

長岡技術科学大学 正員 早川 典生
 長岡技術科学大学 正員 後藤 巖
 新潟県 加藤不二也

1. はじめに

新潟県下の国道8号線米山地区では、昭和51年10月29日、走行中の幌付きストントラックが強風のため横転する事故が発生した。同様の事故は52年4月28日付近の上輪橋上をはじめ、54年10月19日首都高速道路湾岸線、荒川河口橋および千葉県明神道付近などで報じられている。国道8号線米山地区は日本海に面した標高50m余の崖上にあり、道路の背後は高さ約20m、1割2分勾配の切工斜面である。この地区は秋から春にかけて季節風が強く吹くことがあり、昭和46年に特殊交通規制区間に指定され、平均風速25m/sで注意体制に入り、同30m/sで交通止めに移行するとしている。この規準により昭和46年以降55年1月まで11回の規制が行われている。

建設省ではこの地区に関して、昭和52年以降毎年気流調査を行い、55年には縮尺1/200の風洞模型を用いて気流の精密な測定を行うと共に、地形変化が気流に与える影響を調査している。しかしながらこれまでのところ、この事故の際にどれだけの力などのように作用したのか、転倒に至る直接の原因・過程に関する研究はない。本研究ではこの点に注目し、米山地区に見られるような地形上に置かれた時の自動車車両に働く力を、風洞実験を用いて求めるものとするものである。

2. 模型実験

実験対象域は米山地区であるが、実験地形は風向きに直角方向には変化のないように単純化し、風向き方向には地形条件を変化させた(図1)。風上側は角度 α の変えられる崖斜面であり、その上に幅員 b の変えられる平坦な道路があり、道路の風下側には角度 β の変えられる斜面がある。これらのパラメーターを表1に示すように変えて実験を行った。実験地形の縮尺は1/30を目安とした。この実験地形に置いた模型車両は、12セトラックを想定して、幅85mm、高さ130mm(車輪部25mmを含む)、長さ260mmの寸法とした。この実験地形に吹きつける風は、送風機(極東・遠心型・CCF)を用い、縦断面を設けて高さ60cm、幅50cmの断面から一様な風が吹き出すようにした。風量は1.46m³/s、平均風速は4.88m/sであった。

本実験の相似則としては、根本により提唱されたようにエネルギー消散率を等しいと仮定すると、速度の縮尺 U_p は長さの縮尺 L_r の $1/3$ 乗で表わされる。この考えによれば吹出口流速は $L_r=1/30$ として、15.2m/sに相当する。測定は風向風速分布、地形面上の圧力分布、模型車両周りの圧力分布について行った。風速分布は熱線風速計(日吉電機製SIOI(NI)型)を、風向分布は糸糸ウタフトを用いて測定した。なお風向風速測定は車両模型を置いてない場合にのみ行った。圧力分布の測定は地形模型面および車両模型面にそれぞれ8mm、5mmの孔をあけ、そこに同径の塩ビ管をとりつけ、塩ビ管を圧力変換器(共相電業製PG-C)に接続して、圧力値を電磁オシ

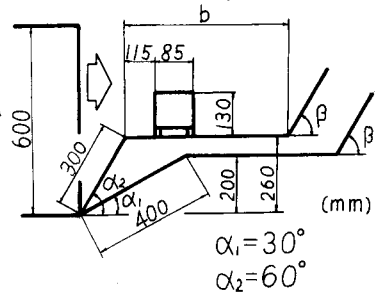


図1. 風洞吹出口と模型地形

表1. 実験条件

b (cm)	20	30	40
α °	30	60	
β °	0	30	60

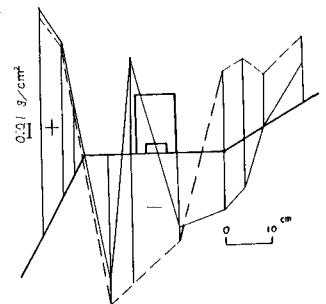


図2 地形面上の圧力分布(実線は車体のある時、破線がない時)

グラフで読みとった。

$\alpha = 60^\circ$, $b = 30 \text{ cm}$, $\beta = 30^\circ$ の時の地形面上の圧力分布を図2に、車体の周りの圧力分布を図3に示す。図2によれば、風下側斜面付近では圧力勾配が正になっており、地表面近傍には逆流の存在する可能性を示している。この傾向はタフトによる観察においても現れ、程度の差はある、実験全ケースにおいて観察された。この道路面上に逆流を伴う渦の発生する事実は、建設省の現地調査でも確認されている。車体の直前の大きな圧力ピークは、車体の直前および直下には大きな流れが存在していることを示している。

