

IV-111 一般国道8号糸魚川バイパスにおける越波の予知について

建設省 北陸地方建設局 加賀田 晋 成
 建設省 北陸地方建設局 小 川 進
 建設省 北陸地方建設局 正 員 ○秋 村 成一郎
 (株)日本港湾コンサルタント 正 員 木 村 弘

1. は じ め に

新潟県糸魚川市にある一般国道8号糸魚川バイパスでは、路上越波が毎年特に10月から1月にかけて多く発生し、車輛の通行に支障を来している。そこで、安全を図るため、特殊通行規制区間に指定し通行規制（通行止及び注意体制）を行っている。ところで、通行規制の基準は主観的判断に頼る傾向が強く、したがって、実施の決定には、道路管理者の長年の経験によるところが大きいのが現状である。そこで本稿は、この通行規制基準をより客観的なものにすることを目的として、越波の予知を検討したものである。

2. 予 知 の 内 容

本稿では、越波の発生の原因が低気圧であることに鑑み、低気圧が東経138度（糸魚川市から東へ約12kmの所）通過時を基点にして分析を行った。予知項目と外的基準及びその分析手法は右表の通りである。この表からわかるように、越波の程度における外的基準は、通行止程度の越波、注意体制程度の越波、越波なしの3つとした。

表-1 予知項目（外的基準）と分析手法

予知項目（外的基準）	分析手法
1 越波の程度（通行止程度、注意体制程度、越波なし）	判別分析
2 低気圧が東経138度通過時から通行止開始までの時間	重回帰分析
3 通行止の継続時間	
4 低気圧が東経138度通過時から通行止解除までの時間	

次に、説明変数については、4ケースとも同じ変数を設定し、以下の通りとした。すなわち、低気圧に関するもの（ X_1 : 中心気圧 (mb), X_2 : 緯度 (北緯, 度), X_3 : 移動速度 (km/h)）、直江津港の波高等に関するもの（ X_4 : 有義波高 (m), X_5 : 潮位 (m)）、舩倉島の波浪に関するもの（ X_6 : 風波階級, X_7 : うねり階級, X_8 : 風波階級6以上の継続時間 (h)）、及び糸魚川バイパスの特性を表すもの（ X_9 : 波の打上げ高 (m), X_{10} : 堤脚水深 (m)）の10変数を選定した。なお、データは昭和49年～昭和54年のものを用いた。

3. 分析 結 果

3-1 越波の程度

判別分析の結果、2つの正準変数 $Y_1^{(1)}$ （累積寄与率0.705）、 $Y_1^{(2)}$ （同1.000）が選ばれた。説明変数と正準変数との対応は下式の通りである。

$$Y_1^{(1)} = -0.113 X_1 + 0.126 X_2 + 0.011 X_3 - 1.624 X_4 + 0.179 X_5 - 0.139 X_6 - 1.024 X_7 + 0.124 X_8 + 0.905 X_9 + 14.933 X_{10} \quad (1)$$

$$Y_1^{(2)} = 0.026 X_1 + 0.223 X_2 + 0.012 X_3 - 1.628 X_4 + 0.263 X_5 - 0.225 X_6 + 0.504 X_7 - 0.101 X_8 - 0.101 X_9 + 26.198 X_{10} \quad (2)$$

3-2 通行止開始までの時間

ステップ・ワイズ法（変数増加法）により重回帰分析を行った結果、通行止開始までの時間 Y_2 (h) は、下式のようになった。

$$Y_2 = -53.085 + 0.217 X_1 - 3.545 X_2 + 0.268 X_3 + 0.627 X_4 + 2.952 X_5 + 1.117 X_{10} \quad (3)$$

3-3 通行止の継続時間

3-2と同様の分析を行った結果、通行止の継続時間 Y_3 (h) は、次式のように求められた。

$$Y_0 = 600.115 - 0.596X_1 + 1.109X_2 - 0.468X_3 - 6.264X_4 - 6.680X_5 + 4.999X_6 \quad (4)$$

