

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日に発生した宮城県沖地震は宮城県内の東北新幹線の構造物にかなりの被害を与えた。本研究では震央に近い宮城県内にその被害が集中したことに着目し、県内の東北新幹線のRCラーメン高架橋、橋脚、支承の被害状況に基づき構造物の地震荷重に対する全般的信頼性を評価し、現行耐震構造設計システムを見直すことを目的としたものである。

2. 計算方法とデータ整理

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(ある事象が生じる母集団比率 P)の信頼区間を数種の信頼度に対して求めた。図-1に示すように宮城県内の東北新幹線通過地域の地盤は沖積地盤と P3 紀以前の地盤の2種に大まかに分類できる。これを考慮し、表-1に各構造物のサンプル数をまとめた。

3. 結果

3.1 RCラーメン高架橋

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、1ブロック内の最大ひびわれ幅を持って、そのブロックの現象(被害状況)を代表させた。次の2種の被害状況(事象 E)に対する構造物の信頼性を検討する。但し、サンプル数を n 、ある事象が生じた数を r とする。

- 事象 E_1 : ひびわれが生じる
 事象 E_2 : ひびわれ幅が 20mm 以上(再施工を要した)

各事象の n, r より母集団比率の点推定における最尤推定値、及び各信頼度に対する信頼区間を推定し、表-2にまとめる。なお、参考のため福島県内のRCラーメン高架橋についても地盤を考慮せずに同表に掲載した。また、事象 E_1, E_2 について、2種の地盤に対する信頼区間推定値を図-2(a)

(b)にそれぞれ示す。

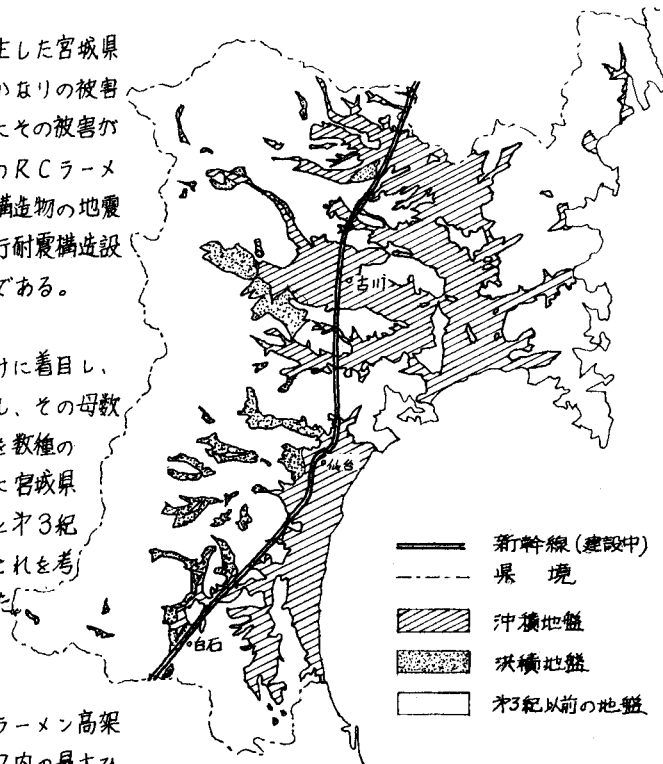


図-1 宮城県内の新幹線通過位置及び地盤の分類

表-1 サンプル数

	ラーメン高架橋	橋脚・橋脚	支承
宮城県全域 n	458	41	2914
沖積地盤 n	248	27	2274
P3 紀以前 n	210	14	640

表-2 RCラーメン高架橋の事象 E_i に対する母集団比率 P_i の信頼区間

地盤	n	事象	r	最尤推定値	90%の信頼区間	99%の信頼区間
宮城県	考慮せず	E_1	116	0.253	0.220 ~ 0.289	0.203 ~ 0.310
		E_2	20	0.044	0.029 ~ 0.075	0.023 ~ 0.084
	沖積地盤	E_1	80	0.323	0.273 ~ 0.375	0.248 ~ 0.404
		E_2	19	0.077	0.051 ~ 0.110	0.039 ~ 0.131
P3紀以前	210	E_1	36	0.171	0.130 ~ 0.220	0.110 ~ 0.249
		E_2	1	0.005	0.000 ~ 0.022	0.000 ~ 0.035
福島県	考慮せず	E_1	3	0.014	0.004 ~ 0.035	0.001 ~ 0.049
		E_2	0	0.000	0.000 ~ 0.021	0.000 ~ 0.033

