

徳島大学工学部 正員 ○尾島 勝
徳島大学大学院 学生員 足立一美
四国鉄工 広井則夫

1 まえがき 地下水の変動は非定常現象であり変動要因も多様性を有するため、その挙動を定量的に把握することはかなり困難である。したがって、解明しようとする目的を明確にしたうえで、その一般性を失わない程度にできるだけ単純化されたモデルにおける挙動解析の積み重ねに頼らざるを得ないところも少なくない。

本研究は、とくに自由地下水の挙動に及ぼす両端境界条件の相違による干渉効果を検討しようとするものである。すなわち、浸透流は上・下流端のみの条件によって生じ、滞水層の厚さに比較して水位変動量が小さく浸透距離が長い準一次元の流れとしてモデルを単純化して取り扱う。以上の仮定に適合するような砂層モデルを設定して実験を行ない、砂層モデルの両端に与えられた外水位変動による砂層内の応答量を、一端変動による応答の重ね合せとして表わしうるかどうかを検討して、干渉効果の時間的・場所的相違を評価し、線形重ね合せ理論の適用限界を明らかにしようとするものである。

2 外水位三角波変動による干渉現象の検討 低平地における近接する二つの河川の洪水時における河川水位変動に対する自由地下水の応答に対照し、砂層モデルの両端に三角波変動を与えることによって生起される現象を、とくにその水位変動に注目して実験的に考察した。実験のタイプ分けと実験諸元を表-1に示した。

図-1は、両端外水位変動を与えた実験A120の測点4, 8, 13における応答水位と片側外水位変動を個々に与えた実験A100とA200の応答水位を重ね合せて仮想水位の時間的変化を示したものである。

図-2は、両端外水位変動特性がちょうど1:2の相似関係にあるA120とA230の実験より干渉効果を見出そうとして ah/h_0 の時間変化を調べたものである。ここに、 h_0 , h は表-1にも示されているように外水位変動量の大きい方のピーク値と継続時間である。また ah は片側外水位変動による応答量をそれぞれ重ね合せたものから両端外水位変動による応答量を減じた量である。したがって、 ah/h_0 が0に近いほど干渉効果は小さく、同時に線形重ね合せの理論を適用した場合の外水位変動量に対する相対誤差を評価できる。

この ah/h_0 の値によって、外水位変動量、初期滞水層厚、外水位変化速度などの相違による干渉現象への影響度について検討した。図-2は外水位変動量の相違による影響を検討したものである。図から明らかなように、外水位変動量が相対的に2倍であるA230の方がA120と比較して、時間的にも場所的にも ah/h_0 の絶対値が一般に大きく、重ね合せの精度は悪い。すなわち、A230の h_0 がA120のそれの2倍になっているにもかかわらず ah/h_0 が大き

表-1 実験諸元

実験タイプ	初期水位	外水位変動量	変化速度
予-120	予-120	予-120	予-120
A 1 0 0	40	2.5	0.5
A 2 0 0	"	5.0	"
A 3 0 0	"	10.0	"
A 1 2 0	"	5.0	2.5
A 2 2 0	"	5.0	5.0
A 2 3 0	"	10.0	5.0
B 1 0 0	20	2.5	"
B 2 0 0	"	5.0	"
B 1 1 0	"	2.5	2.5
B 1 2 0	"	5.0	2.5
B 2 2 0	"	5.0	5.0
C 1 0 0	40	2.5	0.3
C 2 0 0	"	5.0	0.3
C 1 1 0	"	2.5	2.5
C 2 2 0	"	5.0	5.0
D 1 2 0	"	5.0	2.5
D 2 3 0	"	10.0	5.0

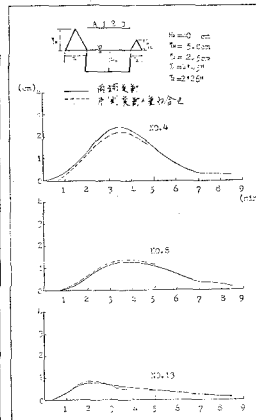


図-1 水位変動量

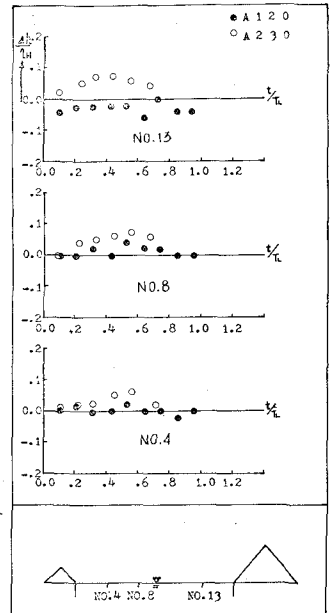


図-2 干渉効果の評価

いことは、相対的に Δh が2倍よりも大きくなっていることを示すものであって、外水位変動量が大きいほど干渉効果が大きく、現象の相似性は成立しないことを示すものである。

同様の検討を波形ピーク値は等しく継続時間が長くなったD120とD230について行なった。 $\Delta h/\Delta t$ の絶対値の最大値は図-2に示した実験結果と大差はなくほぼ0.1である。しかし、両タイプの相似性はさらに悪くなり、時間的にみても場所的にみても $\Delta h/\Delta t$ の符号が逆転するところがあり、しかもA120に対応するD120において変動端に近いNo.4, No.13の測点で干渉効果が明確に現われている。以上のことから外水位変化速度の相違による影響をさらに詳細に調べる必要があることがわかる。

