

オープングレーチング床版上を走行する大型車の走行安全性に関する検討

国土交通省国土技術政策総合研究所

中野清人

独立行政法人土木研究所

正会員 高橋 実

本州四国連絡橋公団

正会員 ○貴志友基

本州四国連絡橋公団

正会員 鈴木周一

1. はじめに

将来必要となる可能性がある超長大橋の桁断面に対して、耐風安定性確保の要求から、桁中央部に開口を有する二箱桁断面が選定されている。これに対し、さらに経済化を図るため、中央開口部にオープングレーチング床版を設置し、走行路面として使用するための検討が進められている。一連の検討において、普通乗用車に関する走行時の挙動の安定性は実車走行性試験により確認してきたが、大型車については、安全性、経済性の観点から実車走行性試験が困難である。ここでは、セミトレーラを対象に大型車の走行シミュレーション解析を実施し、オープングレーチング床版上を走行する大型車の走行時の挙動を把握したので、以下にその検討結果を報告する。

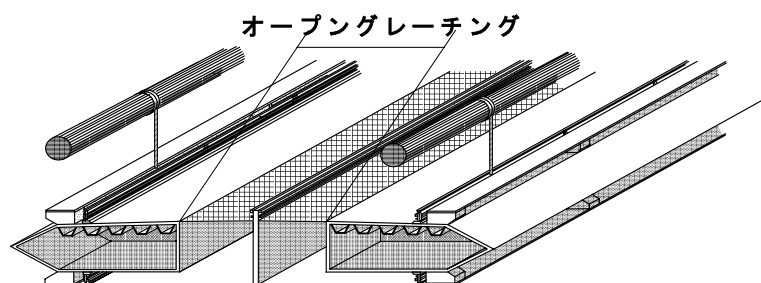


図-1 二箱桁断面

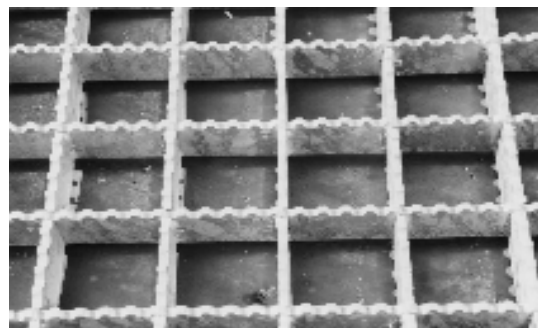


図-2 オープングレーチング形状

2. 解析の概要

オープングレーチング床版上を走行する車両を対象に、図-3に示すようなジャックナイフ現象が引き起こされる原因を考慮した走行シミュレーション解析を行い、タイヤと路面の摩擦係数などのパラメータを用いて、走行車両の限界付近における挙動を検討した。解析車両としてセミトレーラを選択し、その車両挙動の傾向をつかむために、路面摩擦係数の異なる路面間（グレーチングーアスファルト間）でのレーンチェンジを、制動を伴って操舵する場合を解析の対象とした。

解析には、路面とタイヤのすべりを考慮でき、走行車両の挙動が再現可能な市販の解析プログラムを使用した。

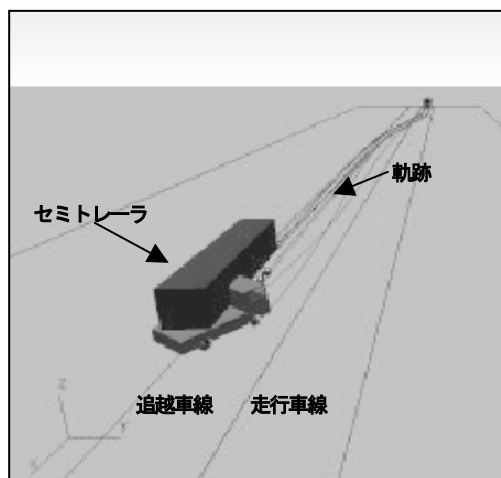


図-3 ジャックナイフ現象

表-1 走行車両のシミュレーション挙動の区分

挙 動	
(J)	ジャックナイフ ←「ジャックナイフ状態」or「ジャックナイフ状態→レーンオーバー」
(JO)	ジャックナイフの傾向になりながらレーンオーバー
(O)	レーンオーバー ←「ジャックナイフ傾向→レーンオーバー→ジャックナイフ状態」
(S)	ブレーキングによるレーンチェンジ中の停止
(R)	ロールオーバー ← 重心高はトラクタ、トレーラ共に0.8[m]に設定
(T)	トレーラスイング
(TR)	トレーラスイングの傾向になりながらロールオーバーする
(◎)	レーンチェンジ完了 ← 若干不安定な挙動も含む

