

東北大学工学部 学生員 ○ 島居 謙一
 東北大学工学部 学生員 惣田 武士
 東北大学工学部 正員 尾坂 芳夫

1. はじめに

1978年6月12日に発生した宮城県沖地震は、宮城県内外の土木構造に多大な被害を及ぼした。このことは、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、耐震工学上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、宮城県内に建設されている建設省および宮城県が管理する橋梁を調査対象とし、設計図、地質図、震害調査報告書等を基に、構造条件、地盤条件、外力条件および被害状況を入念に調査し、各種条件が被害に及ぼす影響度を統計的に分析しこれを基に、耐震設計上考慮すべき要因を明らかに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。また、説明要因として、図-2の様なN値の鉛直方向の分布形を5種に分類したN値パターンを用いていることが、本研究の特長である。

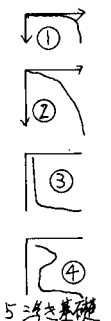
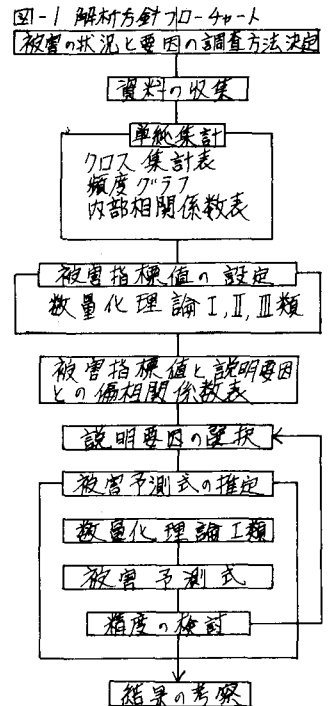
4. 被害の概要

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橋であった。このうち9橋が交通規制の対象となった。被害の発生箇所と交通規制の程度の関係を調べてみると、上部工、支承部、下部工の被害の順に被害に影響を及ぼしていることがわかった。特に、下面モルタルの被害は、龜裂、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。また、被害は、下部工のみで発生するか、もしくは、支承部の被害と組み合わせられて生じる場合が多い様

表-1 被害の属性と説明要因

被害の属性	説明要因					地盤条件	外力条件
	構造条件						
交通規制	橋長	橋脚基礎工	橋脚形式	上部工材料	単純平均N値	震央距離	
1. 通行可	最大スパン長	1. ベタ	1. 張出	1. PC, RC	加重平均N値	1. ~100km	
2. 速度制限	幅員	2. ケソン	2. 壁	2. 鋼, 合成	土被り厚さ	2. 100~150	
3. 重量制限	クリアランス	3. 杭	3. ラーメン	上部工形式	支持層深さ	3. 150~	
4. 通行不可	スパン割	4. その他	4. パイルバント	1. 単純	地盤種類	推定加速度	
上部工被害の有無	1. 1スパン	橋台基礎工	橋台形式	2. 連続	1. 沖積層	1. ~100gal	
下部工被害の有無	2. 2スパン以上	1. ベタ	1. 重力, 半重力	3. 橋脚	2. 洪積層	2. 100~200	
支承部被害の有無	交差	2. ケソン	2. 壁, 張出	適用示方書	3. 第三紀以前	3. 200~300	
被害額	1. (Mov, Fix)	3. 杭	3. ラーメン	1. 昭和4年	N値パターン	4. 300~	
	2. その他	4. その他	4. パイルバント	2. 昭和31年	① ~ ⑤		
				3. 昭和47年			

図-2 N値パターン



である。

5. 単純集計の結果

① クロス集計の結果、十分に反応が見られなかっ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、平均N値、N値パターン）、グループⅡ（スパン割、上部工形式、橋長、ワリアランス、最大スパン長）の2つのグループが存在することがわかった。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1～2つ選択すれば十分であることを意味している。

6. 被害指標値の設定

被害の属性として調査された交通規制の程度、下部工、上部工、支承部の被害の有無および被害額を統計的に統合することによって、各当な被害指標値を設定することを試みた。本研究においては、数量化理論Ⅱ類によって得られたサンプルスコアが、固有値0.657、累積寄与率0.411であり、また交通規制の程度が厳しくなるにつれて、負の値をとる様になり、被害の状況を統合的に表現していると思われる。そこで、今後の解析においては、この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との相関係数と上記5-②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支持層深さ ④最大スパン長の4変数を固定し、他に2～3の要因を加えて、数量化理論Ⅱ類によって被害予測式の推定を試みた。その結果、説明要因として推定加速度と適用示方書を加えた場合が最も相関係数が高くなった。しかし、上部工形式においては、単純桁橋がサンプルの大部分であり、他の形式の橋梁については十分に説明できていないことが考えられる。そこで、単純桁橋について計算した結果が表-2である。この表より次の事が明らかとなった。

① N値パターンについては、汚き基礎（パターン5）で最も被害が発生しやすく、支持層が非常に浅い場合（パターン1）やN値の分布に凹凸が見られる場合（パターン4）では、比較的被害が発生しにくくなっている。

② 適用示方書の改訂に伴ない耐震性能がいくぶん向上しているが、最大スパン長が長くなったり、あるいは支持層が20m以上の橋梁では、被害が発生しやすくなっている。

8. あとがき

現行の耐震建造システムにおいては、地盤条件に対する考慮は、地盤種別によって行なわれているが、さらにN値パターンを設計に合理的に考慮する必要があると思われる。そこで、本研究の結果として地盤種別とN値パターンの組み合わせによって地盤条件を分割した場合の各組み合わせに対するカテゴリーウェイトを表-3に示す。この表より、N値パターンによっては、第3紀以前の地盤であっても沖積地盤よりも危険となる場合があり、各種のN値パターンが構造物の振動特性に与える影響を今後研究する必要があると思われる。

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事務所調査二課、宮城県道路建設課の関係各位に感謝の意を表します。

表-2 予測式のカテゴリーウェイト

要因とカテゴリー	カテゴリーウェイト
最大スパン長	～15 m 0.062
	15～20 0.038
	20～30 -0.004
	30～40 -0.058
	40～ -0.149
支持層深さ	～5 m 0.007
	5～10 0.013
	10～20 0.027
	20～ -0.063
適用示方書	昭和14年 -0.034
	昭和31年 -0.032
	昭和47年 0.048
推定加速度	～100gal 0.020
	100～200 -0.015
	200～300 0.017
	300～ -0.029
N値パターン	パターン1 0.010
	2 -0.009
	3 -0.019
	4 0.022
	5 -0.063

表-3 地盤種別とN値パターンによる地盤条件の評価

N値パターン	第3紀以前	沖積層	沖積層
パターン1	0.05	0.00	0.03
2	0.04		-0.03
3	0.04	0.05	-0.02
4	0.01	0.07	-0.03
5		0.04	-0.13