

東北大学工学部 正員 河上房義

東北工業大学 正員 ○ 浅田秋江

1. まえがき

八郎潟干拓堤防は過去8年間に、男鹿西方沖地震（1964）、新潟地震（1964）および十勝沖地震（1968）により、それぞれ著しい被害を受け、軟弱な粘性土地盤上の土質構造物がきわめて耐震性の低いことを示した。その後、震害の調査⁽¹⁾、堤防の常時微動測定⁽²⁾、および地震動観測⁽³⁾により、堤防の震害機構について検討した結果、八郎潟干拓堤防のような軟弱地盤上の土質構造物の震害に及ぼす最大の地震動要素は長周期成分すなわち変位であるという事実が明らかにされた⁽⁴⁾。今回は、さらに、常時微動および地震動観測による実測値と実体波による重複反射理論計算値とを比較考察することにより堤防および地盤内の地震時応答特性と耐震性を検討してみたので、その結果を報告したい。

2. 堤防の地震時応答特性について

表-1 八郎潟正面堤防における卓越周期の実測値および計算値

		卓 越 周 期 (sec)			
秋田南東部地震観測		0.33	0.50	0.80	1.33
常時微動測定		0.80		2.0	
重複反射理論値	(A-A)	0.50		0.80	2.8
	(B-B)	0.30		0.80	2.3

八郎潟正面堤防における地震動観測（図-2）、常時微動測定（図-3）および重複反射理論計算（図-5）により求めた変位スペクトルの各ピークから地盤の卓越周期を一括してそれぞれ表-1に示した。表-1の卓越周期の内、0.33secは3次の固有振動周期であり、0.50および0.80secはそれぞれ、地盤上および堤防天端における2次の固有振動周期である。しかるに一方、表-1によると、1次の固有周期は地震動、常時微動および理論値ともに、それぞれ異なった値を示しているが、地震動観測および常時微動測定によりえられた1.33secおよび2.0secの卓越周期は振動計の測定可能周波数領域（地震計の固有周期0.33sec、常時微動計の固有周期1.0sec）の限界付近で示された周期であって、本来の地盤および堤防天端における1次の固有振動周期は理論により求められた2.3secおよび2.8secであるとした方が、高次の周期における実測値と理論値との一致からみても、妥当であるように思われる。次に、振巾特性について検討すると、基盤に対する地表面の振巾増巾率は0.33secでは理論値、実測値ともに3を示し、一致するが、より長周期では、実測値は理論値に対し、周期とともに低くなる傾向をみせ、ここでも長周期帯域における地震計の特性が低下することを示している。さらに、地中の振巾分布について実測値（図-4）と理論値（図-6）とを比較すると、0.33secおよび0.80secの振動形は理論によるとそれぞれ3次および2次の固有振動形を示しており、実測値において位相差を考慮すれば理論値と分布の傾向が一致すると思われる。さらに1次の固有振動形は実測では1.33secに現われているが、本来は理論値と分布は一致するように思う。

図-1 地震計埋設地盤断面図

(八郎潟正面堤防 FD 7 + 415)

