

CS-23

逆解析により得られた広域地下水モデルの予測信頼性の検討

中部電力（株） 正会員 ○橋川 正男
 岐阜大学 正会員 本城 勇介
 長岡技術科学大学 正会員 小川 正二

1. はじめに

地盤を対象とした逆解析を行う場合、最も重要な問題に共線性（不適切性）が指摘されており¹⁾、その対処は非常に困難であることが知られている。さらに、もう一つの問題として、将来の異なる条件下において最も予測に適した解析モデル（最適モデル）を、幾つかの代替モデルからどのように選択するかという問題がある。これらの問題の対処法として事前情報を導入した拡張ベイズ法と呼ばれる逆解析手法があり、これは観測情報と事前情報の相対的な重み付けおよび最適モデルの選択を、ABIC（赤池ベイズ情報量規準）により決定する方法である。

筆者ら²⁾は、ABICに基づいた拡張ベイズ法と呼ばれる逆解析手法を、新潟県六日町地域の大規模な広域地下水の問題に適用してきた。本研究では水頭が著しく変動する非定常な観測データを基に、広域地下水モデルの透水量係数分布を推定し、またモデル選択におけるABICの予測信頼性を、逆解析に用いなかった実際の地盤の観測値と解析モデルの計算値の比較により、検討することを目的としている。

り実施した詳細な現地調査結果³⁾に基づいており、山地に沿った両端を不透水境界とし、一年を通じて地下水位の変動がほとんどない河川沿いの節点に水頭一定境界を設定している。

図2にパラメータ推定のために設定したゾーン分割数の違う四つのゾーニングを示す。本研究においては観測井戸が中央部に密集した配置をとっているため、ゾーニングも中央部のゾーン分割を中心に变化させ、10分割から13分割の解析モデルを設定した。またこのゾーン分割に当たっては現地調査³⁾により得られている地質・地形情報を最大限利用した。

図3に解析期間のケースを示す。ここで解析期間が6日のケースを「ケース1」、3日のケースを「ケース2」とした。

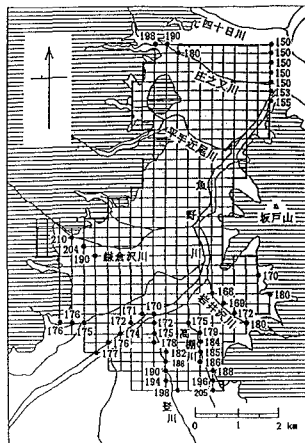


図1 解析対象地区と境界条件
 ———：透水境界
 ———：不透水境界
 ●：水頭一定境界(単位：m)

3. 解析モデルと逆解析結果

広域地下水モデルの透水量係数分布を推定する解析対象地区および境界条件を図1に示す。境界条件の設定は、新潟県衛生公害研究所が中心とな

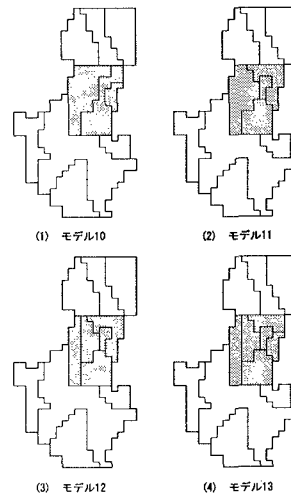


図2 モデル選択のための代替的なモデル

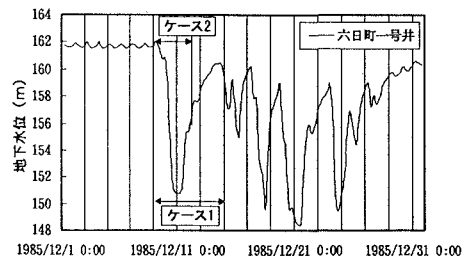


図3 解析期間のケース

図4に逆解析により得られた各モデルのABICと d の関係を示す。ここではケース1ではモデル12、ケース2ではモデル11が最適であるとABICにより判断された。これは各ケースの情報量を考慮すると、妥当なモデル選択がなされたと思われる。

