

地震による被災特性を考慮した道路の通行規制期間に関する統計的分析*

Statistical Analysis of Periods of Traffic Closure of Roads According to Characteristics of Damaged Conditions

堀 井 雅 史**

Masafumi HORII

1. はじめに

モータリゼーションの全国的波及に伴い、道路交通は地域の社会・経済活動を支える都市施設として重要な役割を果たしている。したがって、最近多発している地震災害に見られるように、地震による交通遮断は、地域全体の生産活動を停滞させ、住民の生活を脅かす恐れがあるため、震災による被害を最小限にし、災害時でも地域が孤立することのないような道路交通の確保は重要な課題である。

このためには、合理的な震災後の道路網復旧過程の定式化が重要となってくる。著者らは、大震災後の道路網復旧過程の定式化において、代替機能性指標と位置的重要度指標を用いて復旧優先順位の与え方について検討を行っているが¹⁾、ここで問題となるのは、地震発生からの時間の経過によって評価の尺度が異なってくるのではないかということである。すなわち、地震発生直後では道路利用者は震災による通行規制の情報をあまり得ておらず、被災区間の直前まで到達して迂回路へ転換すると考えられたため、これを表現できればよいが、ある程度時間が経過すると、利用者は被災区間に関する情報を入手しており、あらかじめ目的地までのルートを想定して行動するためOD間のルートの確保という点に評価の重点を置くべきであるということである。したがって、被災区間の通行規制期間があらかじめ長期か短期かが想定できれば、それぞれについて評価指標を再設定できると考えられる。

そこで本研究では、被災条件に応じた地震による

道路の通行規制期間に関する実態を把握するため、地震によって被災した道路・橋梁に関する資料を過去の震災より収集し、地震による通行規制期間に及ぼす要因について、統計的分析を試み、その影響の大きさについて検討を行ったものである。

2. 資料および分析方法

本研究で用いた資料は、過去に発生した地震災害の中で、1978年宮城県沖地震²⁾、1983年日本海中部地震³⁾、1993年釧路沖地震に関する調査報告書⁴⁾によるものである。分析対象データは、被災した国道、県・道道の道路・橋梁区間のうち、通行規制を伴い、その期間の記述があった150件とした。表-1のその内訳を示す。これらの区間に対して、路線名、発生場所、被災形態、通行規制区間延長、地質条件、通行規制開始日時、終了日時、2段階の規制があった場合には、その開始、終了日時のデータを収集し、通行規制期間とその他の要因との関係をクロス集計を行って把握を試みた。さらに各要因が通行規制期間に及ぼす影響を総合的に把握するために、数量化

表-1 分析対象データ

地 域	国道	県(道)道	道 路	橋 梁	合 計
北 海 道	12	48	41	19	60
青 森	8	14	18	4	22
秋 田	5	19	22	2	24
宮 城	12	32	28	16	44
小 計	37	113	109	41	150

表-2 発生地域別通行規制期間

規制期間	北海道	青森	秋田	宮城	合 計
1 日 未 満	8	11	14	15	48
1 日 ~ 3 日 未 満	5	4	1	4	14
3 日 ~ 7 日 未 満	3	0	1	2	6
7 日 ~ 30 日 未 満	4	3	1	4	12
30 日 以 上	40	4	7	19	70
小 計	60	22	24	44	150

*キーワード：防災計画、地震災害

**正会員 工博 日本大学専任講師 工学部土木工学科
(〒963 郡山市田村町徳定字中河原1)

Ⅱ類による分析を行った。

表-3 道路種別、道路橋梁別通行規制期間

規制期間	国道	県(道)道	道 路	橋 梁	合 計
1 日 未 満	12	36	38	10	48
1日～3日未満	6	8	11	3	14
3日～7日未満	3	3	5	1	6
7日～30日未満	3	9	10	2	12
30日以上	13	57	45	25	70
小 計	37	113	109	41	150

3. 各要因が通行規制期間に及ぼす影響

表-2は、震災による何らかの通行規制が完全に解除されるまでの期間（以下全規制期間と呼ぶことにする）を発生地域別に集計した結果である。これによると、釧路沖地震、宮城県沖地震において長期間規制されていたものが多く、日本海中部地震では短期間のものが多い。平均値でみると、釧路沖地震が82日、日本海中部地震

