

R C橋脚の有限要素法による地震応答解析

(株) ピー・エス 正会員 ○美馬由周
徳島大学工学部 正会員 島 弘

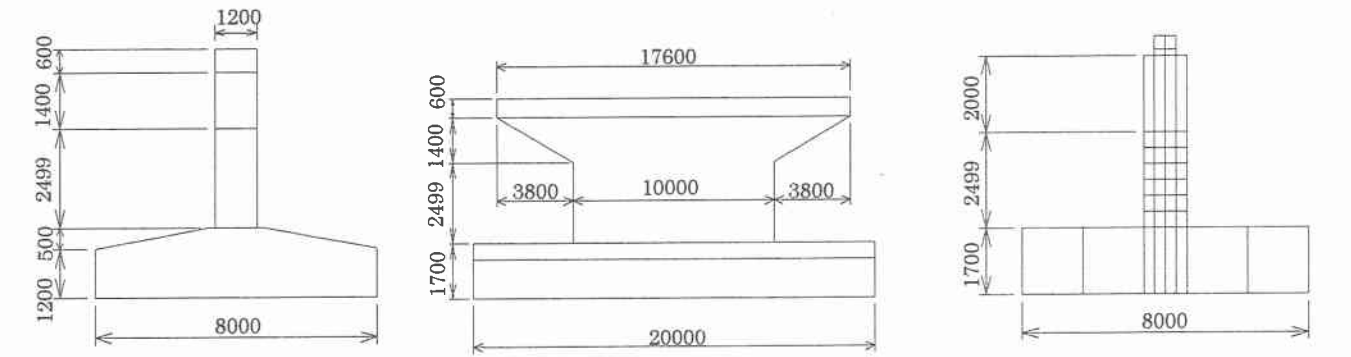
1. はじめに

昭和 39 年の道路橋示方書における許容せん断応力度は 6 kg/cm² であったが、昭和 55 年の改訂で 4.2kg/cm² に低減した。そこで、そのときの設計者は断面を増して許容せん断応力度を越えないように設計することが普通のものであった。コンクリート構造物としては、せん断先行型の破壊は避けなければいけない構造であるが、断面を大きくした部材は、靱性が劣り、せん断破壊を生じて崩壊する可能性がある。

本研究では、許容せん断応力度に着目し、昭和 39 年・昭和 55 年の道路橋示方書の許容せん断応力度に基づいて設計した R C 橋脚の動的非線形有限要素解析を行う。そこで、許容せん断応力度の低下に伴う断面の増加が、橋脚の破壊メカニズムにどのような影響を及ぼしているのかを比較検討した。

2. 解析概要

解析対象構造物は、昭和 42 年に完成した高知県にある R C 橋脚を基本モデルとして取り上げる。図－1 (a)、(b) に解析対象とした R C 橋脚の橋軸方向、橋軸直角方向の形状寸法を示す。解析モデルは、要素数 48、節点数 175 で、図－2 に要素分割図を示す。



図－1 (a) 橋軸方向寸法

図－1 (b) 橋軸直角方向寸法

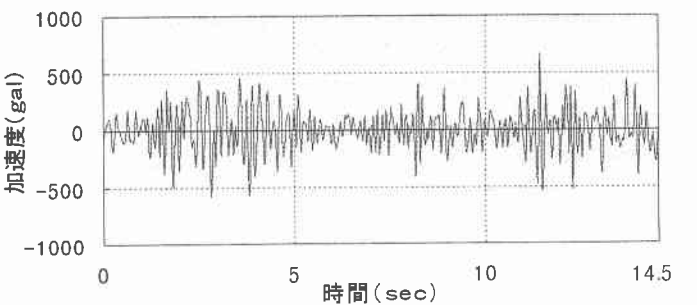
図－2 要素分割図

検討は橋軸方向を対象とし、「WCOMD」(R C 構造の 2 次元動的非線形有限要素解析プログラム)により解析を行う。基本モデルの断面厚は 120 cm であり、昭和 55 年に許容せん断応力度が 6 kg/cm² から 4.2kg/cm² と下がることから、昭和 55 年基準で設計すると断面厚が 143 cm となる。この 2 つのモデルを比較検討した。フーチングから下方の影響は無視し、フーチング底面で完全固定とした。入力地震波は、次の南海地震を想定して沢田¹⁾ が作成したものをを用いた。上部工の影響は、その重量分のコンクリート塊を解析モデルの橋脚頂部に載せて考慮した。解析に使用した材料特性を表－1、入力地震波を図－3 に示す。

表－1 材料特性

材料		
コンクリート	圧縮強度 (MPa)	28.5
	引張強度 (MPa)	2.5
	単位体積重量 (t/m ³)	2.35
主鉄筋 (柱)	種類	SD30
	ヤング係数(×10 ⁶)	2.1
	降伏強度 (N/mm ²)	343
	単位体積重量 (t/m ³)	7.85
帯鉄筋 (柱)	種類	SD30
	ヤング係数 Es	2.1
	降伏強度 (N/mm ²)	343
	単位体積重量 (t/m ³)	7.85

図－3 入力地震波形



3. 解析結果および考察

解析した結果、昭和 55 年基準モデル（断面厚 143 cm）は、地震開始後 2.04(sec)で破壊に至った。破壊モードは、コンクリートの圧縮・せん断破壊であった。基本モデル（断面厚 120 cm）は、破壊に至っていない。

図-4には、クラック発生状況、図-5～図-7には、橋脚天端水平応答変位、橋脚下端応答せん断力の時刻歴応答、慣性力-変位の履歴曲線を示す。

図-6から断面厚 143 cm は、断面厚 120 cm とほぼ同じ作用せん断力で破壊したことがわかる。これは、断面を厚くすることにより曲げ耐力はそれにほぼ比例して大きくなることは明らかであるが、せん断耐力は大きくならないという結果を示している。

