

河道解析用プログラムに基づく検証計算に関する報告

1. 河道解析用プログラムの概要

国土交通省による利根川上流域の流出計算（ケース 2）の妥当性を検証するため、「サブ流域解析用プログラム」と合わせて「河道解析用プログラム」を開発し、八斗島地点他の河川流量を計算した。これらの計算プログラムは、国土交通省の計算とは全く独立に FORTRAN77 でコーディングされたものである。39 サブ流域下流端の河川流量を計算するための「サブ流域解析用プログラム」の概要と、同プログラムと国土センター流出解析システムによる計算結果の比較については、第 7 回分科会・資料 9 を参照されたい。「河道解析用プログラム」の概要は以下の通りである。

- ① 八斗島地点上流の流域ブロック（サブ流域）と河道ブロックの構成は、国土交通省が提示しているものとする（第 6 回分科会・資料 6，本稿末尾にも参考図として掲載）。
- ② 入力データとして、「サブ流域解析用プログラム」によるサブ流域下流端の計算流量（10 分単位）及び藤原ダム，相俣ダム，菌原ダム，下久保ダムの実績放流量（10 分単位）を与える。
- ③ 河道ブロック a, b 及び河道ブロック A~R のパラメータ K, P, T_l には、国土交通省が提示しているものを用いる（第 6 回分科会・別添資料 5）。 K, P は不等流計算によって算出された流量と河道貯留量の関係から、 T_l は定流の貯留関数と洪水流の貯留関数の関係から求められたものである。
- ④ 河道モデル（河道ブロック a, b）では、流入流量を遅れ時間 T_l だけ遅らせる。
- ⑤ 河道モデル（河道ブロック A~R）の基礎式は、次の通りである。

$$S_l = KQ_l^P - T_l Q_l, \quad \frac{dS_l}{dt} = I - Q_l, \quad Q_l = Q(t + T_l) \quad (1)$$

ここに、 S_l ：みかけの貯留量 (m^3)， I ：流入量 (m^3/s)， Q_l ：遅れ時間 T_l を考慮した流出量 (m^3/s)， Q ：求めるべき流出量 (m^3/s)， t ：時間 (s)， K, P ：河道パラメータ， T_l ：河道の遅れ時間 (s)。時間 t 及び T_l を秒単位ではなく時間単位とするときは、貯留量 S_l とパラメータ K は、それぞれ 3600 で除したものになる（第 6 回分科会・別添資料 5 掲載のパラメータはこの単位による）。

- ⑥ 数値計算においては、計算時間刻みを 10 分として、次の常微分方程式をルンゲクッタ法で解く。ただし、遅れ時間 T_l は計算時間刻みの倍数ではないので、河道ブロック下流端の流量は、線形補間によって毎正時を含む 10 分刻みの流量に直している。

$$\frac{dQ_l}{dt} = \frac{I - Q_l}{KPQ_l^{P-1} - T_l} \quad (2)$$

2. 国土交通省エクセルモデル，国土センター流出解析システムとの計算結果の比較

流出解析レビューワーキンググループは、国土交通省が開発した流出計算モデル（エクセルモデル）の動作を確認するために、国土センター流出解析システムを用いた再計算を実施し、計算結果を比較するとともに、飽和雨量 R_{sa} についての感度解析を実施している（第 7 回分科会・資料 8）。ここでは、サブ流域解析用プログラム及び河道解析用プログラム（独自開発）による計算結果と、国土交通省エクセルモデル，国土センター流出解析システムによる計算結果を比較することで、国土交通省による利根川上流域の計算（ケース 2）の妥当性を検証する。

解析対象の洪水は、昭和 57 年 9 月洪水（計算期間は 9 月 10~15 日）と平成 10 年 9 月洪水（計算期間は 9 月 14~19 日）である。計算ハイドログラフは、上福島地点（利根川），岩鼻地点（烏川），若泉地点（神流川），八斗島地点（利根川）の 4 地点について比較した。昭和 57 年 9 月洪水の計算ハイドロ

