

I-B 317

地震規模に応じた橋梁のじん性設計

東京工業大学 正員 ○川島一彦

建設省土木研究所 正員 運上茂樹

建設省土木研究所 正員 星隈順一

1 はじめに

従来、震度法による耐震設計から抜け出せずにいたこと、また、直下型地震による激烈な被害が最近では生じていなかったことから、設計想定地震とこれに対して許容できる損傷度があまり突き詰めて議論されていなかったように考えられる。ここでは、阪神地震を教訓として、地震の特性、特に主要動の強度と繰り返し回数を整理し、これに対する地震時保有水平耐力法による耐震設計の考え方を提案する。

2 地震タイプに応じた地震動特性

道路橋示方書耐震設計編では、平成2年の改訂でRC橋脚に対する地震時保有水平耐力の照査の規定が取り入れられた。これは、再現期間が100-150年程度の海洋性プレートバウンダリータイプの地震を想定したもので、卑近な例としては関東大震災時の東京程度の地震動を想定したものである。以下、これをL2地震動と呼ぶ。加速度応答スペクトルによって表した阪神地震時の地震動強度は、明らかにL2地震動よりも大きかったが、一方、主要動の継続時間はL2地震動で想定されている1-2分よりも大幅に短いものであった。しかし、地震規模から考えれば、阪神地震の際の地震動が最強という保証はなく、さらに1回り大きな強度と継続時間を持つ地震動も予想される。このような点から、ここでは耐震設計に影響を与える地震（あるいは、地震動）を表1のようにL1～L5地震動の5つに整理することを提案する。

このうち、L5地震動に対しては、技術的に予見できる対応はきわめて限定されている。こうした地震に対しては、ネットワークの観点から道路のリダンダンシーを高め、1つの巨大地震による影響が広域的に生じることを防止することを目指すべきだと考えられる。しかし、安全性に対する国民の関心が高まってきていることから、大規模な地表断層を伴って誰が見ても明らかに不可抗力といえるL5のような地震動は別として、振動だけで橋梁（特に、影響度の大きい橋梁）が崩壊したり橋によっては大きく機能を失うことは、L4といえども許されない状況になっていると考えられる。強震記録に基づく科学的裏付けのある地震動としては、現在、阪神地震による記録が最強であり、これを考慮した耐震設計が今後求められていくが、L4的な地震動があり得ることは配慮していく必要があると考えられる。

3 地震特性に基づくじん性の評価

L2地震動とL3地震動を比較すると、構造部材に生じる繰り返し回数は大きく異なる。図-1は、同一条件のRC橋脚に一定振幅変位漸増方式で繰り返し水平載荷した場合の、荷重～変位履歴の包絡線である（1、2）。載荷タイプ1はL2タイプの地震動に、載荷タイプ3はL3地震動に対応すると考えると、同一の損傷を生じる変位はL2タイプの地震動が作用した場合の方がL3地震動が作用した場合よりも大きい。図-2は、これを示したものである。L2地震動が作用してある損傷が生じる時の変位を u_A とすれば、L3地震動が作用した場合にこれと同じ損傷を生じる変位は u_B である。L3地震動の発生頻度はL2地震動よりもかなり低いことから、L3地震動に対して許せる変位（損傷）は u_B からもっと大きい u_C にしてもよいと考えられる。ただし、 u_C に対して、地震後に影響のある残留変位（3）を生じてはならず、また、実測記録はないが、L4地震動の存在を考慮し、L4地震動に対しても重要性に応じて崩壊防止～ある程度の機能保持をはかれることを考慮しておく必要がある。この考え方は、鋼製橋脚、基礎、支承、液状化等に対しても同じように適用することができる。

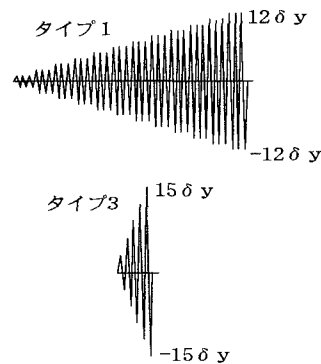
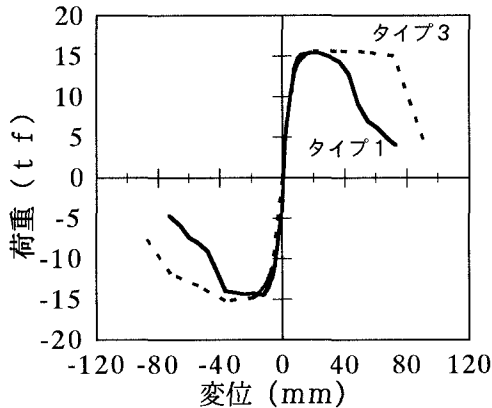
4 まとめ

阪神地震を契機として、地震動強度と主要動の継続時間（部材に対しては、載荷繰り返し回数）に応じて、じん性を変化させた地震時保有水平耐力法の考え方を提案した。構造部材の動的強度、変形性能に及ぼす載荷履歴の影

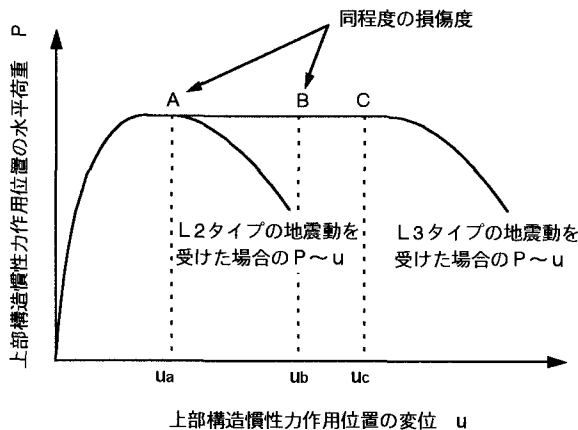
響に関する研究が少ない現状から、この分野の一層の研究が期待される。

表一 強度と主要動の繰り返し回数によって分類した地震動のタイプ

タイプ	地震のイメージ	地震の例	発生頻度	地震動のイメージ
L1	ちょっとした地震		かなり高い。	0.08~0.1 g程度
L2	海洋性巨大地震、ただし、陸地までの距離はある程度ある	関東地震の際の東京(?)	100~150年程度	0.4 g程度、主要動の繰り返し回数は多い(40回以上)。
L3	M7~7 1/4程度の直下型地震	阪神地震の際の神戸、西宮	数百年~数千年	0.8 g~程度。主要動の繰り返し回数は少ない(5回程度)。
L4	M7 2/4以上の直下型地震、ただし、大規模な地表断層は伴わない	関東地震の際の小田原、鎌倉(?)、福井地震の震源域(?)	数百年~数千年	強度、主要動の繰り返し回数ともにL3よりも1回り大きい
L5	M8程度の直下型地震、大規模な地表断層を伴う	濃尾地震の震源域	数百年~数千年	上下方向に6 m、水平方向に2 m(水鳥断層)



図一 1 載荷履歴の違いによるじん性の変化(RC橋脚、一定振幅変位漸増方式の場合)
(1)



図一 2 繰り返し回数と発生確率を考慮した許容じん性の設定

参考文献：(1) 武村、川島：載荷履歴がRC橋脚の動的耐力及び変形性能に及ぼす実験的検討、土木学会全国大会概要集、H8、第I部門、(2) Kawashima and Koyama: Effect of Cyclic Loading Hysteresis on Dynamic ...、土木学会論文集、Vol.5-2、1988、(3) 川島、MacRae、星隈、長屋：残留変位応答スペクトルの提案とその適用、土木学会論文集、No.501/I-29、1994。