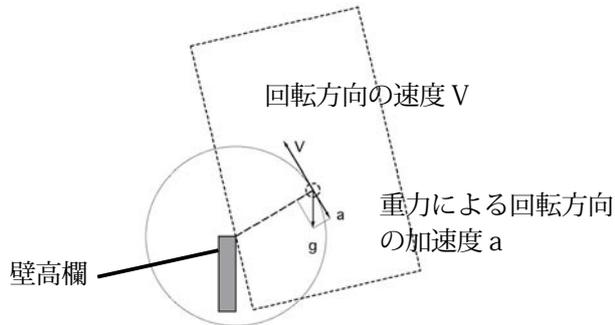


図 4.2 重心位置の運動と力の方向

運動のエネルギーが位置のエネルギーに変わるとすると、最終位置はより単純に求められる。

時刻歴で計算する場合は、時間間隔を小さくする必要があります。時間間隔が 0.00035 秒で、正解にたいして、99.85%の値となった。

4.3 画像との比較

以下の条件で再現計算を実施すると、衝突時の画像とほぼ等しい 57cm の浮き上がり量となった。

壁高欄への接近速度： $80\text{km/h} \times \sin(20^\circ)$

重心高さ：1.5m（映像より推定）

壁高欄高さ：1.1m（推定）

車体重量はこの計算では影響しない。（運動のエネルギーが位置のエネルギーに変わるだけなので、質量は相殺される。）

4.4 重心位置が高い場合の転倒落下の可能性

衝突角度  $20^\circ$  で壁高欄高さ 1.1m の場合の重心位置と転倒落下が生じる速度を求めた。重心位置が高くなると、速度が遅くても転倒落下しやすい結果となっている。

表 4.4 重心位置と転倒速度の関係

重心位置 (m)	1.4	1.6	1.8
転倒速度 (km/h)	195	114	81

5 転倒落下防止対策

5.1 転倒落下防止のための目標値

目標値 a： バスがある値以上に傾かないこと

補強案作成用の仮の数値

傾き角度： $30^\circ$ 、速度  $100\text{km/h}+20\text{km/h}$ (余裕代)

衝突角度： $15^\circ$ 、重心高さ：1.8m、車幅：2.49m、全長：12m、総質量 20000kg

目標値 b：トラックがかなりの違法車両であっても落下しないこと。（橋の下の住民の立場から）

補強案作成用の仮の数値

傾き角度：転倒しない角度（自重で戻れる角度）、速度  $130\text{km/h}+20\text{km/h}$ (余裕代)、衝突角度： $15^\circ$ 、重心高さ：1.8m、車幅：2.49m、荷台部分の全長：9m、総質量 25000kg、荷台部分の総質量 20000kg

5.2 補強案

5.1 の目標値 a、b の仮の数値を満足する構造を検討し、結果を図 5.2 に示す。

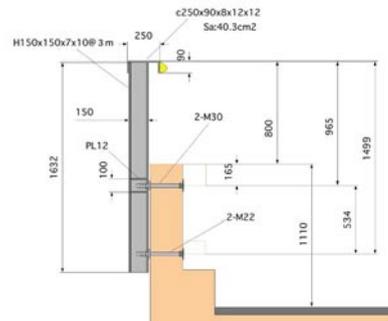


図 5.2 補強案の形状

5.3 補強案の解析手法

オフセット角度  $\theta$

回転円での回転防止反力  $f$

補強反力  $F$

補強部材

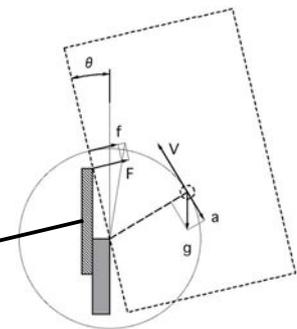


図 5.3 補強部材の反力とその方向

5.4 補強案の外観

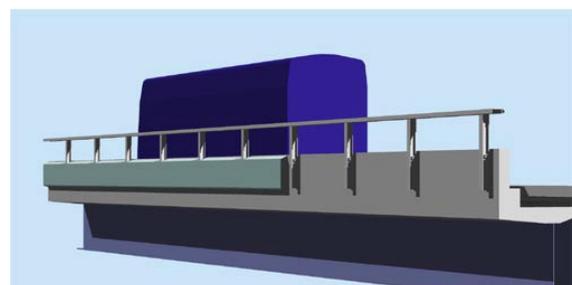


図 5.4 補強案の外観

（壁高欄からの高さ：80cm、支柱ピッチ：3m）

6 おわりに

スピードを規制すれば、転倒落下を防ぐことは可能である。しかしそれでは本来の道路のパフォーマンスを低下させることになる。道路のパフォーマンスとは、安全に早く走行出来る環境を提供することであると思う。今後の高速道路の速度は  $200\text{km/h}$  程度をめざすべきであると思う。高速でも安全な道路の研究をすることこそ、エンジニアの役目ではないかと考える。