グラフを図-1～図-4に、平成10年9月洪水の計算ハイドログラフを図-5～図-8に示す。さらに、各地点におけるピーク流量を表-1及び表-2に示す。

これらの計算結果から見れば、流出解析レビューワーキンググループの独自プログラム、国土交通省のエクセルモデル、国土センター流出解析システムによる3つの計算結果は、ほとんど合致していると言えることができる。

表-1 計算ピーク流量の比較（昭和57年9月洪水）

解析プログラム	上福島 (m ³ /s)	岩鼻 (m ³ /s)	若泉 (m ³ /s)	八斗島 (m ³ /s)
ワーキング	4988	3425	1000	9033
国交省エクセル	5049	3421	973	9089
国土センター	4982	3419	1001	8985

表-2 計算ピーク流量の比較（平成10年9月洪水）

解析プログラム	上福島 (m ³ /s)	岩鼻 (m ³ /s)	若泉 (m ³ /s)	八斗島 (m ³ /s)
ワーキング	4742	4330	964	9765
国交省エクセル	4792	4335	977	9840
国土センター	4732	4332	964	9697

3. 計算流量と観測流量の比較

上述の独自プログラムによる計算流量と観測流量を比較して、流出モデルの再現性を検討した。八斗島地点に対して、計算ハイドログラフと水位流量曲線より得られた観測ハイドログラフ（国土交通省）を比較した結果を図-9及び図-10に示す。ここで、計算ハイドログラフは10分単位、観測ハイドログラフは1時間単位でプロットされている。

昭和57年9月洪水（図-9）では、ハイドログラフ全般の形状は概ね再現されているものの、最大ピーク流量とその発生前において計算ハイドログラフが少し過大である。平成10年9月洪水（図-10）では、ハイドログラフの立ち上がり、ピーク付近、逓減部のいずれにおいても、計算ハイドログラフは観測ハイドログラフとよく合致しており、再現性はかなり良好である。なお、昭和57年9月洪水の観測ピーク流量は8005m³/s、計算ピーク流量は9033m³/sで約13%の過大推定であるが、平成10年9月洪水の観測ピーク流量は9710m³/s、計算ピーク流量は9765m³/sでほぼ合致している。

