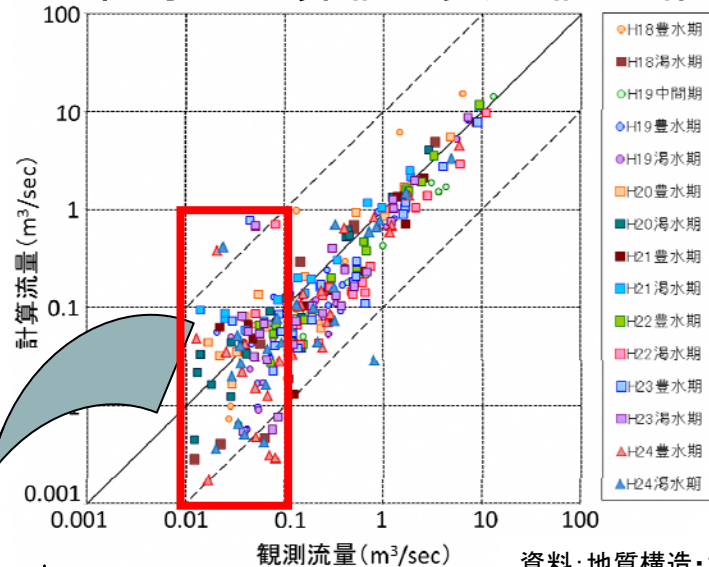


JR東海の水収支解析(河川流量の変化予測)モデルの解析精度について

(静岡県 暮らし・環境部)

JR東海は、解析モデルを用いた計算によって、実際の河川の観測結果を精度高く再現できるとしている。これについて検証する。

○JR東海の計算値と実測値の相関について



＜JR東海からの説明＞

・計算値と実測値の相関係数は0.92と高いが、予測には不確実性があるため、先進ボーリングを慎重に進めること等によって、リスクを直前事前に把握して管理を行っていく。

⇒JR東海の見解:相関係数が高いので、解析精度は高い。

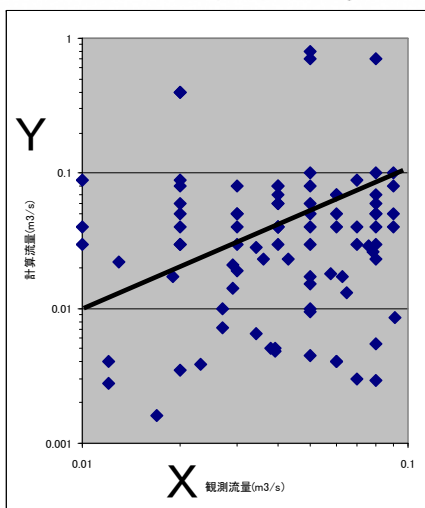
資料:地質構造・水資源専門部会
JR東海説明資料(2019.4.15)

＜静岡県の見解＞

○観測流量(0.01~0.1m³/s)の範囲では、相関係数Rは0.04となり、ほとんど相関が見られない。

○トンネルの有無による河川流量の変化を推定するモデルとしては解析精度は高いとは言えない。

注)図1は県職員がJR資料から読み取った値により作成。



【図1】

静岡県の見解

JR東海が「トンネルの有無による河川流量の変化を予測する計算モデル(水収支解析モデル)は解析精度が高い」としていることの静岡県の評価

- ・JR東海は、「解析モデルは、相関係数が0.92であり、解析精度が高い」としている。この解析精度は、「観測河川流量が大きいとき(例えば大雨のとき)は計算河川流量も大きく、観測河川流量が小さいとき(例えば雨がほとんど降っていないとき)は計算河川流量も小さい」という現象を再現できているかについての解析精度である。
- ・今回の環境影響評価においては、トンネルの有無による河川流量の変化を予測することが必要である。そのためには、ある河川流量のときに(とりわけ河川流量が小さいときに)、トンネルの有無により河川流量がどう変化するかを予測するモデルが必要である。
- ・JR東海の水収支解析モデルは、例えば $0.01\sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$ のときの観測値と計算値との相関は、ほとんどない(相関係数0.04)と評価される。よって、JR東海の実算モデルはトンネル有無による河川流量の変化を予測するモデルとしては、極めて精度が低いと言わざるを得ない。

