

国鉄 構造物設計事務所 正員 石橋 忠良
 “ “ 松田 好史

1. まえがき

コンクリート構造部材は、その断面が使用状態で決定されるものと、地震時作用荷重との組合せにより断面が決定されるものと大別される。後者のような部材、例えばRCラーメン高架橋の柱・地中ばり、橋脚、橋台などにおいては、地震に対して各部材断面がある一定値以上の同程度の破壊に対する安全度を有しているのが合理的であり、現行国鉄建造物設計標準¹⁾(RC標準)では、部材の設計曲げモーメントに対する破壊モーメントの比を破壊安全度と定義し、水平部材で1.3以上、その他の部材で1.7以上確保するようにしている。

本研究は、部材の地震時耐力算定に関して、終局ひずみ状態における各部材断面の破壊抵抗曲げモーメントと軸力との相関曲線を作成し、設計断面力に対する部材の安全度を求めることにより、構造物の地震時耐力を系統だてて評価するものであり、一連の既存コンクリート建造物と対象に、荷重係数と検討するために行った解析の一部分のうち、解析の終了した橋脚について報告するものである。

2. 解析方法と解析結果

系統だてた解析手順は、すでにRCラーメン高架橋の地震耐力算定において詳述している²⁾ので、ここでは特に述べないが、終局ひずみ分布を仮定すれば、終局強度設計法により容易に破壊抵抗曲げモーメントを算出できる。

設計荷重作用時の荷重の組合せのうち、地震の影響による地震時作用荷重のみが漸次増大し、8倍されて終局状態になったと考え、この係数 γ を電算を用いて算出した。RCラーメン高架橋のような不静定構造物では、地震時水平力が変化するに従い、破壊抵抗曲げモーメントと軸力との関係はある比例関係によって表わされ解析が多少困難であるが、橋脚のような静定構造物では、地震時水平力が変化しても軸力は変化しないので解析は容易である。

解析対象とした橋脚は表-1に示すように、在来線・東北新幹線の標準設計の一部であり、図-1に解析結果の一例を示す。これによれば、係数 γ は鉄筋の段落し箇所、すなわち断面変化点で異なっているが、橋脚下端とその他の断面とに分類し、度数百分率で表わしたものが図-2である。今回解析対象とした橋脚について統計処理を行ったところ、橋脚下端およびその他の断面における係数 γ の平均値は、それぞれ1.40、1.36であり、最頻値の階級は、それぞれ1.30～1.40、1.20～1.30であった。この結果より、橋脚下端よりもむしろ断面変化点において地震時耐力が劣っていることがわかる。

現行RC標準に従って計算された破壊安全度は、引張鉄筋

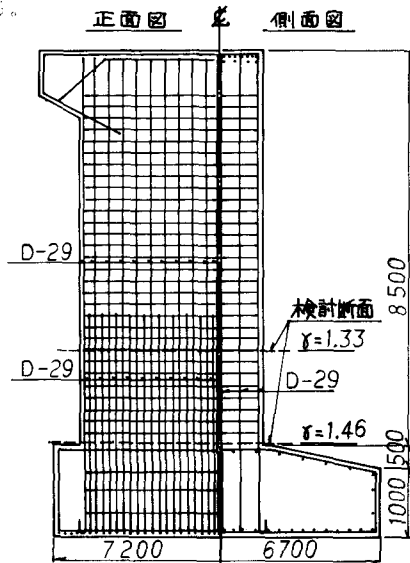


図-1. 在来線の解析結果

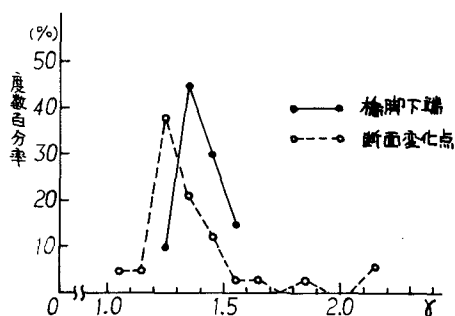


図-2. 度数分布図

まわりの破壊モーメントを基準にしているため、本解析法のような、終局ひずみ状態の図心軸まわりの破壊曲げモーメントを基準にした場合と比較すれば、その値は若干異なり、橋脚などのように断面が大きく、かつ作用している軸力も大きい部材になるほどその差は大きい。従って、現行RC標準に規定された破壊安全度 1.7 は、橋脚のような大断面の部材になるに従って、余裕耐力の小さいものになっていくと考えられる。

なお施工段階における東北新幹線のこの種の構造物が、宮城県沖地震 (S.53.6) で大きな被害を受けたため、上部工反力を修正して被害時の安全度を算出したので、その結果を以下に示す。