初期滞水層厚の相違による影響は、たとえばA120とB120, A220とB220の比較によって検討できる。結論的に言えば、初期滞水層厚の相違は応答水位変動量にほとんど関係しないが、干渉効果に対しては層厚が小さいほど影響が大きくなる傾向がある。しかし、 $\Delta h/\Delta t$ の値は外水位変動量の相違による影響ほど大きな値を示さない。

[3] 外水位周期変動による干渉現象の検討 低平地感潮域地下水の潮汐変動に対する自由地下水の応答に对照して外水位の周期変動に対する現象を検討する。実験のタイプ分けと実験諸元を表-2に示した。

図-3は、両端外水位変動を与えた実験A120の測点4(下流端より60cm), 7(120cm), 10(180cm), 13(240cm)における応答水位と岸側外水位変動を個々に与えた実験A100とA200の応答水位を重ね合わせた仮想水位の時間的な変化を示したものである。すなわち、A120は図-1に示したA120と同条件で周期変動を与えたものである。また図-4は、図-3に示したA120と外水位変化速度だけが異なるD120の実験結果を示したものである。

外水位変動量の相違による干渉効果に及ぼす影響を考察するため、全実験タイプについて $\Delta h/\Delta t$ の範囲を示せば表-3のとうりである。ここでは、干渉効果の評価方法として $G_0 = G_1 + G_2$ としてみたが、外水位変化速度が同じであれば Δh が実験タイプによらずほぼ一定となったことから、相対的に G_0 が大きいほど干渉効果が小さく、重ね合せの適合性がよくなるという結果になった。このことは図で考察した三角波変動に対する考察結果と異なり、今後実験誤差の除去あるいは実験方法の改善による実験精度の向上をはかりさらに詳しく検討する必要がある。

外水位変化速度の相違、すなわち外水位変動の継続時間の相違による影響について、図-3と図-4を比較して検討しよう。図から明らかなように変化速度のおおきいD120の方が重ね合せの適合性が悪く、干渉効果が著しくなることがわかる。とくに各測点とも一端における強制水位変動が終了してから後の水位変動に干渉効果が強く現われていることは興味深い。

[4] あとがき 外水位変動特性の相違による干渉効果について実験的に検討し、いくつかの興味ある結果を得た。今後さらにこれらを定量的に評価し非定常浸透流の解析に役立てたい。

表-2 実験諸元

実験タイプ	測点番号	測点位置 (cm)	外水位変動 (cm)	外水位変動周期 (min)	外水位変動形状
A100	4	60	5	10	三角波
A120	4	60	5	10	三角波
A120	7	120	5	10	三角波
A120	10	180	5	10	三角波
A120	13	240	5	10	三角波
A200	4	60	10	10	三角波
A200	7	120	10	10	三角波
A200	10	180	10	10	三角波
A200	13	240	10	10	三角波
B120	4	60	5	10	三角波
B120	7	120	5	10	三角波
B120	10	180	5	10	三角波
B120	13	240	5	10	三角波
B220	4	60	10	10	三角波
B220	7	120	10	10	三角波
B220	10	180	10	10	三角波
B220	13	240	10	10	三角波

表-3 干渉効果の評価

実験タイプ	A110	A120	A220	A230	B110	B120	C110	C220	D120
両端外水位変動量(岸側)	5 cm	7.5 cm	10 cm	15 cm	5 cm	7.5 cm	5 cm	10 cm	7.5 cm
$\Delta h/\Delta t$ の範囲	-0.13 ~ 0.25	-0.03 ~ 0.08	-0.05 ~ 0.19	-0.03 ~ 0.05	-0.17 ~ 0.06	-0.03 ~ 0.10	-0.10 ~ 0.16	-0.12 ~ 0.07	-0.12 ~ 0.13
Δh の範囲	-2.4 ~ 4.0	-2.3 ~ 3.8	-2.4 ~ 4.0	-2.3 ~ 3.8	-2.4 ~ 4.0	-2.3 ~ 3.8	-2.4 ~ 4.0	-2.3 ~ 3.8	-2.4 ~ 4.0
干渉効果の小さい測点	9	3	2	1	5	4	7	8	6

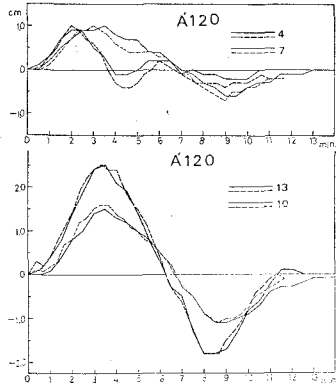


図-3 水位変動量

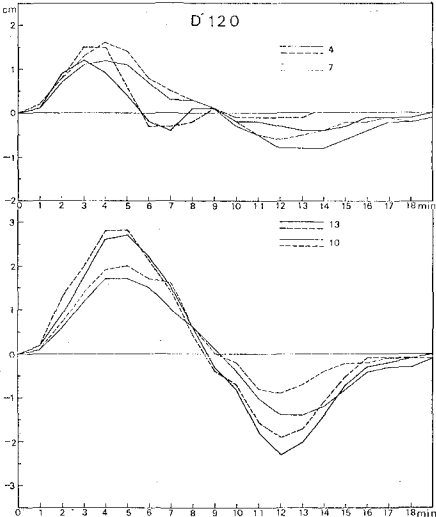


図-4 水位変動量