

の揚水量 q_{it} を得る。揚水に関するモデル解析は、図-1 に示した地下水盆全体を解析対象としている。したがって、その領域内で、地下水面の境界移動をともし得る解析を行った⁶⁾。移動境界解析は、固定境界解析とは異なり、地下水位変動の大きな上流部の挙動を評価できることから、本解析においては有用性があると判断した。揚水は、図-1 上の節点 22, 32 と 24, 34 がそれぞれ同量になるようにした。ここでは、一例として需要揚水量 R_i は一定値 $691.2(\text{m}^3/\text{day})$ であると設定した。各節点の重み w_i には節点換算面積⁵⁾ に等しい値をおき、ペナルティ数 λ には 10000 を与えた。図-4 は、上記揚水決定法による計算結果と、各井戸が一定量 $172.8(\text{m}^3/\text{day})$ で揚水した場合の計算結果との比較を表している。図中の地下水位挙動は揚水位置のものを示す。また計算結果から、地下水は第 13 ~ 14 日目と第 47 ~ 48 日目において、最上流要素の一部に境界の移動が認められた。

4. 結論

地盤モデルにおいて、透水係数が当初設定値である 100 および $300(\text{m}/\text{day})$ の領域を α 領域、200 および $400(\text{m}/\text{day})$ の領域を β 領域と呼ぶことにする。計算結果から、地下水位変動量は全体的に微小量ではあるが小さくなっていった。また、全解析領域内において、揚水位置を中心とした領域が最も変動量が抑えられてることがわかった。

変動量を小さくし得た一方、最終ステップ付近では、 α 領域中の揚水量が大きくなり、 β 領域中の揚水量が小さくなった。これは β 領域よりも、 α 領域の方が流れにくく、地下水位変動が徐々に推移していくためであると思われる。加えて、本文のモデルは解析領域が小さく、変化に乏しいものであったため、微小な地下水位変動量となる期間においては、 α, β 領域の微小な変動差が強調され、図-4 のように極端な結果を得ていると思われる。また評価量が微小であることから、結果には大きく表れていないが、計算誤差の影響も多少含まれていると思われる。今後、そういった微小な地下水位変動時の揚水量決定方法を改善し、計算誤差の影響を取り除くとともに、観測水位から推定した水位分布を用い、本文の方法によって揚水量を決定させていく予定である。

参考文献 1) 村上 章・長谷川高士：Kalman フィルター有限要素法による逆解析と観測節点配置，土木学会論文集，(388)：227-235，1987。2) Murakami, A.: Studies on the application of Kalman filtering to some geomechanical problems related to safety assessment, Doctoral dissertation, Kyoto University, 1991。3) Murakami, A. and T. Hasegawa: Application of Kalman filtering to inverse problems, *Theoretical & Applied Mechanics*, 42: 3-14, 1993。4) 奥野哲夫・鈴木 誠：不圧地下水を対象とした拡張カルマンフィルタによる透水係数の空間分布推定法，土木学会論文集，(469)：93-102，1993。5) 村上 章・長谷川高士・浜口俊雄・H. エルシャズリ：拡張 Kalman フィルタ有限要素法による地下水モデルのパラメータ同定，第 43 回応用力学連合講演会，397-400，1994。6) 長谷川高士・石井将幸・浜口俊雄：宮古島砂川地下ダムの地下水流動解析，第 49 回農業土木学会京都支部研究発表会講演要旨集，52-53，1992。

$$\begin{aligned}\bar{L} &= L + \lambda(Q_i - R_i)^2 \\ L &= (h_{t+1} - h_t)^T \cdot W \cdot (h_{t+1} - h_t) \\ Q_i &= \sum_j C_{ij} q_j \\ \text{ただし } \lambda &: \text{ペナルティ数, } W: \text{対角重み行列,} \\ Q_i &: \text{総揚水量, } R_i: \text{需要揚水量} \\ \frac{\partial \bar{L}}{\partial q_{ij}} &= 0 \Rightarrow P_{ij} q_{ij} = f_i \\ P_{ij} &= \sum_k \{ w_k \cdot (A_{km}^{-1} C_{mi}) \cdot (A_{km}^{-1} C_{nj}) \} \\ &\quad + \lambda \sum_k C_{ki} \cdot \sum_l C_{lj} \\ f_i &= \lambda \cdot R_i \sum_k C_{ki} + \sum_k \{ w_k \cdot \Delta h_{kl} \cdot (A_{km}^{-1} C_{mi}) \} \\ \Delta h_{kl} &= A_{km}^{-1} (B_{mn} h_{nl} + c_m^t) - h_{kl}\end{aligned}$$

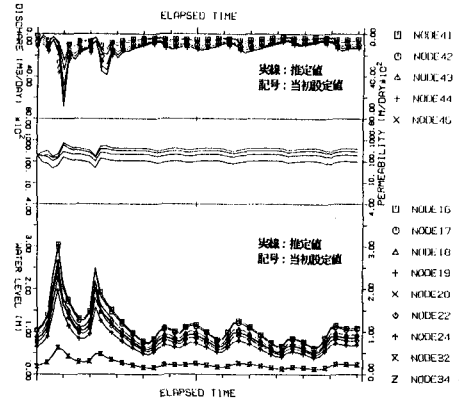


図-3 逆解析結果

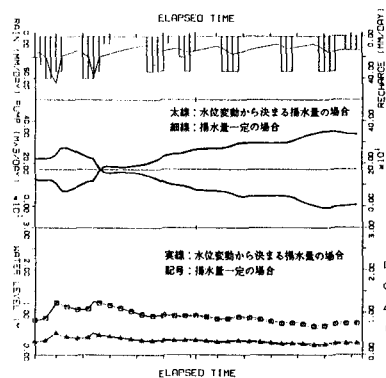


図-4 揚水量算定結果