(平成31年4月15日地質構造・水資源専門部会で、「線状に長く乗ると相関係数は高くなる。1,000倍違うデータの中で相関係数をとっても意味がない」と指摘)

JR東海の解析結果の課題

- ①観測流量 $0.01\text{m}^3/\text{s} \sim 10\text{m}^3/\text{s}$ (1:1,000) のデータの全体で相関係数を出している。
- ②観測流量が $0.01\text{m}^3/\text{s} \sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$ の付近はデータのバラツキが大きく ($y=X$ という中心線からの偏差)、流量が大きくなると (とりわけ $10\text{m}^3/\text{s}$ 付近では) データのバラツキが小さい。
例) 観測流量が $0.1\text{m}^3/\text{s}$ のときは、計算結果は、 $0.01 \sim 1\text{m}^3/\text{s}$ までバラついている。
 $10\text{m}^3/\text{s}$ のときは、計算結果 $10\text{m}^3/\text{s}$ に集中している。

(全般)

河川流量は、大別すると、「雨水が河川へ直接流入するもの」と「地中に浸透した水 (地下水) が再び河川に流入してくるもの」に分かれる。

河川流量が大きいとき (とりわけ $10\text{m}^3/\text{s}$) は、大雨が時間的遅れなく、河川に大量に流入しているような時と考えられる。このときは、降雨量と河川流量が直接、即時の関係にあることから、解析モデルは比較的単純であり、解析誤差は小さいと考えられる。

一方、河川流量が小さいとき ($0.01 \sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$) は、降雨が少ないため、河川流量には、地下水からの流入分の割合が増える。この際には、地中 (地下) の地層・地質が地下水の流れに影響することから、地中の水の流れをいかに精度よく表現できるかが解析精度に影響する。

計算結果を見ると、 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ のとき、計算結果は $0.01 \sim 1\text{m}^3/\text{s}$ までバラついている。すなわち、計算結果は、観測結果に対し、 $1/10$ のときもあり、 10 倍のときもある。

JR東海の解析結果の課題

①から言えること

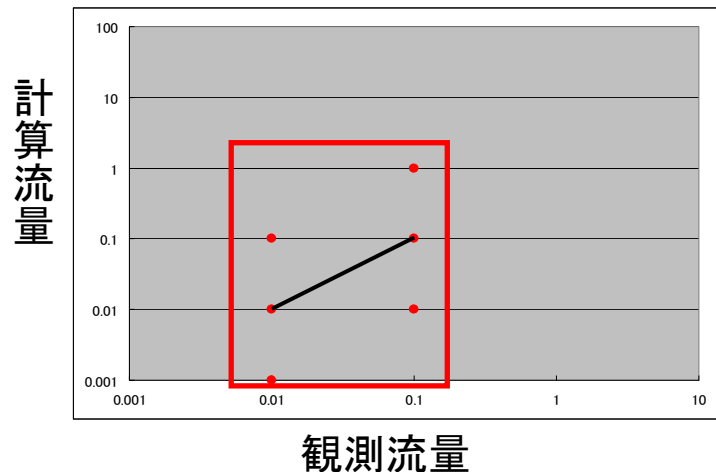
0.01m³/sから10m³/sのデータを用いた相関係数(解析精度)の評価について

- 観測流量が小さいときに精度が低くても、観測流量が大きいときに相関の高い値を加えれば、相関係数は高くなる。

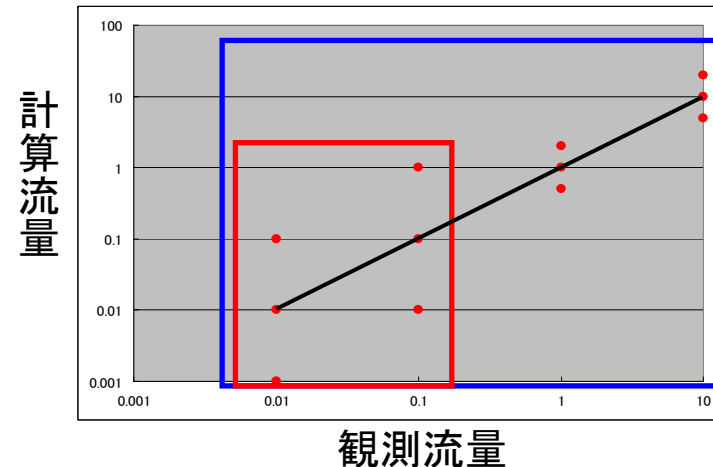
下記の例は、データのバラツキの特徴を踏まえ、模式図を作成し、相関係数を算出したもの

