

地震時における軟弱地盤の動的挙動に関する研究

大阪大学工学部 正員 伊藤富雄
 大阪大学工学部 正員 松井保
 大阪大学工学部 正員 久武勝保
 大阪大学大学院 学生員 ○加藤茂樹

1. まえがき

近年、種々の構造物が軟弱地盤上に数多く建造されるようになってきているが、それらの耐震性を解明する上で、軟弱地盤の振動特性を知る必要性が増大している。軟弱地盤の振動特性を解明するアプローチとして、解析、模型実験、地震観測等があるが、ここでは模型実験を通して軟弱地盤の動的挙動を明らかにしようとしている。その際、模型地盤は、軟弱地盤を想定して粘土を用いて作成している。これは、地盤の動的挙動のみずみ依存性を模型実験で考慮することを意図したものである。本報告は、地層構成の異なる種々の模型地盤を作成し、振動実験を行なった結果について考察したものである。

2. 実験装置および方法

実験装置としては、電気油圧サーボ式水平加振機および長さ70cm、幅40cm、高さ20cmの剛な土槽を用いている。実験で採用した地層構成は、多層地盤(記号A)及び改良部を持つ地盤(記号B)の2種類であり、それらの概略図を図1に示す。地盤材料は、市販のベントナイトヒクラウンクレアの混合粘土(LL:167.5%, P.I.:117.2%)で、含水比を変えることによりその剛性を変化させる。作成した地盤の材料定数も又図1に示す。実験方法としては、一方向定常正弦加振を行ない、入力加速度は一定(100gal)とし、周波数は5~25Hzの間で変化させる。測点は、図1に▽印で示すように、多層地盤では地盤中央の1点、改良地盤では加振方向の5点とし、それぞれ加速度を地表面で測定する。

3. 結果および考察

(1)多層地盤: 図2 a)は、多層地盤における応答倍率の共振曲線である。また図2 b)には、A1~A4の地盤に対して、横軸に軟地盤厚の全地盤厚に対する比を、縦軸に共振振動数及び共振時の応答倍率と変位をとり、それぞれの関係を示す。この図から、軟地盤厚の増加とともに、共振振動数は漸減、変位量は漸増することが分かる。しかし、応答倍率は、ある程度まで大きくなるが、さらに厚さが増してすべて軟弱層となった場合には逆に減少することが分かる。この応答倍率の低下は、軟地盤厚の増大による地盤剛性の低下によって共振振動数は低下するが、それに伴う変位量の増大によって減衰の増加を招い

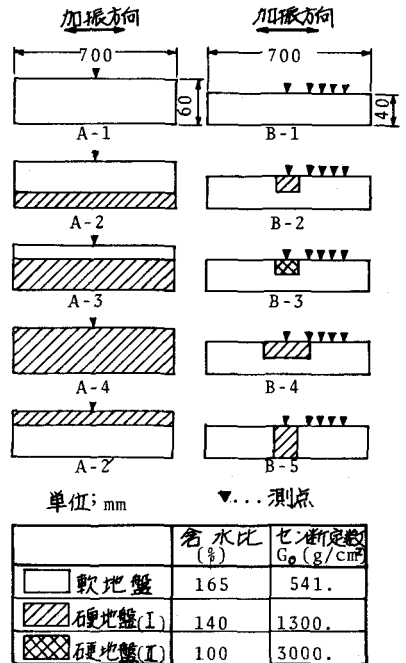


図-1 模型地盤の材料定数

た為生じたものと思われる。以上の結果から判断すれば、軟弱地盤においては、加速度増幅よりも変位増幅の方が問題となると思われる。一方、過去の震害例においても、軟弱地盤上の堤防が地盤の卓越周期の大きい所で次下が増し、軟弱地盤では変位量が問題となることが示されている。²⁾ 図2の(a)の中で、A-2とA-2'は軟地盤厚の全地盤厚に対する比が一定であるが、その配置が異なる。図より、軟地盤が地表側にある場合(A-2)は、軟地盤のみの場合(A-1)と比較して共振振動数が増加するが、軟地盤が基盤側にある場合(A-2')は、その応答が軟地盤のみの場合とほとんど変わらないことが分かる。このことは、軟弱地盤において、基盤付近の地盤を硬くすると振動特性がかなり改良されるが、地表面付近の地盤だけを硬くしても、振動特性の改良にはあまり役立たないことが示唆される。

