高速道路における体感型の逆走防止装置の開発　―逆走防止用ウエッジハンプ―

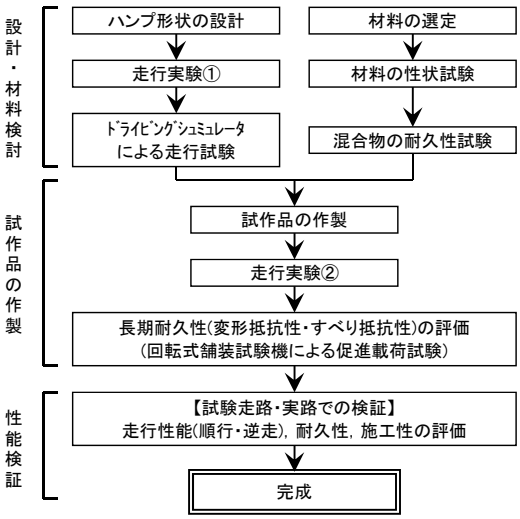
大成ロテック(株)技術研究所　正会員　○城本　政一
東日本高速道路(株)東北支社　正会員　　皆方　忠雄

1　はじめに

高速道路における逆走事案は、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、進行方向を示す補助看板や路面標示の設置、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」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，視覚と視覚以外の方法で注意喚起を行う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．

本文は，視覚以外の方法として「ハンプ」を用いた体感型の逆走防止装置に着目し，東日本高速道路(株)東北支社と大成ロテック（株）が共同で行った研究開発の結果を報告するものである．

図－１　開発するハンプのイメージ



図－２　開発のフロー

2　開発の進め方

今回開発したハンプは，図－１に示すように，通常走行では「運転に支障を及ぼさないような走行が可能」，逆走している車には「強烈な振動と衝撃音などにより逆走を警告できる」というトレードオフにある 2 つの走行性を併せ持つ形状であることを目標とした．開発の進め方は，図－２の開発フローに示すとおりであり，表－1 に示す要求性能を満足するため①ハンプの形状および使用材料の検討，②試作品による長期耐久性の評価，③試験走路・実路における走行性能，耐久性能，施工性の確認の順に検討を行った．

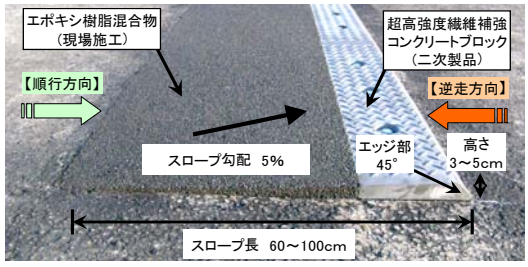
表－1　ハンプの要求性能

評価項目		要求性能	評価方法
走行性	順行	運転に支障となる衝撃が発生しない	①走行実験 ・体感による乗り心地評価 ・振動加速度測定 ②ドライビングシミュレータ走行試験
	逆走	注意喚起となる衝撃が発生	
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(ウェザーメータ促進試験) ・路面との接着性 (引張り接着試験，ねじれ抵抗性試験)
すべり抵抗性		供用中は μ60が0.35以上	すべり抵抗性(DFテスタ)
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

3　ハンプ形状の設計と材料検討

3-1　　形状の設計

ハンプ形状は，表－1 の走行性に示す要求性能を満足するため．順行方向はスロープ構造を，逆走方向は 45° のエッジ構造を基本とした．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ハンプの高さ，順行方向のスロープの勾配，ハンプ頂部の天端幅を可変させた模擬ハンプによる走行実験を行い，それら条件の絞り込みを行った．走行実験により絞り込んだ 3 種類の形状について，ドライビングシュミュレータを用いた不特定多数の被験者によるアンケート調査(体感評価)を行った．その結果，ハンプの基本形状として，「高さ 3～5cm，順行のスロープ勾配 5%，ハンプ頂部の天端幅 0cm」と決定した．