車体の周りの圧力分布では、当然ながら風上側では大きな正圧を受けるが、他の側面では地形条件により正負の値をとる。

表2は図3のように得られた圧力分布から計算した：車体にかかる力の合力 P (単位長さ当り)、風下側の車輪の地表面との接点 (図3のE) のまわりのモーメント M (単位幅当り)、抗力係数 C_D および揚力係数 C_L 、モーメントの腕の長さ r を示したものである。ここで抗力係数および揚力係数は各々、合力の水平成分および鉛直成分を $\frac{1}{2} \rho U^2 A$ 、ここで ρ は空気の密度、 U は取出口での風速、 A は風に面している面積である。また合力の計算にあつては、各面の一番外側の圧力測定値から隅角部にかけては一定値であるとした。

図4にはこれらの値を、風下側斜面の角度 β の関数として示した。この図から $\beta = 0$ 、すなわち風下側斜面のない場合には P , M は最大であること、道路幅員 b の増加に伴い複雑に変化するが、本実験の範囲では P , M は減少する傾向がある。

3. 車両の転倒条件

本実験結果から原型車両の転倒する条件を求めることができる。車両の転倒条件は次式で表わされる。

$$M = Pr = Wt/2 \quad (1)$$

ここで W は車両の重量、 t は車両の幅である。 C_D , C_L を用いると式(1)について次のように解くことができる。

$$U^2 = \frac{1}{(C_D^2 + C_L^2)^{1/2}} \frac{W}{\rho A} \frac{t}{r} \quad (2)$$

この式により、米山地区に最も近い $\alpha = 60^\circ$, $b = 30 \text{ cm}$, $\beta = 30^\circ$ のケースについて、縮率を $1/30$ とし、 $W = 2000 \text{ kg}$ として計算すると $U = 37.2 \text{ m/s}$ となる。この数値は事故当時の瞬間風速として推定されている値 33 m/s に近い。

4. あとがき

車両の転倒事故について、本研究は初歩的な研究を行ったものである。実際の転倒においては、米山地区の例では風上側に倒れることがしばしばあり、将来の研究が必要である。

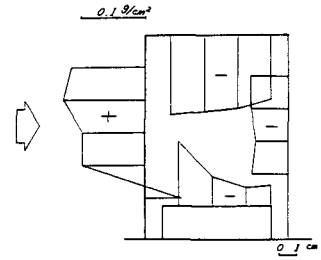


図3 車体周りの圧力分布測定例

($\alpha = 60^\circ$, $b = 30 \text{ cm}$, $\beta = 30^\circ$)

表3 車体に働く力、モーメント

α	b	β	P	M	C_D	C_L	r
$^\circ$	cm		g/cm	gcm/cm			cm
30	20	30	1.66	12.6	1.04	-0.22	7.60
30	30	30	1.55	10.6	0.99	-0.01	6.80
30	40	30	1.50	10.1	0.96	0.05	6.74
30	20	60	1.25	10.8	0.67	-0.43	8.62
30	30	60	1.36	9.82	0.86	-0.12	7.21
30	40	60	1.18	10.1	0.76	-0.04	8.49
30	∞	0	1.75	12.4	1.12	-0.03	7.10
60	20	30	1.34	12.1	0.79	-0.32	9.01
60	30	30	1.31	13.2	0.92	-0.30	8.74
60	40	30	1.31	11.2	0.82	-0.16	8.57
60	20	60	0.611	6.74	0.31	-0.23	11.0
60	30	60	1.08	14.1	0.69	-0.14	13.0
60	40	60	1.11	10.4	0.69	-0.16	9.31
60	∞	0	1.92	14.3	1.23	0.05	7.42

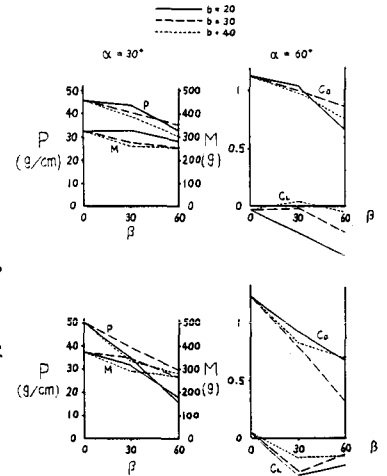


図4 車体に働く力 P , モーメント M , C_D , C_L