

宮城県沖地震被害に基づくRCラーメン高架橋の信頼性について

東北大学 正 尾坂 芳夫
 東北大学 正 鈴木 基行
 ○東北大学 学 戸谷 有一

1 まえがき

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の東北新幹線の施工済及び施工中のRCラーメン高架橋の中層梁・柱などにかかりの被害を与えた。気象庁の発表によると宮城、福島両県の震度は一様にⅦであったが、表-2に示すように宮城県 福島県のRCラーメン高架橋の被害の程度には大きな違いが見られる。本研究は震源に近い宮城県内にその被害が集中したことに着目し、宮城県内の新幹線RCラーメン高架橋の被害状況に基づきRCラーメン構造物の地震荷重に対する全般的な信頼性を評価することを目的としたものである。

2. 対象物および計算方法

宮城県内の東北新幹線の3~4径間のRCラーメン高架橋を1ブロック(1サンプル)とした。構造物にある現象(事象)が生ずるか否かだけに着目し、構造物の信頼性の確率モデルを二項分布とし、その母数(ある現象か生じる母集団比率 P)の信頼区間を3種の信頼度(90%, 95%, 99%)に対し求めた。

3 データの整理方法

1ブロック内の最大ひびわれ幅をもって、そのブロックの現象(被害状況)を代表させた。宮城県内のRCラーメン高架橋の総数は458ブロックである。表-1のように、ひびわれ幅の大きさを次のように分類した。

- 1 ひびわれが生じない
- 2 ひびわれ幅が0.5mm未満
- 3 ひびわれ幅が0.5mm以上2.0mm未満
- 4 ひびわれ幅が2.0mm以上(再施工を要した)

また、図-1で示したように宮城県内の東北新幹線の通過する地域の地盤は沖積地盤と第3紀以前の地盤の2種に大まかに分類できる。上記のことを考慮し表-1のようなデータを得た。

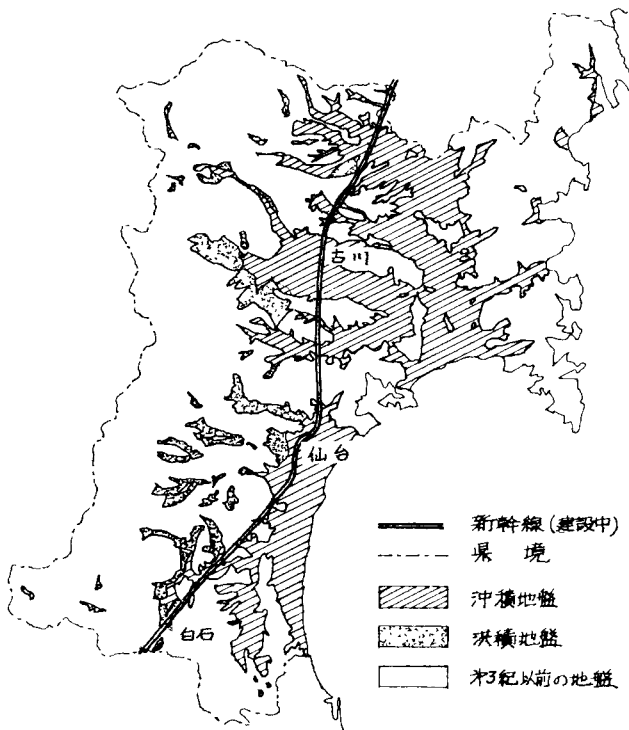


図-1 宮城県内の新幹線通過位置及び地盤の分類

表-1 宮城県内の新幹線ラーメン高架橋の被害データ

	地盤		
	考慮せず	沖積地盤	第3紀以前
ひびわれ状況	r	r_1	r_2
ひびわれ無	342	168	174
$0 \text{ mm} < W < 0.5 \text{ mm}$	87	55	32
$0.5 \text{ mm} \leq W < 2.0 \text{ mm}$	9	6	3
$2.0 \text{ mm} \leq W$	20	19	1
Σ	$n = 458$	$n_1 = 248$	$n_2 = 210$

W : ひびわれ幅 (mm)

n : サンプル数

$n = n_1 + n_2$

r : 度数

$r = r_1 + r_2$

4 結果

表-1より、宮城県内の全ブロック数は $n=458$ で、そのうち沖積地盤上にあるブロック数は $n_1=248$ 、第3紀以前の地盤上にあるブロック数は $n_2=210$ であった。そして次の3種の被害状況(事象 E_i)に対する構造物の信頼性を検討した。