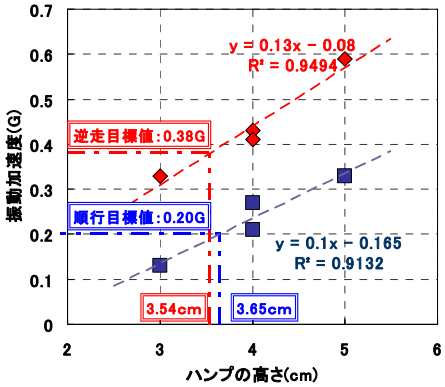
図－３　ハンプの基本形状

キーワード　逆走防止，ハンプ，交通安全対策
連絡先　　〒365-0027　埼玉県鴻巣市上谷 1456　大成ロテック(株)　技術研究所　TEL：048-541-6511

3-2　材料検討

材料の検討では，既往技術の調査や室内実験を実施し，表－1 の耐久性，すべり抵抗性および施工性に対する要求性能が満足できる材料を選定した．また，前述したようにハンプの形状は高さ 3～5cm の薄層になることから，逆走した車両に振動・衝撃を発生させるエッジ部（出口部分）については，車両走行に伴うエッジ隅角部のラウンディングより機能低下やコンクリート版自体の損傷防止のため、超高強度繊維補強コンクリートブロックを用いることとした．順行方向のスロープ部分は，施工性や耐久性の点で実績のある樹脂系舗装材料を用いてコンクリートブロックに 5%勾配ですり付ける工法とした．樹脂材料としては，エポキシ，アクリル，ウレタン，ポリエステルの 4 種類について室内実験を行い，耐久性や可使時間，硬化時間等の施工性を確認し，エポキシ樹脂を採用することとした．

以上の検討結果より，逆走防止ハンプは，図－3 の外観写真を基本形状とし，走行性能等の評価を行うこととした．



図－4 高さと振動加速度の関係

図－5　H=3.5cm のハンプ外観

図－6 除雪車による耐久性評価

4　走行性能に基づくハンプ形状の決定

ハンプの形状を決定するために，走行実験による運転者の「体感評価」と，定量的な指標である「振動加速度」の 2 つの指標を用いて走行性能の評価を行った．振動加速度は，走行車両の前輪車体に取付けた振動加速度計により測定し，振動加速度の周波数領域は，乗り心地と相関が高い 0～50Hz[1)] とした．

振動加速度の目標値を設定するため，前述したハンプ形状(高さ 3，4，5cm の 3 タイプ)について走行実験を行い，振動加速度計の測定結果と，その際の運転手の体感評価についてクロスチェックを実施した．その結果，順行時に不快や危険を感じないスムーズな走行が可能な振動加速度は 0.20G 以下，逆走時の注意喚起に効果的な振動加速度は 0.38G 以上という目標値を見出した．なお，順行方向の目標値の妥当性を検証するため，高速道路上に設置されている速度抑制用の薄層系舗装(ランプ部)や橋梁部の伸縮装置について測定を行った．その結果，薄層系舗装は 0.22G，伸縮装置は 0.17G であり，今回設定した目標値の 0.20G は，通常走行における許容範囲内であることを確認した．

図－4 に走行実験によって得られたハンプ高さと振動加速度の関係を示す．図より順行および逆走方向双方の目標値を満足するハンプ高さは約 3.5cm となった．これに基づき、高さ 3.5cm のハンプを試験走路に設置し，車両走行時の振動加速度により検証を行った結果、順行で 0.17G，逆走で 0.42G となり，目標値を満足することが確認できた．以上より，ハンプ形状を「高さ 3.5cm，スロープ長さ 80cm（勾配 5%），ハンプ頂部の天端幅 0cm，逆走方向エッジ部の角度 45°」に決定した．外観を図-5 に示す．また，ハンプは路面上の凸部となり冬期の除雪作業の支障となることが懸念されたため、実際の除雪車により走行試験をしたところ、ハンプ部でのフロントプラウの引掛り等の作業への支障はなく、またハンプ自体の損傷も無かった。

5　おわりに

以上のとおり、試験走路での実車による検証実験が終了し実用性が確認できた。また、本文中の検討のほか，回転式舗装試験機の促進載荷試験による長期耐久性やすべり抵抗、施工性についても検証しており、表-1 に示す要求性能全てを満足している。現在、供用中の高速道路への設置を計画しており、実路での供用性を確認しながら、実用化していく所存である。

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