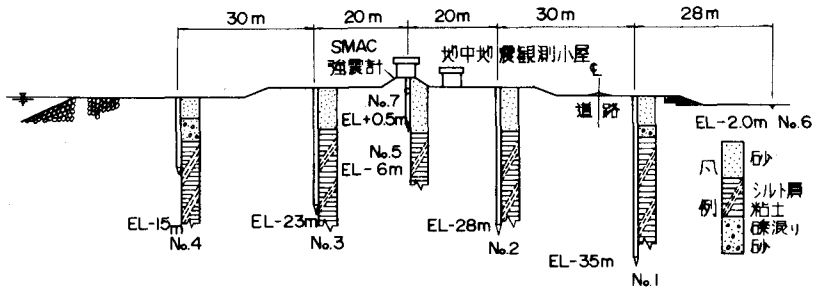


図-2 秋田県南東部地震の変位スペクトル

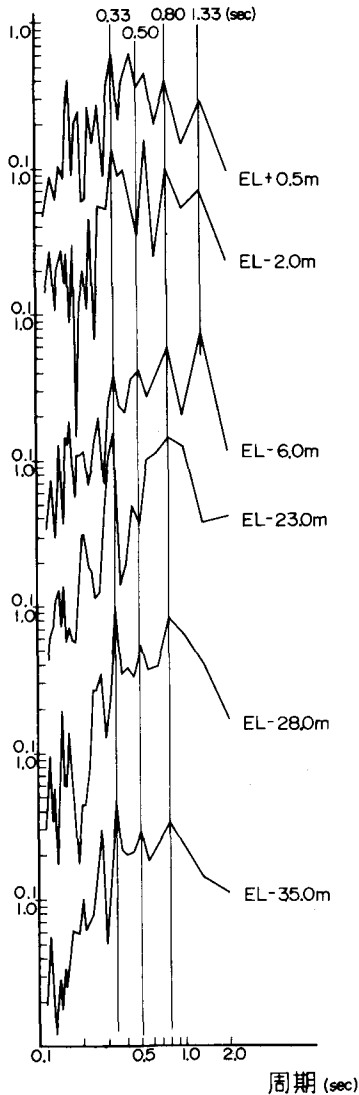


図-3 常時微動の変位スペクトル

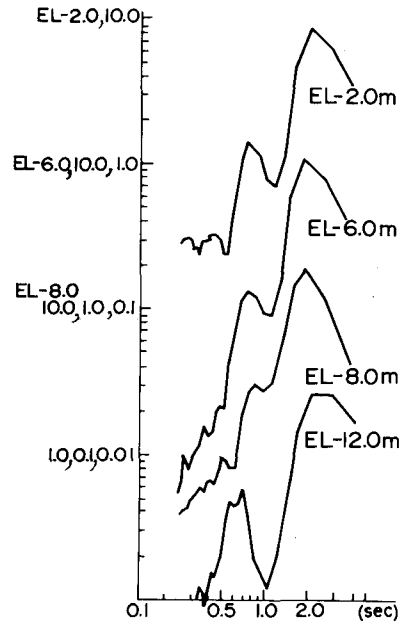
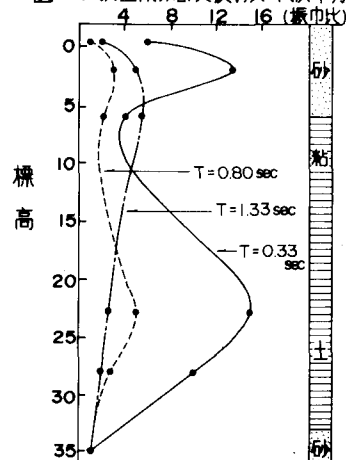


図-4 秋田南東部地震の地中振巾分布



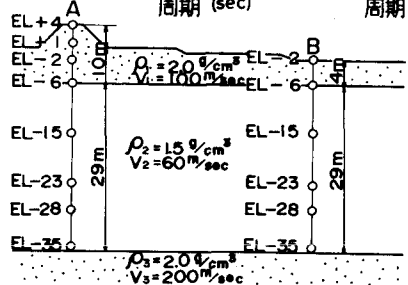
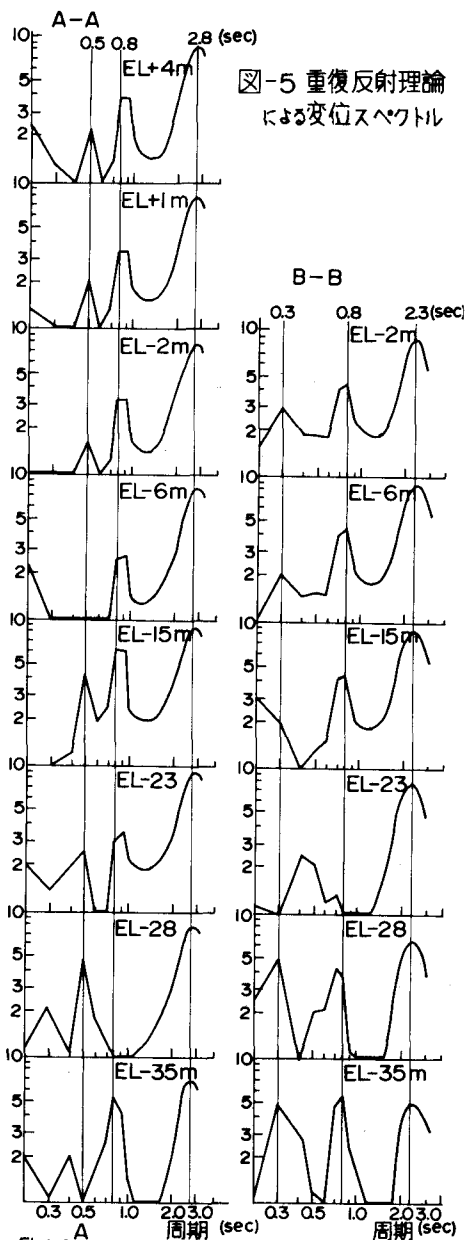


