

I - 1 橋梁の地震被害に関する要因分析

徳島大学大学院 学生員○曾根洋治郎 ニタコンサルタンツ 正会員 永野優子
徳島大学工学部 正会員 澤田 勉 徳島大学工学部 正会員 三神 厚

1. はじめに

大地震時に道路橋が被害を被ることは、被災地への救援物資などの輸送に大きな影響を及ぼす。また、それらの長期間にわたる機能停止は地震後の緊急対応や復旧活動の妨げとなり、社会経済活動にも大きなダメージを与えるなど、2 次的な被害の拡大を助長する。この様な観点から、本研究では、過去われわれが経験した地震の被害調査報告書等をもとに、統一した被害状況の指標を設定し、戦後の代表的な 12 個の地震を対象として、道路橋の被害調査を行い、その調査データをもとに橋梁の被害要因を分析する。

2. 調査対象地震

本研究では、表 1 に示すような比較的地震規模が大きく、また、道路橋の被害が顕著である 12 地震を調査対象地震とした。表中には、地震名、地震発生年月日、マグニチュード、震源深さ、被害状況として死者数、負傷者数、家屋の全壊・半壊戸数および調査橋梁数（計 358 橋）を記入した。

地震 番号	地震名	発生年月日	M	死者(人)	負傷者(人)	家 屋 (戸)		調査橋梁数
						全壊	半壊	
1	南海地震	1946.12.21	8.0	1,330	3,842	11,591	23,487	2
2	福井地震	1948.6.28	7.1	3,895	20,024	35,420	10,092	16
3	新潟地震	1964.6.16	7.5	26	447	1,960	6,640	14
4	十勝沖地震	1968.5.16	7.9	52	330	673	3,004	4
5	伊豆半島沖地震	1974.5.9	6.9	29	78	46	125	2
6	宮城県沖地震	1978.6.12	7.4	28	1,227	651	5,450	94
7	日本海中部地震	1983.5.26	7.7	104	163	934	2,115	15
8	釧路沖地震	1993.1.15	7.8	2	967	不明	不明	4
9	北海道南西沖地震	1993.7.12	7.8	202	321	不明	不明	8
10	北海道東方沖地震	1994.10.4	8.1	0	435	不明	不明	4
11	三陸はるか沖地震	1994.12.28	7.5	3	783	72	421	5
12	兵庫県南部地震	1995.1.17	7.2	5,502	34,626	82,091	68,043	75

表 1 調査対象地震

3. 損傷度評価システム

本研究では、不統一な形式で書かれた被害調査報告書の中から道路橋の被害状況を抽出し、それらを定量的に評価するための“損傷度評価システム”を構築した。

損傷度を判定するにあたり、日本道路協会発行の『道路震災対策便覧（震災復旧編）』を参考にした。判定法として、地震被害後の耐荷力に関する損傷度設定を以下のように 5 ランクに分けて分類した。

損傷度 5：落橋・倒壊……落橋・倒壊した場合。（取り替え）

損傷度 4：大被害……耐荷力の低下に著しい影響のある損傷を生じており、落橋等致命的な被害の可能性がある場合。（取り替え）

損傷度 3：中被害……耐荷力の低下に影響のある損傷であるが、余震、活荷重等による被害の進行がなければ、当面の利用が可能な場合。（補強）（軽車両、歩行者のみ交通可）

損傷度 2：小被害……短期間には耐荷力の低下に影響のない場合。（補修）

損傷度 1：被害なし……耐荷力に関して特に異常の認められない場合。

前述の 12 地震の地震被害報告書をもとに、358 橋の被害橋梁を抽出し、橋梁の構造諸元（建設年、適用示方書、橋長、スパン、幅員、上部工形式、支承形式、橋脚形式等）、地震に関する情報（マグニチュード、断層距離および地盤種別）、および損傷度（上部工、支承および橋脚の損傷度と橋梁全体としての損傷度）を調

