

# ハンブを用いた体感型の誤侵入(逆走)防止装置の開発 -逆走ストッパー“ウェッジハンブ”(仮称)-

東日本高速道路(株) 東北支社 正会員 ○皆方 忠雄  
大成ロテック(株)技術研究所 正会員 城本 政一

## 1. 研究開発の目的

高速道路における誤侵入(逆走)は、第三者を巻き込んだ重大な事故に繋がる恐れがあるため、NEXCO 東日本東北支社では逆走防止として、正しい進行方向を示す補助看板や路面標示の設置や、標識の見やすい位置への移設・大型化、逆走事案の早期発見・迅速な危険排除、逆走防止に関する啓発など、ハード・ソフトの両面で対策を進めてきている。また、平成20年度より、逆走している車両を感知し、電光表示などによりドライバーに警告して逆走を防止する「逆走防止装置(図-1)」による新たな対策を実施している。この「逆走防止装置」は、逆走したドライバーに対してリアルタイムで的確に警告するため効果の大きい有効的な対策であるが、ドライバーが電光表示を見逃した場合はその効果が減衰する可能性がある。そこで、フェールセーフの観点から、視覚以外の方法で警告する装置を組み合わせることにより、逆走防止としてさらに大きな効果が期待できると考えた。

この視覚以外の対策として、「ハンブ(hump:路面の凸部)」を用いた体感式の逆走防止装置を、大成ロテック(株)技術研究所と共同で研究開発したものである。



図-1 逆走防止装置の一例

## 2. 開発の進め方

今回開発するハンブは、高速道路のインターチェンジや休憩施設のランプ部に設置することを想定しているため、通常走行である順行に対しては「運転に支障を及ぼさないようにスムーズな走行が可能なこと」、逆走に対しては「強烈な振動と衝撃音などにより逆走を警告できること」というトレードオフにある2つの走行性能を1つのハンブで構成(図-2)することを設計のコンセプトとした。

開発に先立ち、既往のハンブについて調査した結果、道路で用いられているハンブのほとんどは速度抑制を目的としたものであり、逆走防止のための既往技術では確認できなかった。そこで、設計コンセプトに基づき、ハンブの形状や材料、要求性能、施工方法について新たに開発することとした。開発のフローを図-3、要求性能を表-1に示す。

## 3. ハンブ形状の設計

ハンブ形状の検討にあたっては、順行と逆走で異なる走行性能を必要とするため、ハンブの入口・出口(順行時の方向)の形状を別々に検討したうえで、1つのハンブとしてマッチングさせることとした。入口側は順行時のスムーズさを確保するため緩やかなスローブ構造、出口側は逆走時の振動・衝撃音を発生させるため45°のエッジ構造として、これを合わせたウェッジ型(楔型)のハンブ(図-4)を基本形状とした。

ハンブ形状の設計においては、走行性能への影響因子と考えられる「高さ(2, 4, 6 cmの3パターン)」、「スローブ勾配(5, 10%の2パターン)」、「出口側の天端幅(0, 30, 60 cmの3パターン)」を可変させた9タイプのハンブを試験走路に設置し、乗用車による走行実験を実施し、順行・逆走の走行性能の検証(乗り心地、車両の振動加速度)を行った。



図-2 ハンブを用いた逆走防止装置の概念

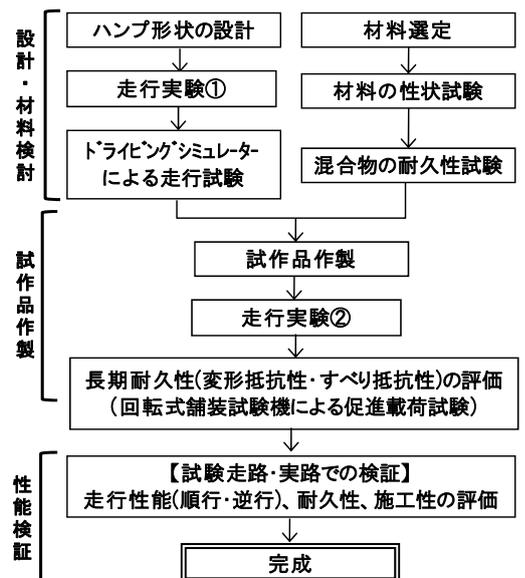


図-3 開発のフロー

キーワード 逆走防止、ハンブ、交通安全対策

連絡先 住所：仙台市青葉区中央 3-2-1 電話：022-217-1746 F A X：022-217-1791

次に、走行実験で選定した3タイプについて、ドライビングシミュレーターを用いて不特定多数の被験者による走行試験を行った。被験者の体感評価(アンケート調査)より、ハンプの基本形状を「高さ3~5cm、スロープ勾配5%、スロープ長60~1,000cm、天端幅0cm」とし、試作品を作製して性能検証することとした。

#### 4. 使用材料の検討

材料検討にあたっては、耐久性の要求性能「耐用年数10年」を設計条件とし、材料選定を行った。

ハンプ形状は、0~5cmと薄層構造となるため、主体部に使用する材料は、施工の容易性や耐久性を勘案して、樹脂系舗装材料を用いることとした。樹脂材料としてエポキシ、アクリル、ウレタン、ポリエステル<sup>1)</sup>の4種類について検討した結果、耐久性はどれも満足できるが、現場施工を勘案して、可使用時間や臭気、硬化時間が他材料より優れているエポキシ樹脂を採用した。

また、逆走時に振動や衝撃音を発生させるエッジ部(出口側)については、車両走行に伴いエッジの隅角部がラウンディングすることにより機能低下が懸念されたため、樹脂系材料よりもさらに高耐久性の「ダクトル製コンクリートブロック」を用いることとした。

