

I - 26 R C橋脚設計における地震時保有水平耐力法の適応限界について

岩手大学工学部 正員 岩崎正二
 岩手大学工学部 ○近村誠大
 岩手大学工学部 正員 宮本 裕
 (株)建設技術研究所 正員 土田貴之

1. まえがき

1995 年の兵庫県南部地震以降から、道路橋の耐震設計は震度法から地震時保有水平耐力法や動的解析へと移行しつつある。これは構造物の有する非線形性の効果も十分考慮することが求められている為で、従来の道路橋示方書における弾性設計から弾塑性設計、静的設計から動的設計への移行に他ならない。また、橋の大量生産を目的とされてきた従来のものから、構造物に要求される性能を明確にし景観性等を考慮した自由な設計を行うことが求められてきている。橋梁設計における耐震設計の重みが増す増大するなかで、より簡便な方法で大規模地震時の動的な挙動を評価することは、耐震設計に対する負担を軽減する上で重要である。本論文では、RC 橋脚に対する地震時保有水平耐力法の適応限界を明らかにする目的で、橋脚の高さ・断面積・鉄筋量をパラメータとした解析を行い、それらの結果を比較検討したので報告する。

2. 解析モデル

橋脚モデルを図-1に示す。このモデルを対象に図中に示す橋脚の高さ h ・断面の縦幅 d ・断面の横幅 b ・主鉄筋量 A_s をパラメータとして、地震時保有水平耐力法を用いた解析を行った。橋脚モデルは、形式を RC 矩形柱橋脚とする。使用材料として主鉄筋材質と横拘束鉄筋材質に SD345 を用い、重要度の区分を B 種の橋、地盤種別を I 種地盤、地域別補正係数 $C_z=1.0$ とした。横拘束筋データを表 I、上部工反力と上部工重量および作用位置を表 II に示す。

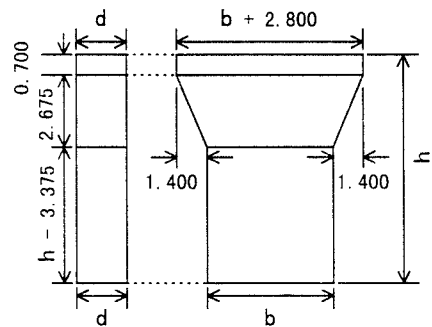


図-1 橋脚モデル

表 I 横拘束筋データ

項目	
横拘束筋の断面積	1.267 (c m ²)
横拘束筋の間隔	15.0(cm)
横拘束筋の有効長	100.0(cm)

表 II 上部工反力と上部工重量および作用位置

項目		
上部工鉛直反力		750.000 (tf)
橋軸方向	橋脚が支持している上部工重量	600.000 (tf)
	水平方向の作用位置	0.000 (m)
直角方向	橋脚が支持している上部工重量	690.000 (tf)
	水平方向の作用位置	2.500 (m)

3. 解析結果と考察

パラメトリック解析の結果を図-2～4に示す。横軸は橋脚高さを、縦軸は地震時保有水平耐力および等価水平力を表している。図-2は橋脚断面の縦幅と橋脚の高さを、図-3は橋脚断面の横幅と橋脚の高さを、図-4は主鉄筋量と橋脚高さをパラメータにして行った解析のグラフである。

これら3つのグラフは、橋脚の高さを増加した時、断面の破壊形状が「せん断破壊型」から「曲げ損傷からせん断破壊移行型」、さらには「曲げ破壊型」へと移行していき、それに伴い地震時保有水平耐力が低下していくことを示している。これは橋脚が長くなると曲げモーメントが増加し、この影響を受けて橋脚断面の持つ水平耐力が減少していくことを意味している。それに対し等価水平力は、地震時保有水平耐力法で考えられている破壊形状により求められる等価重量に等価水平震度を乗じたものであり、破壊形状が同じ断面では自重の増加にともなって増加する。したがって、断面の持つ地震時保有水平耐力を表す実線を、等価水平力を表す点線が上回ったときに橋脚が破壊することを意味している。

図-2に示すように、橋脚断面の縦方向に断面幅を増加させた場合、地震時保有水平耐力と等価水平力は共に増加する。橋脚断面の縦方向に対して断面を増加することは、中立軸から圧縮縁までの距離の

