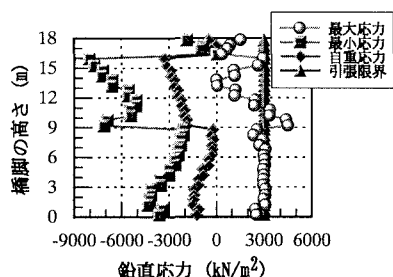
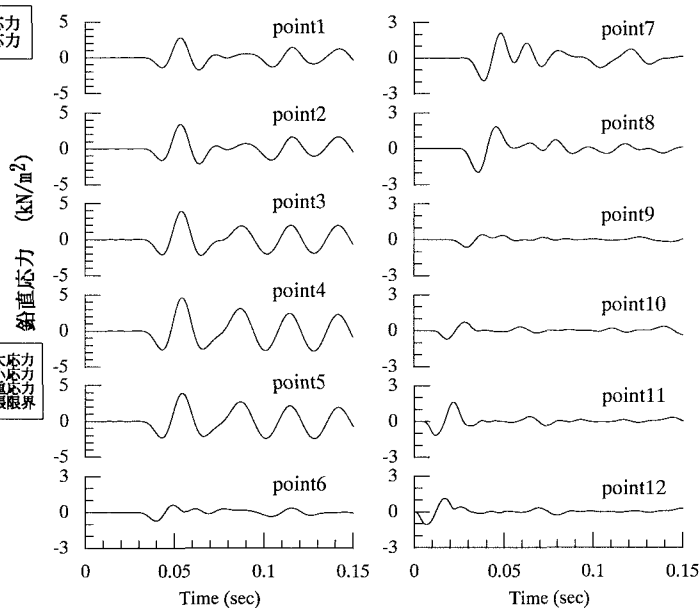
図3 point3における入力周期と鉛直応力の関係 ($T=0.02\text{sec}$)図5 最大、最小鉛直応力の分布図 ($T=0.02\text{sec}$)図4 観測点における鉛直応力の時刻歴応答 ($T=0.02\text{sec}$)

張応力に着目すると、入力周期が0.02秒になるまで引張応力は増加し、それ以後は減少していることが読み取れる。また、引張応力の最大値については、 $3.94(\text{kN}/\text{m}^2)$ と増幅していることが分かる。次に、破壊箇所にも最大引張応力を発生させる入力周期0.02秒に注目する。point1～point5における鉛直応力の時刻歴応答を図4に示す。ただし、正を引張応力、負を圧縮応力としている。いま、入射応力が正弦1波であることを考えれば、橋脚底面(point5)から入射した圧縮応力波が橋脚天端の自由境界条件のもとで反射し、後続の引張応力波と重なるとき、破壊箇所において最大引張応力を発生させることが分かる。図4の時刻歴応答をみると、上述した波動伝播の様子が現われている。ところで、入射応力が入力周期が長くなれば、力積は大きくなり、橋脚底面から入射される応力波も大きくなる。しかし、図3に示すように破壊箇所の引張応力に注目すると、0.02秒で最大値を示し、それ以後は減少する傾向が認められる。この理由として、入射応力の波長が長いと、橋脚内では、進行波と反射波の重ね合わせにより応力波が相殺されてしまうことが考えられる。次に、point6～point12における鉛直応力の時刻歴応答を図4に示す。図4から、杭下端(point8)から入射した応力波は増幅し、point7において大きな引張応力が生じていることが分かる。図5に入射速度 $30(\text{kine})$ としたときの最大応力、最小応力、自重応力および引張限界を橋脚の高さに応じてプロットした図を示す。ただし、橋脚の引張限界を $3000(\text{kN}/\text{m}^2)$ と定めている。なお、入射応力は $\sigma = -\rho cv$ で計算したものをを用いており、 ρc は岩盤層の特性インピーダンスである。図5から、橋脚天端9(m)より下では、橋脚内の引張応力がコンクリートの引張限界に達しており、どの部分で引張破壊を起こしてもおかしくない結果となっている。

4. むすび

本研究では、兵庫県南部地震により生じた衝撃的破壊の原因究明のため、入射応力を正弦1波と想定し、橋脚内に引張破壊が生じるかを検討した。その結果、入力周期と鉛直応力の関係から、周期が0.02秒、入射速度 $30(\text{kine})$ 以上になると引張破壊を起こすのに十分な引張応力が発生することが分かった。また、岩盤層下部から入射した応力波が、柱部分において引張応力、圧縮応力ともに増幅していることが明らかになった。

参考文献

- 1) 園田恵一郎、小林治俊：地震波動による構造物と地盤の相互作用に対する数値解析の検討、「衝撃的地震動と構造物の被害」に関するコロキウム、pp.59～67、1996.9.
- 2) 竹宮宏和、堀内深：衝撃的地震動によるRC構造物の引張破壊現象の可能性、第3回落石等による衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集、pp.133～pp.138、1996.6.