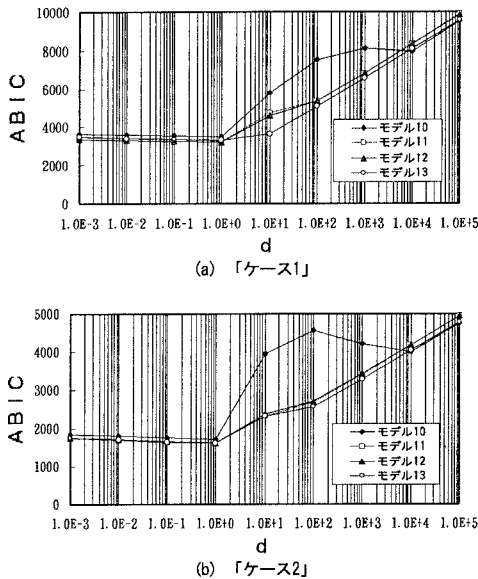


図4 各ケースのABICと d の関係
4. 推定されたモデルの予測信頼性の検討

ABICによりケース1で最適と判断されたモデル12の透水量係数分布を用いて、水頭変化を有限要素法により計算し、観測井戸の実測値と比較したものを図5に示す。これは逆解析の期間を大幅に越えているため、ほとんどが予測の領域であると言える。モデルの計算値と実測値は水頭に若干の差が見られるが、水頭変化の傾向はよく再現していると思われる。

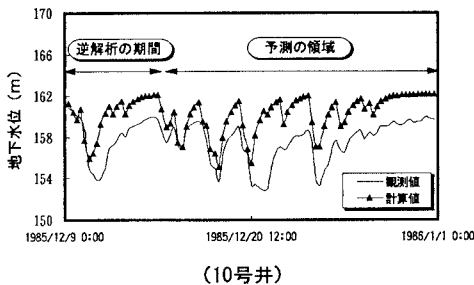


図5 計算値と実測値の比較

また他のモデルも、同様の予測計算を行い、モデルの計算値の推定誤差を評価するために E_{rss} という指標を定義し、ABICによる予測信頼性を検討する。

$$E_{rss} = \frac{\sum_{j=1}^n \sqrt{\sum_{i=1}^K (h_j^i - h_j^{*i})^2 / K}}{n}$$

ここに、 h_j^i は観測井戸 j の時刻 i における観測井の観測水頭、 h_j^{*i} は観測井戸 j の時刻 i におけるモデルの計算水頭、 K は観測ステップ数、 n は観測井戸数である。ここで E_{rss} は各観測井戸の標準偏差の平均に準じるものである。図7にゾーン数と各モデル最小のABICと E_{rss} の関係を示す。良ケースともにABICと E_{rss} の傾向は良く似ており、特に情報量が多いケース2では両者の傾向は酷似している。したがってABICにより選択されたモデルの予測信頼性の高さを確認できたと言える。

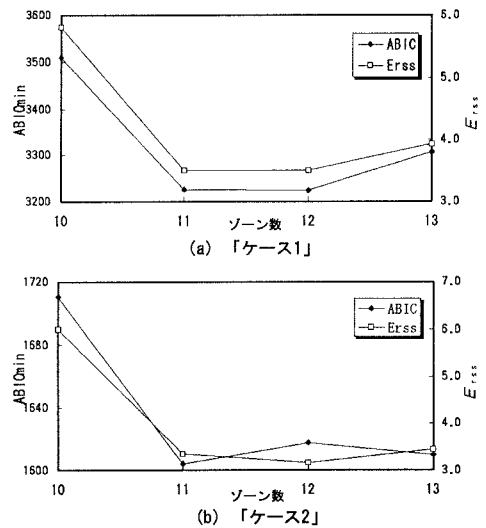


図7 最小のABICとゾーン数と E_{rss} の関係

5. 結論

本研究では、新潟県六日町地域の非定常浸透問題を対象として、事前情報を導入したABICに基づく拡張ベイズ法による逆解析手法を用いて、個となる観測データの基で広域地下水モデルの透水量係数を推定した。さらにABICにより選択されたモデルの予測信頼性を実際の予測において確認した。その結果、ABICは幾つかの解析モデルの中から、将来の予測における最適なモデルを選択する指標として、極めて有用であると言える。

参考文献

- (1) 本城(1995)：逆解析における事前情報とモデルの選択（その1）、講座「地盤工学における逆解析」、土と基礎、Vol.43、No.7、pp.63-68
- (2) 本城、福井、小川(1996)：拡張ベイズ法による広域地下水モデルの逆解析：定常データに基づく場合、土木学会論文集、No.535/Ⅲ-34、pp.93-102
- (3) 新潟県衛生公害研究所(1988)：南魚沼地盤沈下機構解明調査報告書、pp.1-95