表-4 通行規制内容別通行規制期間

通行規制 規制期間	全面通行止	全面通行止→片側交互通行	片側交互通行	大型車	徐行	合 計
1 日 未 満	31	2	14	0	1	48
1日～3日未満	3	3	7	1	0	14
3日～7日未満	1	1	3	1	0	6
7日～30日未満	6	1	5	0	0	12
30日以上	19	18	20	12	1	70
小 計	60	25	49	14	2	150

表-5 地域ごとの被災形態別発生件数

被災形態 地 域	道 路							橋 梁					小計	合 計
	決壊	陥没	亀裂	陥没 亀裂	隆起 沈下	落石・土砂崩落	建物等倒壊	橋梁上部工被害	支保部被害	橋梁下部工被害	裏込め土崩壊	橋面との段差		
北海道	6	30	2	2	0	1	0	41	3	8	6	2	0	19
青森	1	8	2	0	2	5	0	18	1	0	0	0	3	4
秋田	3	4	1	9	2	2	1	22	1	0	1	0	0	2
宮城	4	3	5	0	3	8	5	28	4	1	7	4	0	16
小 計	14	45	10	11	7	16	6	109	9	9	14	6	3	41

表-6 通行規制の内容ごとの被災形態別発生件数

被災形態 通行規制	道 路							橋 梁					小計	合 計
	決壊	陥没	亀裂	陥没 亀裂	隆起 沈下	落石・土砂崩落	建物等倒壊	橋梁上部工被害	支保部被害	橋梁下部工被害	裏込め土崩壊	橋面との段差		
全面通行止	4	18	4	6	2	10	1	45	4	2	6	2	1	15
全面通行止→片側交互通行	2	11	0	5	1	3	0	22	0	1	1	1	0	3
片側交互通行	8	16	6	0	3	3	5	41	1	3	2	1	1	8
大型車規制	0	0	0	0	1	0	0	1	4	3	4	1	1	13
徐 行	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
小 計	14	45	10	11	7	16	6	109	9	9	14	6	3	41

表-7 地質分類ごとの被災形態別発生件数

被災形態 地質分類	道 路							橋 梁					小計	合 計
	決壊	陥没	亀裂	陥没 亀裂	隆起 沈下	落石・土砂崩落	建物等倒壊	橋梁上部工被害	支保部被害	橋梁下部工被害	裏込め土崩壊	橋面との段差		
堆 積 岩	2	14	4	2	2	3	4	31	6	6	9	4	2	27
火 成 岩	4	10	2	0	0	6	1	23	0	0	0	0	0	23
礫・砂・泥	6	17	4	9	5	7	1	49	3	3	5	2	1	14
泥 炭	2	4	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
小 計	14	45	10	11	7	16	6	109	9	9	14	6	3	41

が22日、宮城県沖地震が79日であった。表-3には道路種別、道路・橋梁別に全規制期間を集計した結果である。国道に比べて県・道道で発生した通行規制の方が長期化しているものが多い。道路と橋梁を比較すると、道路においても長期間規制されているところがみられるが、橋梁においては半数以上が30日を越えている。全規制期間の平均値は、道路が57日、橋梁は77日である。表-4は同様に通行規制の内容別に集計した結果である。全面通行止め（全規制期間の平均値36日）は早期に解除されるものが多いが、全面通行止めから片側交互通行（同74日）、片側交互通行（同74日）、大型車規制（同116日）に

ついては長期化している。

つぎに被災形態ごとの特徴について検討を行った。なお被災形態については既往の文献⁵⁾を参考に分類している。表-5は、道路・橋梁ごとの地域別各被災形態発生件数について集計した結果である。まず道路については、陥没による被害がもっとも多く発生しており、ついで落石・土砂崩落、決壊となっている。陥没、決壊については北海道において多く発生している。落石・土砂崩落、建物等倒壊は宮城県において多くなっている。橋梁については、橋梁下部工の被害によるものも多く、上部工、支保部における被害も多い。下部工被害は北海道、宮城県にお

