

国鉄技研 正員 満井 一

国鉄技研 正員 オト林 隆

1. まえがき 鉄道土木構造物として具備すべき耐震性能には、構造物の損傷につながる強度の問題と、列車の走行安全性に関連する変形の問題がある。静的震度法で慣用設計された高架橋(く体)の耐震性能を強度と変形の2つの観点から定量的に評価することが本研究の究極の目的とするところである。対象とする高架橋は、ラーメン橋脚とスラブを一体化した鉄筋コンクリート造ビームスラブ式構造である。

耐震評価の全体プロセスを図-1に示す。架構を対象とした弾塑性地震応答解析を直接実施することができれば最も望ましいが、計算時間等の制約が大きい。そこで、静的弾塑性解析による架構の復元力特性の把握と、その復元力特性を用いた1質点系の弾塑性地震応答解析の2段階構えとしている。ここでは一報として、静的弾塑性解析手法の概要を紹介するとともに、既往の震害経験から高架橋の耐震性能を左右すると考えられる柱の交差載荷試験について報告する。

2. 静的弾塑性解析

RC部材の弾塑性モデルには、逆対称変形材の枝端モーメント・枝端回転角関係から出発する方法¹⁾、断面のモーメント・曲率関係から出発する方法²⁾、ならびに断面内の応力・ひずみ関係から出発する方法³⁾等複数のモデルが提案されている。ここでは断面のモーメント・曲率関係から出発する枝軸直交分割法を選択した。これは表と武田²⁾が煙突の弾塑性応答に適用して実験結果との良い一致をみたもので、部材を枝軸に沿って細分割し、各断面でモーメント・曲率関係を与え、剛性を積分することにより剛性マトリクスと等価節点荷重を求めることも基本とする。逆対称変形材を対象としたモデルと異なり、任意の曲げモーメント分布に容易に対応可能という汎用性を有する利点がある。せん断変形に関しては、曲げ剛性に比例してせん断剛性を递减させる形の弾塑性に止めた。これは、ラーメン高架橋は比較的スレンダーな部材から構成されているので、曲げ破壊型の損傷が先行し、ダクティリティのほとんどない致命的なせん断崩壊を生じる恐れは少なく、仮に生じたとしてもそそに至るまでの架構の復元力特性は曲げ変形に支配されると考えられるためである。断面のモーメント・曲率関係には、スケルトンカーブとしてバイリニアとトリリニア、履歴法則として標準型と剛性递减型の内の一種をとりあえお用意した。解析結果については実験結果と対比して後述する。

3. 柱供試体の交差載荷試験

東海道新幹線標準高架橋(H=7m)を対象に、その実物大断面と同一の配筋を有する柱供試体(図-2)を製作した。柱の軸力は、PC鋼棒を用いてアンボンドで導入した。死荷重による軸力は約50tであるが、地震力による変動と活荷重の影響を考慮して、0, 50, 100, 150tの供試体を各1体製作した。供試体中央にフーチングもしくはスラブに相当する断面広幅部を有する。写真-1に試験状況を示すが、両端を単純支持し、中央部分が交差載荷することにより、逆対称変形材を模擬しようとするものである。断面広幅部両側の試験部分のせん断スパン比は約4であり、実際の柱よりそれ以上に厳しい条件となっている。

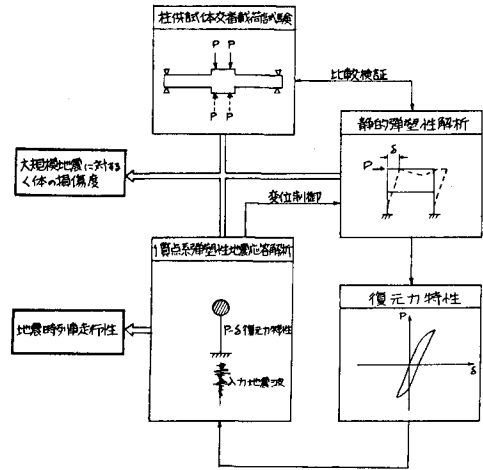


図-1 耐震評価の全体プロセス

破壊状態に至るまでの交番載荷の過程を表-1に示す。 S_y は引張鉄筋が降伏する変形を意味し、交番載荷の振幅はそれを単位として増加させた。B供試体(軸力 $50t$)の復元力特性を図-3に示す。図中の破線は、前記の弾塑性解析による S_y の結果である。実験結果とは若干のへだたりが見られ、入力データとして用いた断面のモーメント・曲率関係、特にトリリニアのスケルトンカーブのオ2勾配についてさらに検討を進めている。B供試体の破壊状況は写真-2に示すように、曲げ破壊が先行し、最終的にはせん断破壊に至った。他の供試体もおおむね同様の破壊状況を示したが、軸力が高くなると部材のいわゆる粘りが減少する傾向が見られた。