名取川橋りょう (設計震度 0.21) および七北田川橋りょう (設計震度 0.25) の橋脚には、比較的大きなひびわれが発生した。ひびわれはいずれも、鉄筋を段落した断面に発生し、斜め下方に伸び反対側の表面近くまで達している。³⁾

名取川橋りょうは、3径間連続けた2連と、4径間連続けた1連とからなるPC桁である。被害の大きかった橋脚 (P3, P7) は、ともに4径間連続桁の両端に位置する可動支承の橋脚であり、被害時には設計版上死荷重の約 62% にあたる死荷重が載荷されていた。被害時について修正計算を行った結果、フーチング天端より 6m の位置の段落し箇所の係数 γ が最も小さく、 $\gamma = 1.51$ であった。七北田川橋りょうは、PC箱形げた1連とPCI形げた3連の単純げたからなり、被害はともに可動支承のP2とP4に発生した。被害時には、設計版上死荷重の約 47% にあたる死荷重が載荷されていた。被害時について修正計算を行った結果、段落し箇所の係数 γ が最も小さく、P2では $\gamma = 1.61$ 、P4では $\gamma = 1.75$ であった。

3. あとがき

本解析は、地震時作用荷重に乘ずべき荷重係数の大きさについて検討を加えたものである。今後、曲げ耐力の検討の他に、せん断耐力についても検討する予定であり、構造物全体の構造系としての耐力も別途検討を進めていくところである。

本研究の解析にあたり御協力戴いた K.K.福山コンサルタントの佐藤達氏に深く感謝致します。

- 参考文献 1) 土木学会 ; 国鉄連立物設計標準解説
 2) 石橋, 松田 ; 土木学会第 35 回年次学術講演会概要集 V, 1980, PP-113, 114.
 3) 国鉄 ; 宮城県沖地震対策会議報告書, 昭和 54 年 4 月.

表 - 1. 解析対象とした橋脚

線区別	高さ	震度	軌道別	上部工
				上部工 構造形式と支承条件
在来線 KS-18	8.0	0.25	S	PCI4:1=25.0(M)+PCI4:1=25.0(F)
	8.5	0.2	B	RCh :1=15.1(M)+RCh :1=15.1(F)
	10.0	0.2	B	RCh :1=14.1(M)+PCI6:1=22.1(F)
	12.5	0.2	B	RCh :1=12.1(M)+PCI6:1=22.1(F)
東北新幹線 N-16 P-17	8.0	0.2	BS	RCt :1=10.0(F)+RCt :1=10.0(F)
	8.0	0.2	BS	RCt :1=10.0(M)+RCt :1=20.0(E)
	8.0	0.2	BS	PCI8:1=35.0(F)+PCI8:1=35.0(F)
	8.0	0.2	BS	PCI8:1=35.0(M)+PCI8:1=35.0(M)
	8.0	0.25	BS	RCt :1=10.0(F)+PCI8:1=30.0(F)
	8.0	0.25	BS	RCt :1=20.0(M)+RCt :1=20.0(E)
	12.0	0.2	BS	PCI8:1=35.0(F)+PCI8:1=35.0(F)
	12.0	0.2	BS	PCI8:1=35.0(M)+PCI8:1=35.0(M)
	12.0	0.25	BS	PCI8:1=35.0(F)+PCI8:1=35.0(F)
	12.0	0.25	BS	PCI8:1=35.0(M)+PCI8:1=35.0(M)
	12.0	0.25	BS	RCt :1=10.0(F)+PCI8:1=30.0(F)
	12.0	0.25	BS	RCt :1=20.0(M)+RCt :1=20.0(E)
	15.0	0.2	BS	RCt :1=10.0(F)+PCI8:1=30.0(F)
	15.0	0.2	BS	RCt :1=20.0(M)+RCt :1=20.0(E)
	15.0	0.25	BS	RCt :1=10.0(F)+PCI8:1=30.0(F)
	15.0	0.25	BS	RCt :1=20.0(M)+RCt :1=20.0(E)

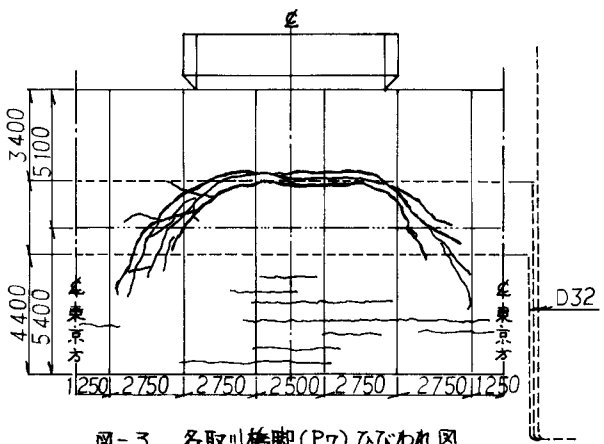


図-3. 名取川橋脚 (P7) ひびわれ図