図-6A 重複反射理論による地中振巾分布

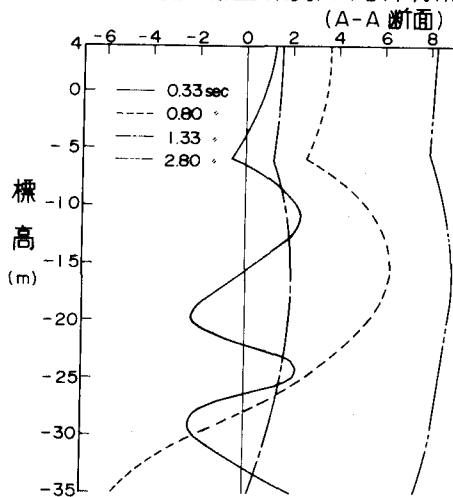
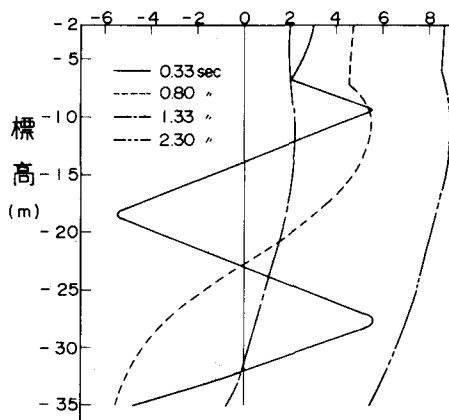


図-6B 重複反射理論による地中振巾分布
(B-B 断面)



3. 堤防の耐震性についての検討

(2)で述べた堤防の地震時応答特性が地盤の状態、すなわち上部砂層の厚さおよびS波速度、下部粘土層の厚さおよびS波速度構造によって如何に変化するかを理論的に検討してみた。この検討はとりもなおさず堤防の耐震性に影響を及ぼす最も大きい地盤条件が何んであるかを知ること他にない。

上部砂層の厚さ H_1 を変えた場合の地表面上における応答スペクトルの変化を図-7Aに示したが、同図によれば、砂層の厚さが増加するにつれ、1次の周期はのびるが、振巾の増巾度は差程、大きくはならない。一方、上部砂層のS波速度 V_1 が変化した場合には、図-7Bに示す如く、1次および2次固有周期におけるスペクトル曲線にはほとんど変化がみられず、したがって堤防の耐震性に及ぼす上部砂層の厚さの影響が小さいことを示している。次に下部粘土層のS波速度 V_2 が変化した場合には、図-7Cに示すように、各次の周期の伸び方と振巾増巾度の増加がきわめて顕著になり、堤防の耐震性に及ぼす下部粘土層のS波速度、つまり地盤の軟弱の程度が著るしく影響が大なることを示している。なお下部粘土層の厚さを変化させた場合の応答スペクトルの検討については、現在、なお解析中なので、発表当日に行ないたい。

図-7A 上部砂層厚 H_1 を変えた場合のスペクトル曲線の変化

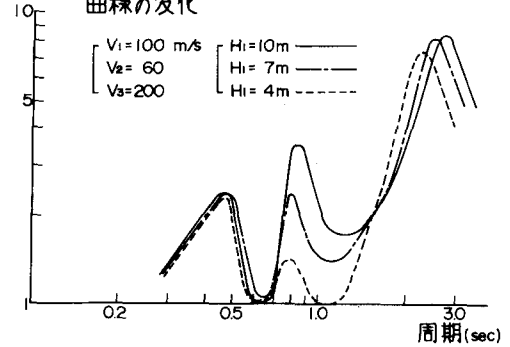


図-7B 上部砂層のS波速度 V_1 を変えた場合のスペクトル曲線の変化

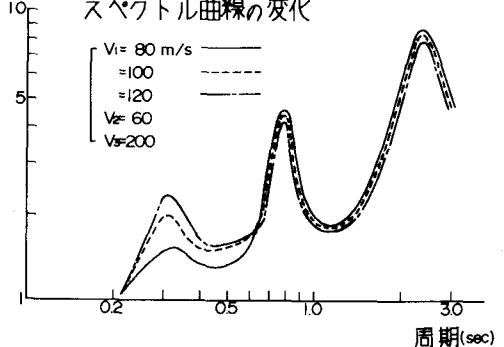
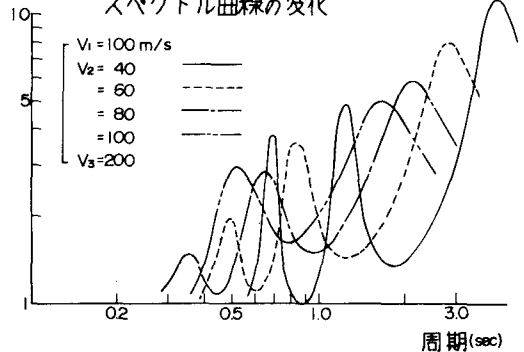


図-7C 下部粘土層のS波速度 V_2 を変えた場合のスペクトル曲線の変化



参考文献

- 1) 伯野・浅田；男鹿沖地震による被害、土木学会誌、vol150、No.30、昭和40年3月
- 2) 河上・浅田・柳沢；堤防の耐震性と常時微動との関係について、土と基礎、第103号、昭和41年
- 3) 河上・浅田・森；八郎潟干拓堤防の地震動特性について、第11回地震工学研究発表会、昭和46年
- 4) 河上・浅田；八郎潟干拓堤防の地震動特性について（第2報）、第12回地震工学研究発表会、昭和47年