

I - 21 1995 年兵庫県南部地震による神戸市東灘区の道路閉塞の判別分析

徳島大学大学院 学生員 ○福井 佑一郎 徳島大学工学部 正員 成行 義文
徳島大学工学部 フェロー 平尾 潔 徳島大学大学院 学生員 谷元 雅哉

1. はじめに

1995 年兵庫県南部地震により、神戸市等において家屋の倒壊等による道路閉塞が多数生じ、住民の避難・救急・応急復旧等の活動において大きな妨げとなった。このことは、地震時の非常事態における道路網のネットワーク特性を検討する上で、震後の道路閉塞の影響を考慮する必要があることを示唆している。本研究では、地震時の家屋倒壊による道路閉塞の予測手法を導くための基礎的研究として、まず兵庫県南部地震による神戸市東灘区の道路閉塞状況の調査を行い、次いでそれらのデータの判別分析を行った。また、神戸市東灘区のデータに基づく判別分析式を同市長田区にも適用し、その精度に関する若干の比較検討を行った。

2. 道路属性・閉塞状況等の調査方法

まず、調査対象道路として、一般車両のほぼ通行可能限界と思われる幅員 2m 以上の道路を住宅地図¹⁾より選定した。選定された道路網をノードとリンクで表わし、各リンクの属性である車道幅員・歩道幅員・断層垂線との角度・沿道建物数等を住宅地図¹⁾より、また沿道建物全壊数を災害現況図²⁾より求めた。各リンクの沿道建物全壊率は“沿道建物全壊数／沿道建物数”で算出する。各リンクの道路閉塞状況は震後 3 日以内に撮影された航空写真³⁾より判読した。また本研究では、従来のように道路を双方向の 1 つのリンクとする場合(図 - 1)と、それぞれ片側の属性(車道・歩道幅員、沿道建物数、沿道建物全壊率)を有する 2 つのリンクとする場合(図 - 2)の各々についてデータを収集した。ちなみに、各場合のリンク数は、それぞれ 906 個と 1155 個である。

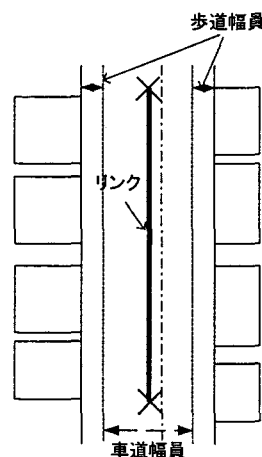


図 - 1 1つの道路を
1リンクとする場合
(Case1)

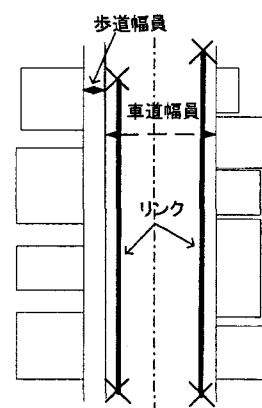


図 - 2 1つの道路を
2リンクとする場合
(Case2)

3. 判別分析手法

車道幅員・歩道幅員・断層垂線との角度・沿道建物数・沿道建物全壊率を説明変数として、『マハラノビスの距離』に基づく道路閉塞の判別分析を行った。図 - 3 は『マハラノビスの距離』に基づく道路閉塞の判別分析を模式的に示したものである。“閉塞の有無”により各リンクが 2 つのグループ、すなわち第 1 群(閉塞有)および第 2 群(閉塞無)に分けられており、図中の 2 次曲線は、2 つのグループ G_1 ・ G_2 の各重心から等距離にある点の集まりを表わしている。ここでの重心とは、それぞれの群の各説明変数の平均値である。あるリンク i の各群の重心までの距離をそれぞれ算出し、仮に第 1 群の重心までの距離の方が小さければ、リンク i は第 1 群(閉塞有)に属すると判別される。

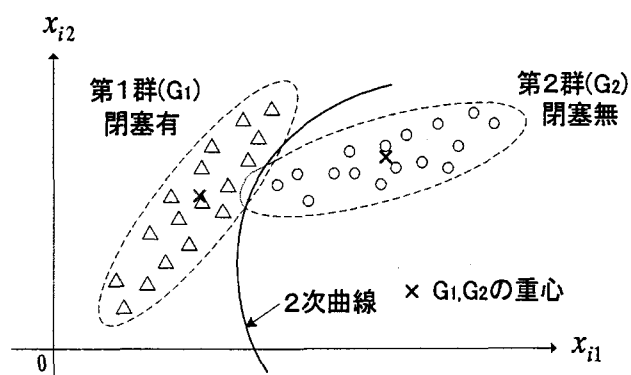


図 - 3 マハラノビスの距離による判別分析の概念図

4. 判別分析結果および説明変数の寄与の検定

表 - 1 は、各リンクを 1 リンクとした場合と 2 リンクとした場合の各判別率をそれぞれ示したものである。同表より分かる

表 - 1 各判別分析による判別率(%)

