

コンクリート道路橋の震害の要因分析

東北大学 学生員 ○鳥居 謙一
 東北大学 学生員 惣田 武士
 東北大学 正員 鈴木 基行

1 はじめに

1978年6月12日17時14分に発生した宮城県沖地震は、宮城県内外の土木構造物に多大な被害を及ぼした。このことは、工学的には、実物大の模型による大規模な実験が行なわれたと考えられ、数多くの貴重な資料を、我々に提供してくれた。そこで、本研究においては、宮城県に建設されている建設省および宮城県が管理する全橋梁を調査対象とし、設計図および各種参考資料を基に、構造条件、地盤条件、外力条件および被害状況も念に調査し、数量化理論により統計的に処理することによって、各種条件が被害に及ぼす影響度を定量的に把握し、現行の耐震設計法の持つ問題点を指摘し、また今後の耐震工学に対する有意義な基礎的資料を提供することを目的とする。

2. 解析方針

解析方針は、図-1に示したフローチャートのとおりである。

3 説明要因と被害の属性

表-1に調査対象とした項目の一欄表を示す。

被害の属性としては、橋梁の地震による機能低下の程度を表わすと思われる交通規制の度合を用いることとし、さらにこれを補足する意味で、上部工、下部工、支承部の被害の有無および修復に要した費用を被害の属性として加えることとした。

4. 被害の概要

調査の対象とした橋梁は、全部で552橋であった。このうち交通規制の対象となった橋梁は、26橋(5%)である。資料収集の結果、説明要因と被害の属性が明らかとなった橋梁は、93橋で全体の17%であった。このうち交通規制の対象となった橋梁は9橋(10%)であった。被害の発生は、下部工において顕著であり、交通規制を受けた橋梁は、すべて支承部に何らかの被害を受けていた。被害の状況と交通規制の関係を調べてみると、躯体の被害は、かぶりコンクリートの剝離、亀裂が主であるが、この程度の被害では、交通規制の対象になっていない。むしろ、支承の被害が、交通規

図-1 解析方針フローチャート

被害の状況と要因の調査方法決意

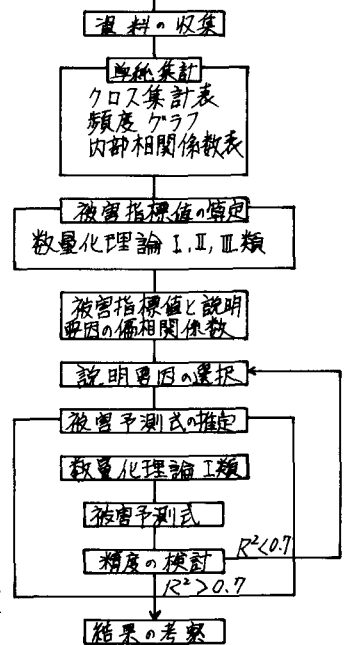


表-1 被害の属性と説明要因

被害の属性	説明要因						
	構造条件				地盤条件		外力条件
交通規制 1. 1通行可 2. 速度規制 3. 重量規制 4. 通行不可	橋長	橋脚基礎工 1. バタ 2. ケーソン 3. 杭 4. その他	橋脚形式 1. 張出 2. 壁 3. ラーメン 4. ハルバント	上部工材料 1. PC, RC 2. 鋼, 合成	地盤条件 単純平均N値 加重平均N値 土被り厚さ 支持層深さ	震央距離 1. 100km 2. 100~150 3. 150~	N値パターン ① ② ③ ④ ⑤ 吹き基礎
	幅員						
	クリアランス	橋台基礎工 1. バタ 2. ケーソン 3. 杭 4. その他	橋台形式 1. 重力, 重力 2. 壁, 張出 3. ラーメン 4. ハルバント	上部工形式 1. 連続 2. 橋脚 3. ケルビン 4. アス	地盤種別 1. 沖積層 2. 洪積層 3. 第三紀以降	推定加速度 1. 100gal 2. 100~200 3. 200~300 4. 300~	
	スパン割						
上部工被害の有無	1. 1スパン	支 承 1. (Mov, Fix) 2. その他	使用年数 1. 昭和4年 2. 昭和31年 3. 昭和47年	N値パターン 1~5			
下部工被害の有無	2. 2スパン以上						
支 承 部 被害の有無							
被害額							

