

I - B246

G I Sデータベースに基づいた橋梁耐震診断法の構築と損傷確率マトリックスの評価

神戸大学大学院 学生員 松本正人 神戸大学工学部 正員 森川英典
 神戸大学工学部 フェロー 高田至郎 神戸大学大学院 学生員 花川和彦

1.はじめに： 兵庫県南部地震により橋梁構造物が甚大な被害を受けたことをきっかけに、既設構造物に対する耐震診断・耐震補強に関する議論も活発に行われるようになった。『土木構造物の耐震基準等に関する「第二次提言」』¹⁾では、既存土木構造物の耐震診断の基本方針として、簡便な手法による一次診断と詳細な検討を必要とする二次診断の二段階の耐震診断を行うことなどが述べられている。本稿は、著者らが構築した兵庫県南部地震による被災橋梁のG I Sデータベースを統計的に分析した結果を利用して、既存橋梁の耐震性能を比較的簡便な手法で評価する橋梁耐震診断法（耐震診断の一次診断に相当する）を構築することを目的としたものである。

2. 橋脚の耐震診断フロー： 本研究では、橋梁全体の耐震性能を確保するためには、「上部構造の落橋」、「橋脚の崩壊」、「基礎の損傷」の三種類の被害形態を確実に防ぐことが必要であると考えている。この中でも、「上部構造の落橋」は最も致命的な損傷形態であるが、兵庫県南部地震において落橋した径間についていえば、そのほとんどが橋脚の崩壊に起因していると考えられることから²⁾、橋脚の耐震性能を確保することは耐震設計上最も重要な課題であるといえる。そこで本稿では、とくに橋脚に着目して、耐震診断の一次診断プロセスを構築した結果について述べることにする。図-1は、本研究において構築したデータベースを統計的に分析した結果、橋脚の被災度に大きく影響すると特定された「適用示方書」、「橋脚材料」、「橋脚形式」の各要因を用いて、橋脚をグループ化し、耐震補強の要否、二次診断の要否を決定するフロー図である。なお、フローの作成は、兵庫県南部地震による被災橋梁の統計分析結果を根拠としているため、診断結果はレベル2地震動に対して大被害を受ける橋脚を特定したものになる。なお、昭和39年の道示に準拠したRC単柱橋脚については、構造・

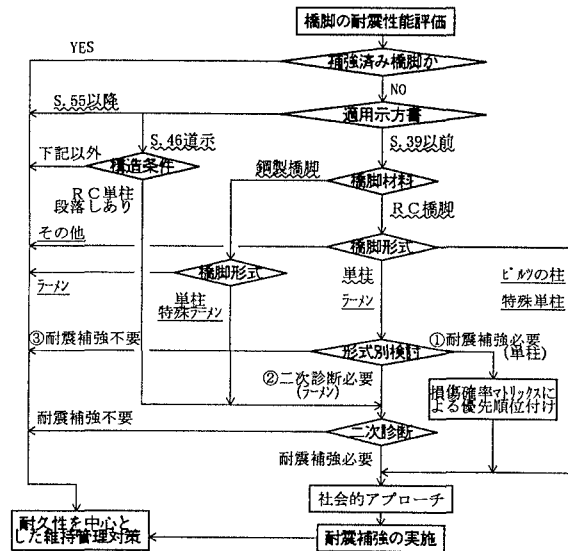


図-1 支配的要因を用いた橋脚の耐震診断フロー

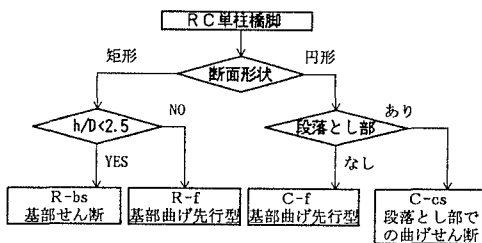


図-2 RC単柱橋脚のグループ化

地盤条件、地震動強度を考慮してさらに検討を行っていく。

3. RC単柱橋脚の耐震診断： RC橋脚の耐震性能は、橋脚の靱性（粘り）の有無に大きく影響されると考えられる。そこで、統計分析により重要なパラメータであることが判った段落とし部の有無とせん断スパン比の要因を利用して、予想される破壊モードを簡便な手法によって分類することを考えた。図-2は、そのキーワード：G I Sデータベース、橋梁耐震診断、補強の優先順位付け、損傷確率マトリックス