- 事象 E_1 : ひびわれが生じない
- 事象 E_2 : ひびわれが生じないかひびわれ幅が 0.5^{mm} 未満
- 事象 E_3 : ひびわれが生じないかひびわれ幅が 2.0^{mm} 未満(再施工を必要としない)

表-1の n , r より事象 E_i の母集団比率 P_i の最頻値 $\%$ 、及び信頼度 90% 、 95% 、 99% に対応する P_i の信頼区間を推定し、表-2にまとめた。なお、参考のため福島県内の新幹線ラーメン高架橋の母集団比率 P_i の信頼区間と地盤を考慮せずに同表に掲載した。

表-2 事象 E_i に対する母集団比率 P_i の信頼区間

県名	震度	地盤	n	事象	r	$\%n$ (最頻値)	90%の信頼区間	95%の信頼区間	99%の信頼区間
宮城県	V	考慮せず	458	E_1	342	0.747	0.711~0.780	0.704~0.786	0.690~0.797
				E_2	429	0.937	0.915~0.954	0.911~0.957	0.901~0.963
				E_3	438	0.956	0.925~0.971	0.922~0.973	0.916~0.977
		沖積地盤	248	E_1	168	0.677	0.625~0.727	0.615~0.735	0.596~0.752
				E_2	223	0.899	0.862~0.929	0.855~0.934	0.840~0.942
				E_3	229	0.923	0.890~0.949	0.883~0.953	0.869~0.961
		第3紀以前	210	E_1	174	0.829	0.780~0.870	0.771~0.877	0.751~0.890
				E_2	206	0.981	0.957~0.993	0.952~0.995	0.941~0.997
				E_3	209	0.995	0.978~0.999	0.974~0.999	0.965~0.999
福島県	V	考慮せず	221	E_1	218	0.986	0.965~0.996	0.961~0.997	0.951~0.999
				E_2	221	1.000	0.979~1.000	0.975~1.000	0.967~1.000
				E_3	221	1.000	0.979~1.000	0.975~1.000	0.967~1.000

表-2より、沖積地盤と第3紀以前の地盤について、

- (a) ひびわれが生じなかった事象 E_1 の母集団比率の信頼区間推定値
- (b) ひびわれ幅が 2.0^{mm} 以上(再施工)のものが生じた事象(事象 E_2 の排反事象)の母集団比率の信頼区間推定値

の結果をそれぞれ図-2(a)(b)に示す。

5. 結び

本研究から次のことがいえる。

1. 宮城県、福島県で震度が同一であったにもかかわらず、被害の大きさが非常に異なっており、気象庁の震度になりの幅があることがわかる。
2. 図-2のように沖積地盤のひびわれ発生率および再施工率と、第3紀以前の地盤に対するそれらの値との間には明確な違いがある。このように構造物の被害状況から判断しても地盤特性が構造物の挙動に与える影響はすこぶる大きいことがわかる。

本研究では3~4径間のRCラーメン高架橋を1サンプルとして扱ったため、構造部材別(上梁、中層梁、地中梁柱等)の個々の信頼性を評価することができず、また施工の品質等も考慮することができなかった。

本研究のデータ収集にあたって、国鉄仙台新幹線工事局技術管理課の御協力が得られたことを感謝いたします。

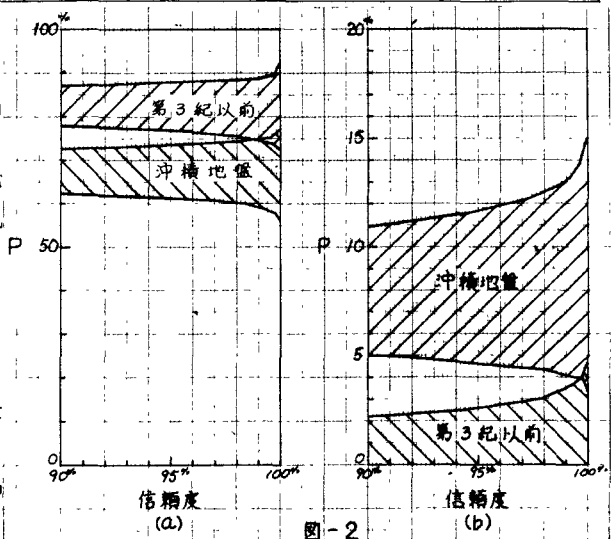


図-2