判と密接な関係がある。つまり、吾下面モルタル部分に亀裂が生じさらに剝離、割裂と進行するにつれて、交通規制が、それぞれ通行可、規制あり、通行不可と厳しくなる様である。

5. 単純集計の結果

①のクロス集計の結果、十分に反応が見られなかつた。たカテゴリーや過度に集中しているカテゴリーの統合、分割を行なった。②内部相関係数より、説明要因には、グループⅠ(橋台基礎工、支持層深さ、単純平均N値、加重平均N値、N値パターン)、グループⅡ(支承、上部工形式、橋長、最大スパン長、クリアランス)の2つのグループが存在することになった。このことは、予測式に用いる説明要因として、各グループより1つ選択すれば十分であることを意味している。

6. 被害指標値の算出結果

数量化理論を用いて、さまざまな目的変数に対して計算、検討した結果、目的変数を交通規制の程度とした場合、累積寄与率0.845、固有値0.615となり、最も忠実に被害状況を表現していると思われる。そこで、これによって算出されたサンプルスコアを被害指標値として用いることとした。

7. 被害予測式の推定結果

被害指標値と説明要因の偏相関係数を高いものより順に表-2に示す。これと上記①; ②の結果より、被害予測式に取り入れる説明要因として、①上部工形式②N値パターン③支持層の深さ④橋長あるいはスパン長の4変数および他の1~2の説明要因とすることにした。この様に選択された様々な説明要因を用いて、数量化理論I類によって予測式を求め、重相関係数が0.84(累積寄与率0.71)と最も高くなった場合の結果を表-3に示す。この結果、次の事が明らかとなった。①上部工形式においてはトラス構造のカテゴリーウエイトが非常に大きい②最大スパン長においては45m以上のスパンを有する橋梁のカテゴリーウエイトが非常に大きくなっている ③N値パターンに関しては、浮き基礎および、地表付近に支持層がある場合がカテゴリーウエイトが高くなっている。④支持層深さにおいては、40m以上の場合、著しくカテゴリーウエイトが小さくなっている。

8. あとがき

①現行の耐震建造システムにおいては、地盤条件に対して地盤種別による分類のみにたよろうとしているが、N値分布パターン等を、考慮して地盤種別を細分化する必要がある。

②45m以上のスパンを有する橋梁の被害率が大きくなっているのは、これらの橋梁が主にトラス橋であり、他の上部工形式に比べてトラス橋の被害率が大きいためであると考えられる。

③支持層が40m以上の場合、被害率が小さいのは、これらの橋梁の基礎工に浮き基礎やベタ基礎を使用しておらず、健全な基礎工を施しているためであると思われる。

④N値パターン1の場合の被害率が大きいのは、このパターンでは、ベタ基礎が外いためであろう。

最後に、本研究にあたり、資料の収集に御協力頂きました建設省仙台工事々務所、宮城県道路建設課の関係各位に感謝の意を表します。

被害指標値と説明要因との偏相関係数

説明要因	偏相関係数
橋長	0.370
上部工形式	0.325
上部工材料	-0.232
幅員	-0.211
最大スパン長	0.184
土被り厚さ	-0.156
N値パターン	0.156
支承	-0.140
クリアランス	-0.125
観測距離	0.103

表-3 予測式のカテゴリーウエイト

要因とカテゴリー	カテゴリーウエイト	
上部工形式	単純梁	-0.007
	連続梁	0.009
	ゲルバー	-0.015
	トラス	0.174
最大スパン長	~15m	-0.027
	15~30	-0.018
	30~45	0.000
	45~	0.175
N値パターン	パターン1	0.014
	2	0.022
	3	0.022
	4	0.007
	5	0.067
支持層深さ	~10m	-0.015
	10~20	-0.006
	20~40	0.070
	40~60	-0.056
観測距離	~100m	0.040
	100~150	0.010
	150~	-0.018
推定加速度	~100gal	0.000
	100~200	0.011
	200~300	0.015
	300~	-0.105