増加を意味し、初期降伏時・終局時のモーメントの増加につながり地震時保有水平耐力の増加に大きく影響する。等価水平力も断面の増加にともない少し増加するが、地震時保有水平耐力の増加のほうが大きい結果として安全側に働くことが確認された。図-3に示すように、橋脚断面の直角方向に断面幅を増加させた場合、地震時保有水平耐力は減少する。この理由としては、圧縮縁から中立軸までの応力とその面積を乗じたものが、軸力と等しいときを断面の降伏点や終局点と考えていることから、断面の横方向の幅が増加した分、圧縮縁から中立軸までの距離が減少するため、初期降伏時・終局時のモーメントがそれぞれ減少し、その結果として地震時保有水平耐力の減少につながったためである。地震時保有水平耐力は減少傾向を示しているが、橋脚の高さ5mで「曲げ損傷からせん断破壊型」から「曲げ破壊型」へ移行することで、等価水平力の大きな減少を起し、結果として安全側に設計できることがわかった。図-4に示すように、橋脚断面の主鉄筋量を増加させた場合、地震時保有水平耐力は増加を示し、等価水平力は主鉄筋量には影響されず、橋脚の高さのみにより変化することを示した。このことは設計時において、地震時保有水平耐力だけの増減を望むときに対する、主鉄筋量の増減量の目安を示すものと考えられる。

4. 不等二橋脚への応用

地震時保有水平耐力法は、等橋脚における1質点系モデルを対象として提案されたものであり、その他の不等橋脚等は動的解析を用いることが望まれている。しかし、地震時保有水平耐力法自体が簡易的に解析することを目的としており、地震時保有水平耐力法の不等橋脚への適応が望まれる。

ここにおける解析結果はその断面における各橋脚高さでの地震時保有水平耐力と等価水平力の関係を明らかにしたものであるから、地震時保有水平耐力法の不等橋脚への適応を可能にするものと考えられる。例えば不等橋脚の各橋脚の受け持つ等価水平力は、それぞれの橋脚の降伏剛性比によって再分配されると考えると、再分配された等価水平力と各橋脚の持つ地震時保有水平耐力の比較検討を行うことで、地震時保有水平耐力法における不等橋脚への適応限界を考えることが可能と思われる。

5. あとがき

現状での地震時保有水平耐力法の不等二橋脚への適応を考えると、安全側での検討となっているため、今後の課題としては経済的な設計を考慮したプログラムを作成し、より耐震設計における負担を軽減していくことが必要だと思われる。

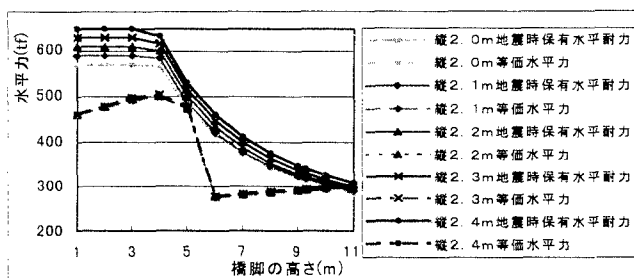


図-2 橋脚断面の縦幅と橋脚の高さをパラメータとした解析結果

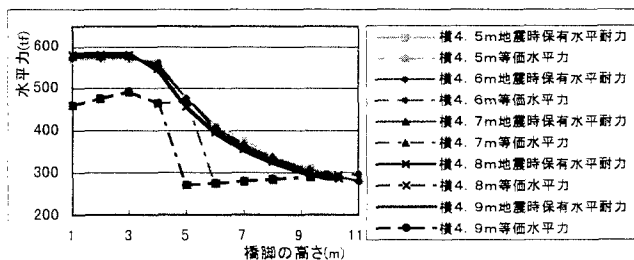


図-3 橋脚断面の横幅と橋脚の高さをパラメータとした解析結果

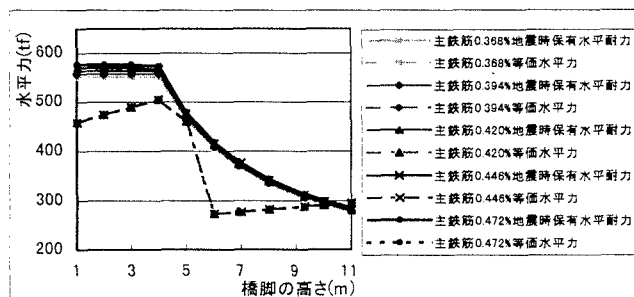


図-4 主鉄筋量と橋脚の高さをパラメータとした解析結果