- ・【図2】は、観測流量が小さいとき(0.01m³/sから0.1m³/s)のデータのバラツキが大きい場合(10倍と1/10)の相関係数(解析精度)を算出したもの。【R=0.464】
- ・【図3】は、【図2】に加え、観測流量が大きいとき(1m³/sから10m³/s)にバラツキの小さいデータを加えた場合の相関係数を算出したもの。【R=0.839】

このように、観測流量が小さいときのデータにバラツキがあっても、観測流量が大きいときのデータを加えて計算すれば(特にそのデータのバラツキが小さいときは)図3のとおり相関係数は高くなる。



【図2】 R=0.464



【図3】 R=0.839

JR東海の解析結果の課題

トンネルの有無による河川流量の変化を予測するためには、「ある河川流量(例えば $0.1\text{m}^3/\text{s}$)のとき、河川流量の観測値に対し、計算値がいかに精度よく予測できるか」が重要である。P1の図1に示したように、この点でJR東海の解析モデルの解析精度は高いとは言えない。

トンネルの有無による河川流量の変化を精度よく予測するためには、トンネル有無による地中内の水の流れの変化を表現できるモデルであることが必要である。

「全般」(P.2)で述べたように、河川流量が少ない時は、地下水からの河川への流入量が河川流量に、より大きく影響する。

よって渇水時の解析精度を見れば、このモデルの地中内の水の流れの解析精度をある程度評価できる。

JR東海のモデルは、①で示したように渇水時(ここでは $0.01\sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$)の解析精度が低いことから、トンネル有無による河川流量の変化を予測することにおいて、解析精度は高いとは言えない。

<参考> 現状の再現性と将来予測精度の関係について

<現状>

実際に起きていること

ア. 現況地形・地質

イ. 地表の状態(植生など)

ウ. 降雨量、気温、湿度などの気象条件

エ. ある日時のある場所の河川流量

実際に起きていることを、計算で再現できる解析モデル(シミュレーションモデル)をつくる

現状(過去を含む)を再現できる計算モデルの設計

ア、イは変化させず、ウの変化によるエの変化の観測結果を計算によって再現できるかを検証。相関係数はモデルの精度の評価方法の一つ。一般には再現誤差がある

(この検証は、ア(現況地形・地質)が将来変わったときに、エの変化を予測できるかという検証ではない)

<トンネル有>

<将来>

一部変化

変化なし

変化あり

変化あり

トンネル有り

ア. トンネル掘削による地形・地質の一部の変化

イ. 地表の状態(植生など)

ウ. 気象条件は日々変化

エ. ある日時のある場所の河川流量

トンネルの有無により河川流量がどう変化するかを計算で予測する

(解析モデルの評価)

トンネル掘削による地形の一部変化による河川流量の変化をどの程度精度よく推定できるモデルか

「①アは変わらず、将来のウ(気象条件)のときの、河川流量(エ)を予測するモデル」としての検証になっている。

「②将来のアの変化によって、エがどう変わるかを予測するモデル」の精度は検証されていない。

将来予測

- JR東海の解析方法では、解析計算モデルを作成し、イとウは同じ状態で、トンネルの「有」、「無」による「ア. 地形の変化」(実際には、トンネル部分で、湧水分を地中から地表に排出する)により、「エ. 河川流量の変化」を予測している。
- 「ウの変化による、エの変化を再現できるか」の精度と「アの変化による、エの変化を再現できるか」の精度は、本質的には異なるが、便宜的に二つの精度は、ほぼ同じとして解析している。(すなわち、P.5最下段の①の検証で、②の検証もできたとしている)