(2)改良地盤：図3(a)は、改良地盤地表中央における応答倍率の共振曲線である。図より、共振振動数に注目すると基盤まで改良した場合(B-5)は、無改良の場合(B-1)に比しその増加が大きい。従って、軟弱地盤において、基盤近くまで改良するとかなりの共振振動数に対する改良効果が期待できるが、地表層付近の地盤のみを硬くしてもその効果はあまり期待できない。この事は、上述のA-3とA-5の比較結果とも一致している。一方、応答倍率については、改良部分の地盤が硬い場合(B-3)に最も低下する。又、基盤まで改良した場合(B-5)は、応答倍率に関しては(B-3)に比し高いが変位量に関しては共振振動数の増加によりかなり小さくなりその効果が期待できる。次に、図3(b)には、各地盤の共振時における応答倍率の分布を示す。図中、実線は無改良時の分布を示すが、側壁の拘束により、端部に近づくにつれて応答倍率が低くなっている。この図から、改良部での応答倍率は改良前より低下するが、改良部周辺における応答倍率は逆に大きくなる傾向がみられる。又、その傾向は、改良部の剛性が大きい場合(B-3)により顕著になる事が分かる。これより、軟弱地盤を改良する場合、無改良の周辺地盤の振動特性が非常に悪くなる場合が考えられる。

なお、現在有限要素解析による検討を進めている。最後に、本研究に特別研究として多大の協力をされた元本学学生 松蔭茂男君(現中国電力)に謝意を表す。

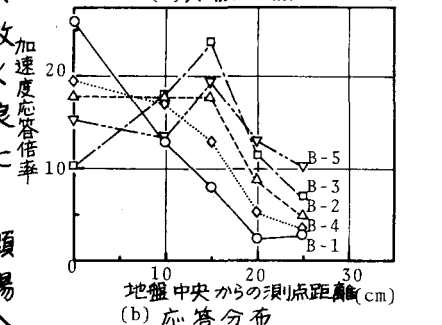
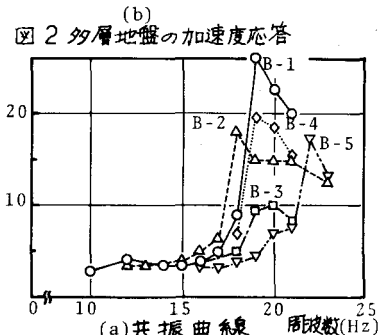
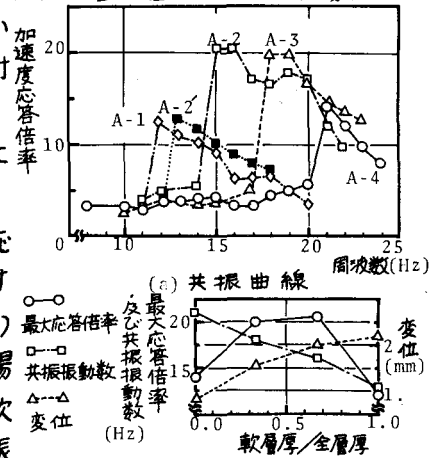


図3 改良地盤の加速度応答 (参考文献)

(1)伊藤, 希田「地中埋設管の振動特性に関する研究」昭和51年度一関西支部学術講演会 (2)河上, 浅田「軟弱地盤上に築造される八咫橋堤防の耐震性について」土と基礎(1975-12)