せん断耐力を静的設計計算で見てみると、断面を 120 cm から 143 cm にしても約 8 % しか大きくならない。なぜなら、せん断耐力式中で断面の増加に伴い有効高さ d は大きくなるが、 β_d 、 β_p は小さくなるからである。

したがって、コンクリートだけでせん断力を受け持たそうとするのは脆性的な破壊を招く恐れがあるという解析結果となったのである。

4. まとめ

昭和 39 年・昭和 55 年の道路橋示方書の許容せん断応力度に着目し、地震応答解析により橋脚の挙動を比較検討した結果、断面を厚くした昭和 55 年基準が破壊に至り、以下の結論が得られた。

同じ軸方向鉄筋量およびせん断補強鉄筋量の場合、コンクリートの断面を大きくすると曲げ耐力は大きくなるが、せん断耐力はさほど大きくならないことから、断面を大きくした部材では、せん断先行型の破壊となる危険性がある。

5. 参考文献

1) あんぜん四国報告書、土木学会四国支部、1997 年

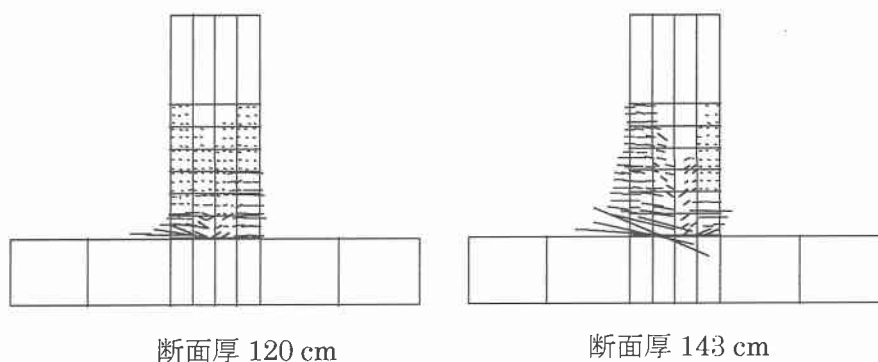


図-4 クラック発生状況

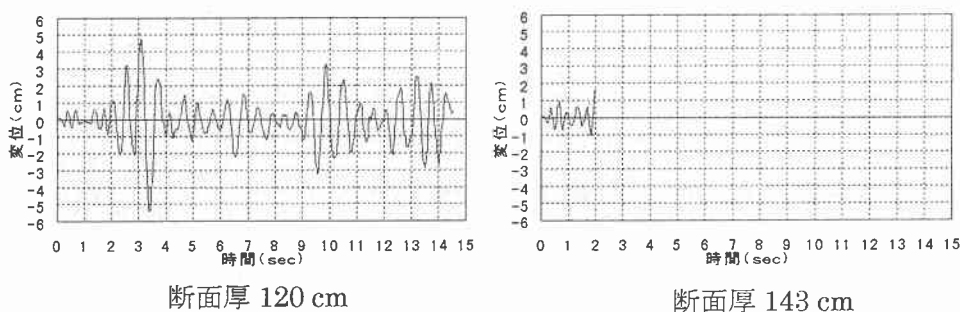


図-5 橋脚天端水平応答変位

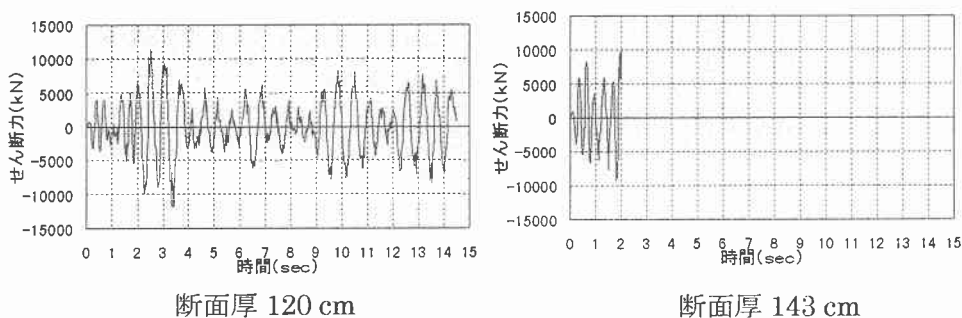


図-6 橋脚下端応答せん断力

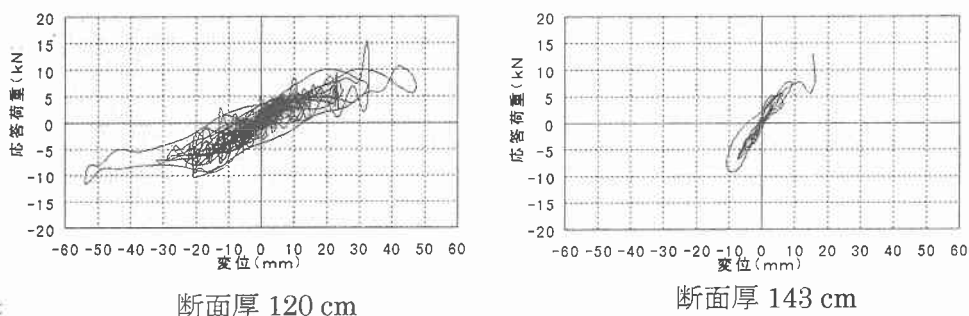


図-7 慣性力-変位の履歴曲線