#### 5. 走行性能評価に基づくハンプ形状の決定

順行と逆走でトレードオフの関係にある走行性能を評価する指標として、乗り心地(体感)の他、定量的な指標として、路面の平坦性評価の一手法として研究されている振動加速度を用いた。加速度計は応答周波数がDC~100Hzのものを使用し、車両の前輪車体に設置した。なお、加速度の周波数領域は、既往の研究で乗り心地と相関が高い0~50Hz<sup>1)</sup>で計測することとした。

振動加速度の目標値を設定するため、前述のハンプ形状設計で決定した3タイプ(高さ3, 4, 5cm)のハンプについて走行実験を行い、振動加速度と乗り心地をマッチングした結果、順行時のスムーズな走行の加速度は0.2G以下、逆走時の警告に必要な加速度は0.38G以上という指標を見出した。なお、順行の目標値の妥当性を検証するため、高速道路上の橋梁伸縮装置や注意喚起のための薄層舗装を測定したところ、伸縮装置は0.22G、薄層舗装は0.17Gであり、今回設定した目標値は通常走行に許容できる値と判断した。

図-5は、走行実験で得られたハンプの高さと振動加速度の関係を示したものである。順行、逆走ともにハンプ高さと振動加速度は直線回帰の非常に強い相関を有している。この相関式より順行・逆走の目標値を満足するハンプ高さを算出したところ約3.5cmとなった。これを検証するため試験走路に高さ3.5cmのハンプを設置して振動加速度を計測し結果、順行0.19G、逆走0.40Gとなり目標値を満足できたため、ハンプ形状を『高さ3.5cm、スロープ長80cm(勾配5%以下)、天端幅0cm、エッジ部角度45°』で決定した。

図-5は、走行実験で得られたハンプの高さと振動加速度の関係を示したものである。順行、逆走ともにハンプ高さと振動加速度は直線回帰の非常に強い相関を有している。この相関式より順行・逆走の目標値を満足するハンプ高さを算出したところ約3.5cmとなった。これを検証するため試験走路に高さ3.5cmのハンプを設置して振動加速度を計測し結果、順行0.19G、逆走0.40Gとなり目標値を満足できたため、ハンプ形状を『高さ3.5cm、スロープ長80cm(勾配5%以下)、天端幅0cm、エッジ部角度45°』で決定した。

#### 6. 今後の展望

現在、試験走路での実車による検証実験が終了し、最後の開発ステップである供用中の高速道路での検証実験を計画しているところである。現行の視覚で警告する逆走防止装置に、ハンプによる体感効果を加えることにより、より効果の高い逆走防止システムを構築することが可能となるため、早期の完成に向けて開発を鋭意進めているところである。

参考文献 1) 中川、古川、伍井:乗り心地と動揺周波数の関係に関する一考察, 土木学会第59回年次学術講演会, 2004. 9

表-1 要求性能と評価方法

評価項目	要求性能	評価方法
走行性能	順行	①走行実験 ・乗り心地評価(体感) ・振動加速度計測
	逆走	②ドライビングシミュレーター走行試験
耐久性	耐用年数10年	・変形抵抗性 (回転式舗装試験機による促進載荷試験) ・耐候性(ウェザーメーター促進試験) ・路面との接着性 (引張接着試験、ねじれ抵抗試験)
すべり抵抗性	供用中はμ60が0.35以上	すべり抵抗試験(DFテスト)
施工性	舗装路面に設置可能なこと	試験施工時の施工状況

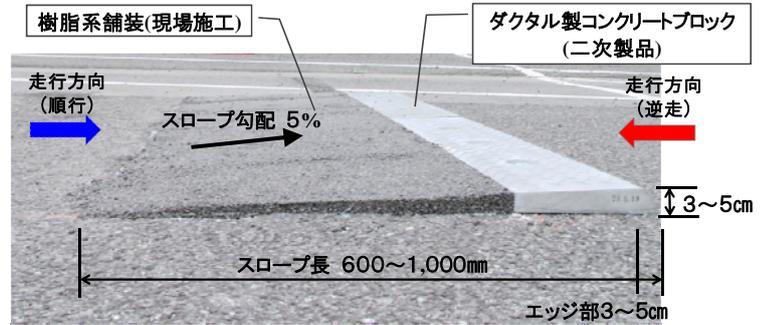


図-4 開発した逆走防止用ハンプ

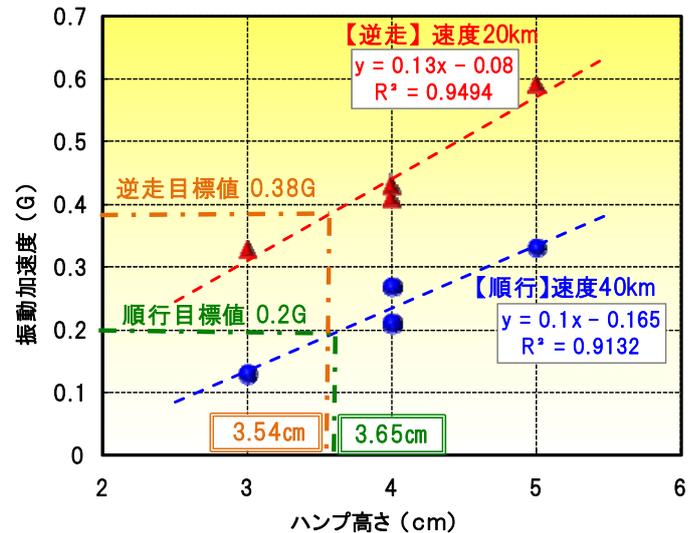


図-5 ハンプ高さと振動加速度の関係