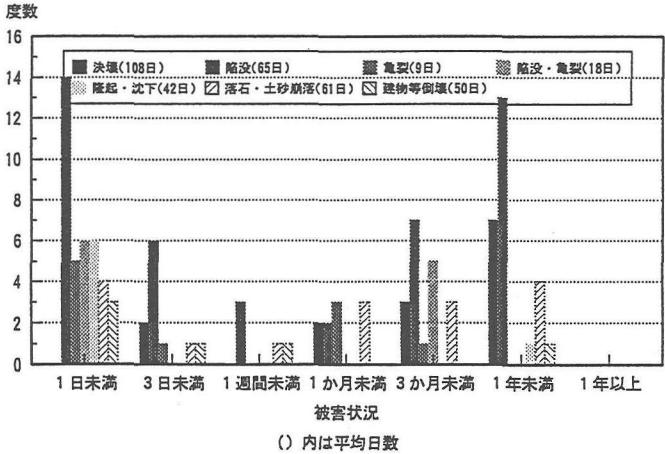
いて多く発生しており、支承部被害は北海道において多くなっている。表－6は通行規制の内容ごとの被災形態別発生件数についての集計結果である。通行規制の内容は被害の規模によるが、道路においては、陥没や亀裂、落石・土砂崩落による通行規制がまず全面通行止めになるケースが多いようである。橋梁においては各被災形態とも各規制の内容に分布している。表－7には地盤の地質分類ごとの被災形態別発生件数に関する集計結果を示した。なお地質分類については、被災箇所の地質図より読みとっている。道路の場合、被災場所の地質が礫・砂・泥の場合に最も多く被害が発生しており、陥没、陥没・亀裂、隆起・沈下の各被災形態において多くなっている。橋梁の場合は、堆積岩に立地しているもの被害が最も多く、ついで礫・砂・泥となっている。

図－1、図－2には、道路、橋梁ごとの各被災形態に関して全規制期間の分布を示したものである。まず道路については、図中のカッコ内の数字でわかるとおり、決壊によるものが平均値で108日と最も長くなっている。陥没によるものは1日未満のものも多く発生しているが、6か月未満のものが多く、平均として2番目になっている。ついで落石・土砂崩落の順であった。

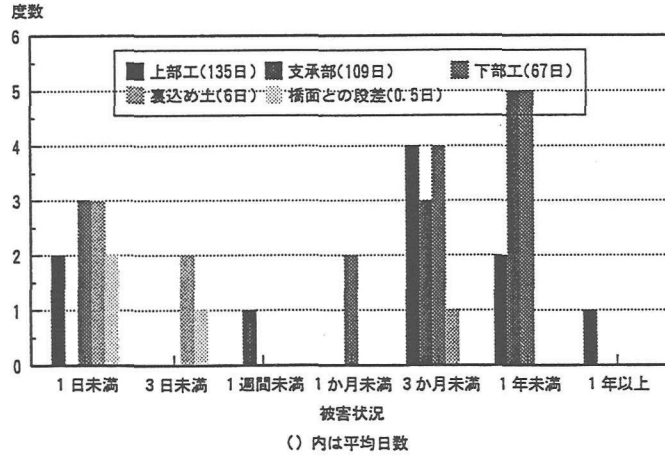
橋梁の場合は、全体的に道路の場合よりも長くなっており、上部工の被害、支承部の被害とも全規制期間の平均が100日を超えている。最長の規制は上部工の被害で1年以上復旧に要している。

4. 地震による全規制期間分類モデルの設定

以上までは、各要因が全規制期間に及ぼす影響について個々に分析を行ったものであるが、ここではこれらの要因を総合的に扱うために数量化Ⅱ類を用いて分析を行った。具体的には、全規制期間をある



図－1 被災形態別合計規制期間の分布（道路）



図－2 被災形態別通行規制期間の分布（橋梁）

値で分類し、各要因でその分類を説明しようとするものである。ここでは、分類基準として、仮に1日を採用し、これを基準として短期規制、長期規制に分類して分析を行った。なお、道路と橋梁では被災形態が異なるため別々に分析を行っている。