キーワード：オープングレーチング床版、走行シミュレーション解析、セミトレーラ、ジャックナイフ現象

連絡先：〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-22 TEL 078-291-1073 FAX 078-291-1362

3. 解析結果

解析結果は、表－1に示す挙動に区分することとし、解析パラメータが挙動の安定性にどれだけの影響があるかを検証した。ここで、網かけされた区分が不安定な挙動である。挙動区分の判定は、シミュレーション後のイメージ画面を見て、目視により判定した。

すべり摩擦係数 制動力		Gr部(0.8)、As部(0.4) 0.4G					
		Brake Type					
		Foot(フットブレーキ)			Exhaust(排気ブレーキ)		
		Lateral Steer Rise Distance (横方向のステアライズ距離) [%]					
		1.00 (Smooth)	2.50 (Normal)	4.00 (Abrupt)	1.00 (Smooth)	2.50 (Normal)	4.00 (Abrupt)
Vehicle Velocity [km/h]	40	S	S	S	S	◎	◎
	60	S	◎	◎	◎	J	◎
	80	◎	◎	J	J	J	J
	100	◎	J	J	J	J	JO
	120	O	J	J	J	J	J

図－4 判定結果の一例

図－4の判定結果は、セミトレーラがグレーチング(摩擦係数0.8)からアスファルト(摩擦係数0.4)へのレーンチェンジを行った例を示したものである。制動に関するパラメータとして、制動力は0.4G、制動方法は左3列がフットブレーキ、右3列が排気ブレーキとした。縦軸は車速、横軸は横方向のステアライズ距離を示し、それぞれの条件における挙動の判定結果を表したものである。ここで、横方向のステアライズ距離とは、ハンドルの切り方を表す指標で、数値(%)が大きくなるほど急ハンドルになることを表している。

上記の解析は、セミトレーラがレーンチェンジ中に急ブレーキを掛けるという極端な現象を再現したものであり、現実には起こりにくい条件である。あえて傾向を分析すると、40km/hではジャックナイフ現象の危険性はないが、排気ブレーキの場合で60km/hから、フットブレーキで80km/hからジャックナイフ現象の危険性が現れることを表している。

4. 考察

車両挙動の傾向として、表－2に示す結果が得られた。排気ブレーキの使用あるいはグレーチングからアスファルトへのレーンチェンジは危険側となる。

解析結果によると、今回の解析条件ではジャックナイフ現象の発生する可能性は比較的高くなっているが、これは、極端な運転条件で検証しているためと思われる。引き続き妥当なパラメータの設定に関する検証を行う必要がある。

表－2 シミュレーション結果による車両挙動の傾向

要素	高 (良)	←車両の安定性→	低 (悪)
車両速度	低		高
制動方法 (制動輪)	フットブレーキ (トラクタ、トレーラ全輪)		排気ブレーキ (トラクタ後輪のみ)
操舵方法	Smooth	Normal	Abrupt
レーンチェンジパターン (路面摩擦係数)	As→Gr (低→高)		Gr→As (高→低)

5. おわりに

走行車両の挙動に影響するパラメータ数は非常に多いが、本解析では、影響度が低いと推測したものは固定値として設定したうえ、第一段階の傾向を捉えるものとした。さらに走行シミュレーション解析による走行安全性の検討を行うにあたり、今後の課題として考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) サスペンション特性（実データの反映）
- (2) 路面形状（横断線形・縦断線形の考慮）
- (3) 載荷状態（積載時・空車時の比較、前積載後積載の比較、高さ方向の重心位置）
- (4) 風の抵抗（走行車両への風の影響）
- (5) 走行パターン（実走行データの反映）、車両モデル、タイヤモデル

最後にこの検討は旧建設省土木研究所及び本州四国連絡橋公団の共同研究の一環として実施されたことを記す。

※排気ブレーキは停止直前に挙動不安定（ジャックナイフ傾向）になるケースが多い