3.2 橋脚

2種の被害状況に対する橋脚の信頼性を検討する。

- 事象E₃:被害が生ずる(注入及び補強)
- 事象E₄:補強を要する

表-3に結果を示す。

3.3 支承

2種の被害状況に対する支承の信頼性を検討する。

- 事象E₅:被害が生ずる(クラック及び破壊)
- 事象E₆:破壊する

表-4に結果を示す。

4. 考察

本研究から次のことがいえる。

- (1)宮城、福島両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、気象庁の震度にかんがりの幅があることがわかる。
- (2)図-2のようにRCラーメン高架橋では、沖橋地盤のひびわれ発生率および再施工率とオ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り、同様のことが橋脚についてもいえる。このように構造物の被害状況から判断して、RCラーメン高架橋と橋脚については地盤特性が構造物の挙動に与える影響がすこぶる大きいことがわかる。一方、支承については表-4からわかるように、地盤特性による被害の程度の違いがほとんどみられず、地盤特性以上に他の要因、たとえば支承の種類、構造ヤスラン長、桁の自重、径間数などがその挙動に支配的な要因となっていると思われる。
- (3)RCラーメン高架橋は、再施工を要するような甚大な被害があったにもかかわらず、ひびわれ発生率は全アロウ教の約25%と低かったことは注目すべきことであり、このことは配筋等の構造細目を再検討する必要があることを示唆していると思われる。

RC構造物の現行の耐震設計においては、地盤別係数によって一応地盤特性を考慮しているが、以上述べた結果から今後は構造物の設置地点のN値等によって地盤の種類をもっと細分化すべきであり、さらに地盤と構造物の連成挙動を考慮した合理的な設計が行なわれるべきであると思われる。さらに、今回の地震でRCラーメン高架橋、橋脚など比較的高さを有した構造物に被害が集中したことより、高さに対する設計水平震度の割増しを動的解析等を通じて再検討する必要があると思われる。

5. おわりに

本研究では、次の問題点を有している。①RCラーメン高架橋については、3~4径間のRCラーメン高架橋を1サンプルと扱ったために、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できなかった。②地盤分類を図-1のように3種に大別しただけで、構造物の設置地点の地盤特性を考慮していない。③地動加速度が不明なため、加速度と被害との関係を究明することができなかった。以上の反省点をもとに、今後は構造物の位置する地盤種別をN値等によって細分化し、さらに構造設計システムに関与する多くの要因を考慮、被害とそれらの要因との関係を分析する必要があると思われる。

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。

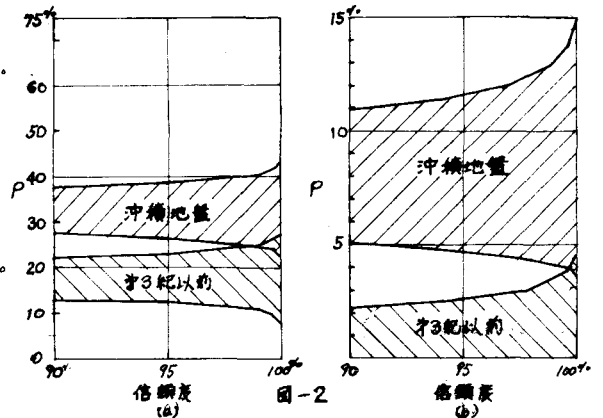


表-3 橋脚の事象E₃に対する母集団比率P₂の信頼区間

地盤	n	事象	r	最大推定値	90%の信頼区間
考慮せず	41	E ₃	18	0.439	0.306 ~ 0.579
		E ₄	6	0.146	0.066 ~ 0.269
沖橋地盤	27	E ₃	18	0.666	0.491 ~ 0.814
		E ₄	6	0.222	0.101 ~ 0.392
第3紀以前	14	E ₃	0	0.000	0.000 ~ 0.297
		E ₄	0	0.000	0.000 ~ 0.297

表-4 支承の事象E₅に対する母集団比率の最大推定値

地盤	n	事象	r	最大推定値
考慮せず	2914	E ₅	609	0.209
		E ₆	433	0.149
沖橋地盤	2274	E ₅	447	0.197
		E ₆	314	0.138
オ3紀以前	640	E ₅	162	0.253
		E ₆	119	0.186