3-4 通行止解除までの時間

3-2と同様の分析を行った結果、通行止解除までの時間 Y_0 (s)は、次式のとおりに求められた。

$$Y_0 = -596.397 + 0.211X_1 - 0.530X_2 + 0.047X_3 - 2.367X_4 + 2.214X_5 - 194.549X_6 \quad (5)$$

3-5 予知の精度

各予知項目の精度を求めたところ、右表のようになった。

表のように、いずれの予知項目についても、実用上支障のないものと考えられる。なお、ダービン・ワトソン検定を行ったが、問題はなかった。

4 越波の程度の判別方法

ここで、越波の程度の判別方法について述べることにする。

判別関数を求めたところ、以下のようになった。

$$(a) \text{ 通行止} : Y_1^{(a)} = -4.960 + 6.310 Y_1^{(1)} \quad (6)$$

$$(b) \text{ 注意体制} : Y_1^{(b)} = -1.729 - 1.293 Y_1^{(1)} \quad (7)$$

$$(c) \text{ 越波なし} : Y_1^{(c)} = 0.821 + 0.784 Y_1^{(1)} \quad (8)$$

これを示したのが右図であるが、④、⑤、⑥はそれぞれ通行止、注意体制、越波なしの判別領域である。また、①、②、③はそれぞれ通行止と注意体制、注意体制と越波なし、越波なしと通行止の遷移領域であり、⑦は、通行止、注意体制、越波なしの3つの遷移領域である。なお、判別の結果、通行止が注意体制、注意体制が通行止と判別されたケースが各1回あったが、通行止が越波なし、あるいは越波なしが通行止と判別されたケースはなかった。

以上より、越波の程度の判別は、式(1)、(2)より $Y_1^{(1)}$ 、 $Y_1^{(2)}$ を算定し、図-1にプロットすることにより行うことができる。

5 予知の簡略化

越波の予知の際、説明変数 X_4 及び X_6 のデータの収集並びに算定には多少時間を要するので、予知の簡略化として次の2ケースを考えた。

(a) X_4 の代わりに最大液高、 X_6 の代わりに最大液高より求めた液の打上げ高を用いる。

(b) X_4 及び X_6 を説明変数から削除する。

この場合の精度を示したのが右表である。(a)、(b)と次第に精度は落ちているが、実用上は支障がないものと思われる。

6 おわりに

以上のように、越波の予知が可能であり、道路管理者の通行規制実施の決定の負担を軽減する客観的基準づくりの目途が立ったものと考えられる。また、データの入手についても見通しが立ち、越波の予知が少なくとも5時間前には行えることがわかった。今後は、実際にこの予知の手法を適用し、予知の精度を向上させるとともに客観的な通行規制の基準を作成していく方針である。

< 参考文献 > 河口至南; 多変量解析入門 I・II, 数学ライブラリー-J 2・46, 森北出版株式会社, 1973・1978年

表-2 予知の精度

予知項目	的中率(寄与率)	データ数
1 越波の程度	0.895	19
2 通行止開始までの時間(1.000)		8
3 通行止の継続時間(0.998)		8
4 通行止解除までの時間(1.000)		8

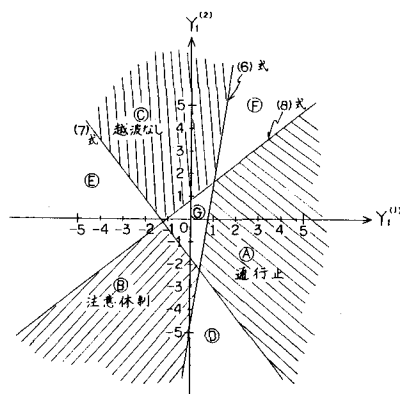


図-1 越波の程度の判別

表-3 簡略化した場合の精度

予知項目	的中率(寄与率)		
	(a) の場合	(b) の場合	簡略化しない場合
1 越波の程度	0.842	0.789	0.895
2 通行止開始までの時間(1.000)	(1.000)	(0.999)	(1.000)
3 通行止の継続時間(0.960)	(0.960)	(0.960)	(0.998)
4 通行止解除までの時間(1.000)	(1.000)	(1.000)	(1.000)