べてそれらの一覧表を作成した。本研究では、これら 358 橋のうち上述のデータがそろっている 243 橋を解析の対象とした。

4. 道路橋の被害要因の分析

(1) 断層距離と損傷度の相関

図 1 には、断層距離(横軸)と損傷度(縦軸)の散布図を上部工について示す。ここでの断層距離とは断層面から被害橋梁までの最短距離を地図上より計測したものである。図に見られるように取り替えまたは補強を必要とする損傷度 3 以上の被害は断層距離がほぼ 150 km 以下で生じている。とくに、取替えを必要とする損傷度 4 および 5 の大被害に注目すると、1 つの例外(点 A)を除き、断層距離が 20~30 km 以内で生じている。この例外は 1978 年宮城県沖地震で落橋した錦桜橋である。この橋はゲルバー橋であり、吊りスパン部の桁が桁かかり長の不足で落橋したものであり、上部工に構造的な欠陥があったためと考えられる。この橋を例外として除き、また損傷度 4 および 5 がマグニチュード 7.0~7.2 の地震(図 2 参照)で生じたことを考慮すると、地震により大被害が生じる断層距離の上限が次のように設定できる。すなわち、マグニチュードが 7.0~7.2 の地震により取替えが必要となるような大被害(損傷度 4 および 5)が生じる断層距離の上限は 20~30 km となる。

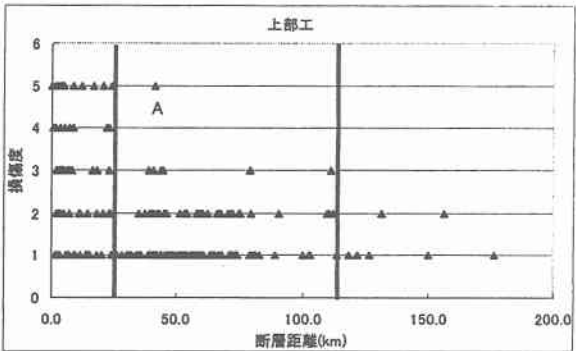


図 1 断層距離と損傷度の関係

(2) 断層距離およびマグニチュードと損傷度の相関

マグニチュードと断層距離は基盤地震動の強さ(例えば最大加速度や最大速度)を規定するパラメータである。図 2 は、横軸に断層距離(km)を、縦軸にマグニチュードをとって損傷度 3 以上の被害をプロットしたものである。

図中の実線は、損傷度 4 および 5 の領域(ただし、前述の例外は除去)を、また点線は損傷度 3 以上が発生する領域を示したものである。図より、橋梁の損傷度とマグニチュードおよび断層距離の関係が以下のように設定できる。

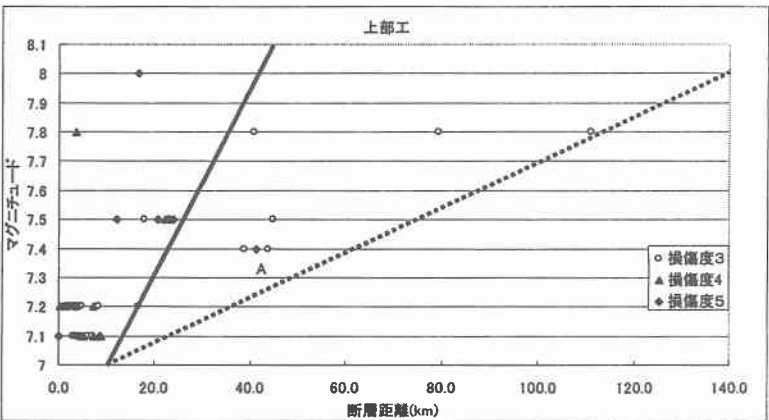


図 2 断層距離とマグニチュードにおける損傷度との関係

1) 損傷度 3 以上の領域

マグニチュード 7.0 で断層距離 ≤ 15 km, マグニチュード 8.0 で断層距離 ≤ 140 km.

2) 損傷度 4 以上の領域

マグニチュード 7.0 で断層距離 ≤ 10 km, マグニチュード 8.0 で断層距離 ≤ 40 km.

5. おわりに

本研究では、兵庫県南部地震を含む 12 個の被害地震を対象として橋梁の被害を調査し、その調査結果を基に橋梁の地震被害データベースを作成した。次に、得られた調査結果から道路橋の損傷度と関連のある被害要因の特性や影響度を知るため、その分析を行いある程度の要因を見出すことができた。

参考文献

宮城県土木部道路建設課：1978 年 6 月宮城県沖地震による橋梁震害調査報告書，1978.10.
土木学会：阪神大震災震害調査報告書（緊急報告会資料），1995.2. 他