表－8には道路に関する分析結果を示した。ここで大型車規制はサンプルが1個であったので、削除して分析を行った。これによると2要因で相関比は若干低い、正答率が76%と比較的外的基準を説明できると考えられる。要因別では、レンジ、偏相関係数とも被災形態の影響の方が大きくなっている。カテゴリーウェイトの分布は各要因での結果と同様であり、妥当な結果が得られた。

表－9は橋梁に関する分析結果である。橋梁の場合

合はサンプル数に問題があるものの相関比、正答率とも道路の場合より高くなっており、全規制期間の長短を説明できると考えられる。

5. まとめ

本研究は、地震による通行規制期間に及ぼす要因について、統計的分析を試み、規制期間の特徴について検討を行ったものである。以下に得られた結果を示す。

1) 全規制期間に及ぼす影響が大きい要因としては、被災形態、通行規制の内容、道路・橋梁の別などであることが理解された。特に被災形態において道路では決壊、橋梁においては上部工の被害が長期化する傾向にある。道路と橋梁においては橋梁の方が復旧に期間を要することを示した。

2) 数量化Ⅱ類によって、全規制期間の長期・短期分類について被災形態と通行規制の内容によってある程度説明が可能であり、全規制期間の事前予測についての可能性を示した。

今後の課題としては、被害の規模を表現できるようなその他の要因の抽出があげられる。また本研究のデータにも含まれていたが、早期に全面通行止めを解除する

2段階規制の特徴についても明らかにする必要がある。これが可能となれば、ひとたび地震が発生し、通行規制が実施されると、各被災区間の復旧に要する期間をある程度把握することが可能となり、復旧優先順位の与え方に有用な情報をもたらすものと考えられる。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金一般研究(C)(07650628)において行われた研究成果の一部である。

参考文献

1) 堀井・武山・福田：大震災後の道路ネットワーク復旧システムに関する研究, 土木計画学研究・講演

表-8 数量化Ⅱ類分析結果(道路)

アイテム	カテゴリー	度数	第1合成変量		偏相関係数
			係数	レンジ	
通行規制	全面通行止	45	-0.587	1.607	0.386
	全面通行止→片側交互通行	22	1.020		
	片側交互通行	41	0.097		
被災形態	決壊	14	1.253	3.645	0.496
	陥没	45	0.100		
	亀裂	10	-0.365		
	陥没・亀裂	11	-0.851		
	隆起・沈下	6	-2.392		
	落石・土砂崩落	16	0.530		
	建物等倒壊	6	-0.525		
相関比				0.328	

正答率

		第1合成変量		
		平均	比	正答率
1群	短期規制	-0.777	29/38	0.763
2群	長期規制	0.422	53/70	0.757
全体			82/108	0.759

表-9 数量化Ⅱ類分析結果(橋梁)

アイテム	カテゴリー	度数	第1合成変量		偏相関係数
			係数	レンジ	
通行規制	全面通行止	15	0.960	1.777	0.605
	全面通行止→片側交互通行	3	-0.817		
	片側交互通行	8	-0.404		
	大型車規制	13	-0.760		
	徐行	2	0.582		
被災形態	橋梁上部工被害	9	-0.117	2.035	0.488
	支承部被害	9	-0.551		
	橋梁下部工被害	14	-0.219		
	裏込め土崩壊	6	0.771		
	橋面との段差	3	1.484		
				相関比	0.484

正答率

		第1合成変量		
		平均	比	正答率
1群	短期規制	1.224	10/10	1.000
2群	長期規制	-0.395	25/31	0.806
全体			35/41	0.854

集15(1)-2, pp.767-774, 1992.1.

2) たとえば土木学会東北支部：1978年宮城県沖地震震調査報告書, 1980.4.

3) たとえば土木学会：1983年日本海中部地震震害調査報告書, 1986.10.

4) たとえば土木学会：1993年釧路沖地震震害調査報告書, 1994.12.

5) 建設工法研究所：地震対策と災害復旧工法, 1987.8.