連絡先：〒657 神戸市灘区六甲台町1-1, 078-803-1040

ロー図を示したものである。円形橋脚では段落としの有無により破壊モードを分類できたが、矩形橋脚では段落としを有する橋脚が少なく、せん断スパン比による破壊モードの分類を行った。ここでしきい値を2.5としたのはせん断スパン比2.5以上では基部せん断破壊を発生していないからである。ここで、図中に示す「基部曲げ先行型」とは、橋脚基部での曲げ破壊と曲げせん断破壊をひとまとめにしたものである。これらのグループごとに橋脚の被災度の大小を比較すると、段落とし部を有するグループC-cs、橋脚基部でのせん断破壊が予想されるグループR-bsにおいて被災度が高くなっており、このことは、RC橋脚の被災度が橋脚の靱性に大きく影響することを示唆するものである。さらに、被災度の高かったグループC-cs、グループR-bsを対象として、グループ内で被災要因についての検討を行った結果、グループC-csでは、河成平野と呼ばれる地形分類でとくに被災度が大きくなっていることが判った。また、グループR-bsについては、一般に、このように矩形断面を有し、せん断スパン比の値の小さい橋脚は、連続桁を支える部分や交差点を跨ぐ部分といった比較的上部工の慣性力が大きくなる部分に用いられて場合が多く、そのため橋脚の曲げ強度を大きくした結果、相対的にせん断耐力に対する余裕度が小さくなり、橋脚基部においてせん断破壊に至ったというメカニズムが推測できる。次に、以上の結果をもとに分類をさらに細分化し、各グループごとに気象庁震度階の値と橋脚の被災度をクロス集計して求めた「損傷確率 (Damage Probability) マトリックス」を作成することによって、耐震補強の優先順位付けを行う手法について述べる。なお、地震動強度の値は、本研究室において実施したアンケート調査より算出された「アンケート震度」³⁾を気象庁震度階に換算した値を用いた。表-1~表-4は、各グループにおける「損傷確率マトリックス」を示したものであるが、グループR-bsにおいては、気象庁震度階によって表現できる地震動強度のパラメータよりも、むしろせん断強度の余裕度に関連して、上部構造の構造条件などが被災度に大きく影響すると考えられるので、横軸に構造条件を設定した損傷確率表を用いることとし、震度階6⁻以上で損傷確率は一定の値であるとした。図中の網掛け部分は、それぞれの震度階域で許容すべきでない損傷レベルを示しており、例えば、レベル1地震動に対応する震度階5⁺の領域では被災度C(補修が必要)以上を許容しない、レベル2地震動の中でも、震度階6⁻の領域では被災度B(補強が必要)以上を許容しない、震度階6⁺の領域では被災度A(再構築が必要)以上を許容しないというように、設定する地震動強度が大きくなるにつれて確保すべき耐震性能を段階的に変化させるようにしている。耐震診断を行うにあたっては、対象とする地震動強度を設定し、各グループごとに設定した震度階に相当する列の網掛け部分の確率を合計した

値を「被災確率」と定義して、各グループの「被災確率」の値を比較することによって相対的に耐震補強の優先順位が付けられるものとする。

参考文献

- 1) 土木学会耐震基準等検討会議：土木構造物の耐震基準等に関する「第二次提言」，土木学会誌vol. 81，平成8年2月
- 2) 松本正人，森川英典，高田至郎，花川和彦：GISを用いた兵庫県南部地震における橋梁の被災要因分析と耐震診断のシステム化，阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集，PP. 227~234，平成9年1月
- 3) 高田至郎・嘉嶋崇志ら：兵庫県南部地震におけるアンケート震度分布とその特性，平成8年関西支部年次学術講演会，PP. I-2-1~I-2-2，平成8年5月

表-1 C-cs損傷確率マトリックス(河成平野)

橋脚被災度	気象庁震度階			
	5 ⁺	6 ⁻	6 ⁺	7
As	—	33%	29%	44%
A	—	33%	25%	33%
B	—	0%	14%	0%
C	—	0%	21%	11%
D	—	33%	11%	11%

表-2 C-cs損傷確率マトリックス(河成平野以外)

橋脚被災度	気象庁震度階			
	5 ⁺	6 ⁻	6 ⁺	7
As	0%	0%	0%	29%
A	0%	14%	67%	18%
B	0%	14%	11%	18%
C	0%	57%	22%	35%
D	100%	14%	0%	0%

表-3 C-f, R-f損傷確率マトリックス

橋脚被災度	気象庁震度階			
	5 ⁺	6 ⁻	6 ⁺	7
As	0%	2%	1%	0%
A	0%	13%	7%	23%
B	100%	26%	15%	18%
C	0%	26%	37%	18%
D	0%	33%	39%	41%

表-4 R-bs損傷確率表(震度階6⁻以上)

橋脚被災度	連続桁		単純桁	
	固定音	可動音	交差点	その他
As	75%	14%	0%	0%
A	25%	29%	31%	7%
B	0%	29%	31%	21%
C	0%	29%	23%	43%
D	0%	0%	15%	29%