4. あとがき オー報として、静的弾塑性解析手法の概要と柱供試体交番載荷試験について報告した。架構の復元力特性については、講演会当日に述べる。

参考文献

- 1) 青山博之:「鉄筋コンクリート骨組の弾塑性解析(オー報)」日本建築学会論報号外, 昭和42年10月
- 2) 表・武田:「鉄筋コンクリート造煙突の弾塑性応答に関する研究(その1)」日本建築学会論報, オ215号
- 3) Siegfried M. Holzer:「Nonlinear Model / Solution Process: Energy Approach」Proc. ASCE. Vol 103, EM4

表-1 交番載荷の過程

供試体	S_y (mm)	交番載荷往復回数					備考
		1- S_y	2- S_y	3- S_y	4- S_y	5- S_y	
A ($0t$)	11.0	1	2	3	7		中断
B ($50t$)	14.5	1	2	3	4	6½	破壊
C ($100t$)	16.0	1	2	3	4	5½	破壊
D ($150t$)	20.0	1	2	3	1½		破壊

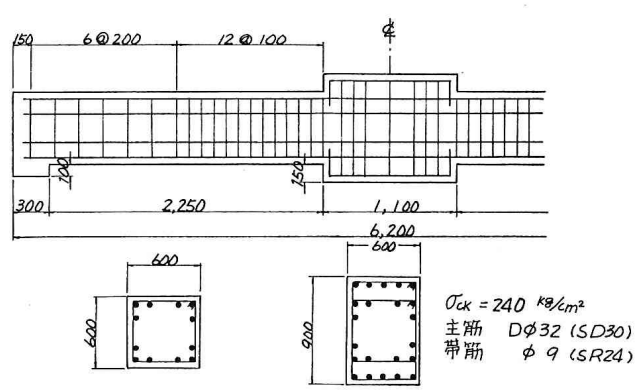


図-2 柱供試体

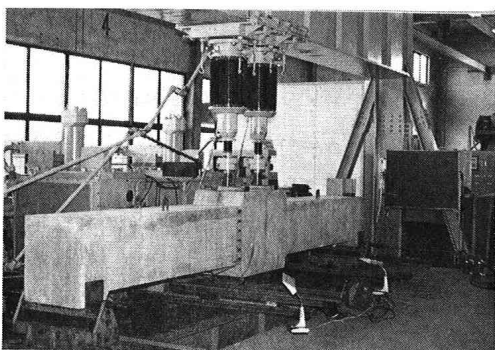


写真-1 交番載荷試験

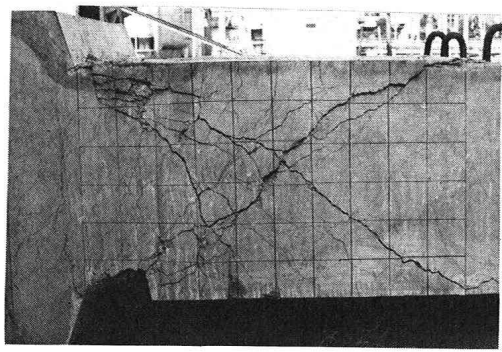


写真-2 破壊状況(B供試体)

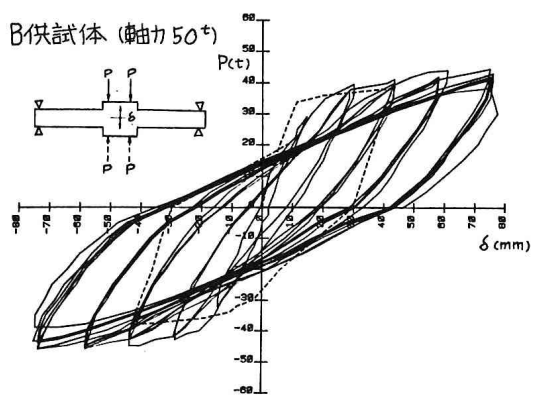


図-3 復元力特性(B供試体)