道路の扱い方	Case1	Case2
全リンク数	906	1155
判別率的中数	725	927
判別率的中率(%)	80.0%	80.3%

ように、わずかに Case2 の判別的中率が高いものの、双方の判別的中率の差は、ほとんど見られなかった。また、これらの場合において、1 つの説明変数を除いた時の判別の中率を表 - 2 に示す。同表より、いずれの場合も、沿道建物全壊率を無視した場合に最も判別の中率の低下が見られることが

表 - 2 説明変数の寄与の検定

	無視する説明変数	車道無視	歩道無視	角度無視	建物数無視	全壊率無視
	判別の中数(全906リンク)	688	712	720	715	435
Case1	判別の中率	75.9%	78.6%	79.5%	78.9%	48.0%
Case2	判別の中数(全1155リンク)	887	906	937	943	829
	判別の中率	76.8%	78.4%	81.1%	81.6%	71.8%

分かる。したがって、判別分析の精度に最も寄与している説明変数は沿道建物全壊率であると言える。また、各リンクと断層垂線との角度と沿道建物数の寄与は小さく、Case2 の場合には、それらを無視した方が判別の中率が高くなっている。

5. 東灘区のデータに基づく判別分析式の長田区への適用

前述の神戸市東灘区の Case1 における判別分析式を閉塞状態が既知の神戸市長田区に適用した。結果を表 - 3 に示す。同表より分かるように、閉塞有リンク 293 個中、241 個が閉塞有（判別の中率 82%）、また閉塞無リンク 608 個中、406 個が閉塞無（判別の中率 67%）と判別された。全体では 901 リンク中、647 リンクが実測と一致しており、判別の中率は 72%であった。

表 - 3 道路閉塞予測

		予測群		計
		第1群(閉塞有)	第2群(閉塞無)	
実測	第1群(閉塞有)	241	52	293
	第2群(閉塞無)	202	406	608
				901

表 - 4 各判別分析による判別の中率(%)

道路の扱い方	Case2(1155リンク)	
	全壊率考慮	倒壊率考慮
判別の中数	927	1045
判別の中率(%)	80.3%	90.5%

6. 沿道建物道路側倒壊率を説明変数とした場合の判別分析

判別の中率の向上を目指して、前述の Case2 における“沿道建物全壊率”の代わりに“沿道建物道路側倒壊率”を説明変数として採用し、判別分析を行った結果、表 - 4 のように判別の中率が約 10% 向上した。なお、沿道建物道路側倒壊率は航空写真³⁾より調べた沿道建物道路側倒壊数より算定した。図 - 4 は各リンクの“沿道建物全壊率”と“沿道建物道路側倒壊率”との関係を示したものである。この図より、これらの間には明確な関係はないように思われる。

7. おわりに

車道幅員・歩道幅員・リンクと断層垂線との角度・沿道建物数・沿道建物全壊率の説明変数の内、最も判別の中率への寄与度が高いのは“沿道建物全壊率”であり、“角度”ならびに“沿道建物数”の寄与度は極めて低いことが分かった。また、“沿道建物全壊率”を説明変数の 1 つとした場合、判別の中率は約 80% であるが、その代わりに“沿道建物道路側倒壊率”を用いた場合には、判別の中率は約 90% に向上した。また、神戸市東灘区のデータに基づく道路閉塞の判別分析式を同市長田区に適用した結果、判別の中率は約 70% であった。本研究では、神戸市東灘区および長田区を対象として、道路閉塞に関する調査・分析を行った。今後さらに他の地域のデータについても調査・分析を行うとともに、兵庫県南部地震以外の震災事例の調査・分析も必要である。また、“沿道建物全壊率”あるいは“沿道建物道路側倒壊率”等の推定に関しても検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) ゼンリン住宅地図'94 (神戸市東灘区)
- 2) 震災復興都市づくり特別委員会：被災度別建物分布状況：日本都市計画学会関西支部、1995.3.
- 3) アジア航測(株)：阪神・淡路大震災 航空写真集、1995.6.

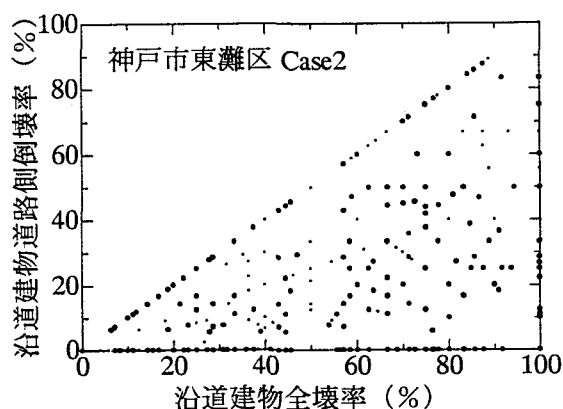


図 - 4 全壊率—倒壊率の関係