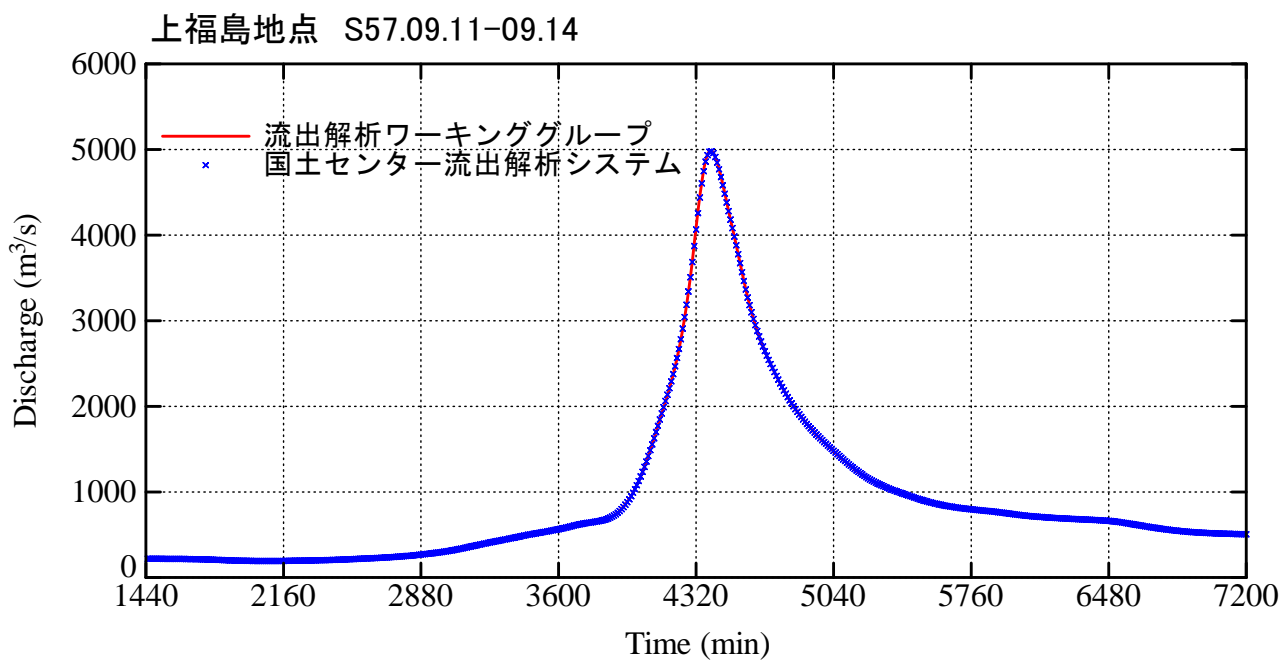
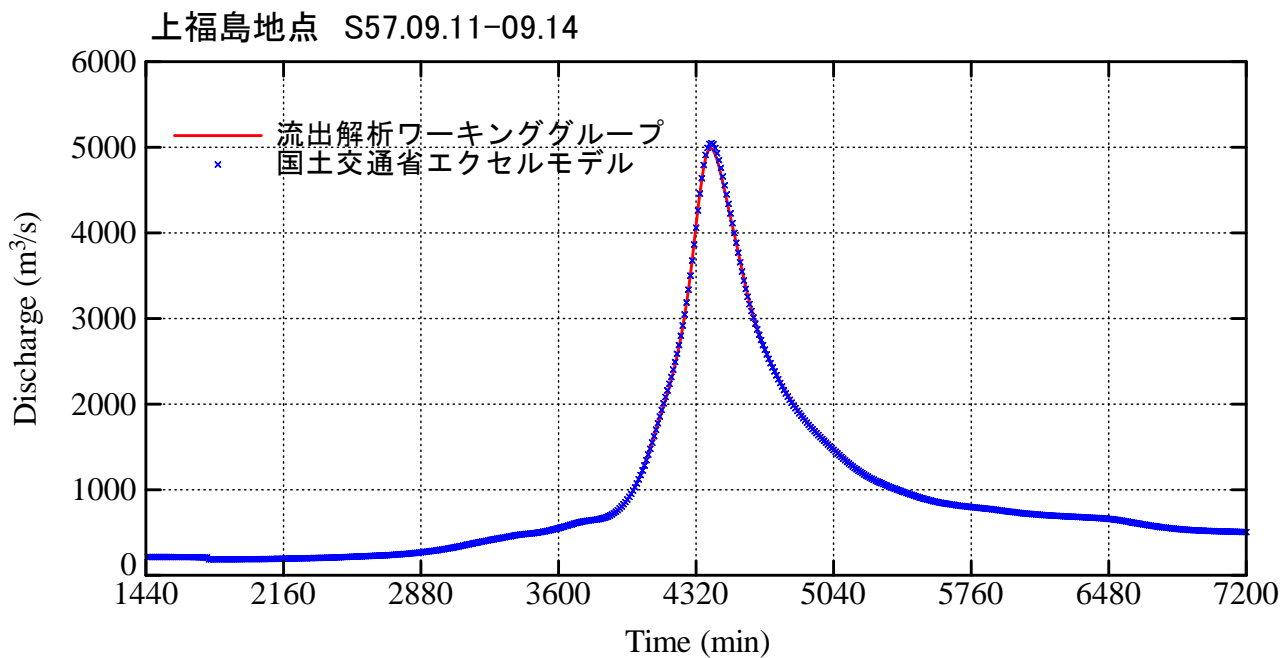


図-1 計算ハイドログラフの比較（昭和57年9月洪水，上福島地点）

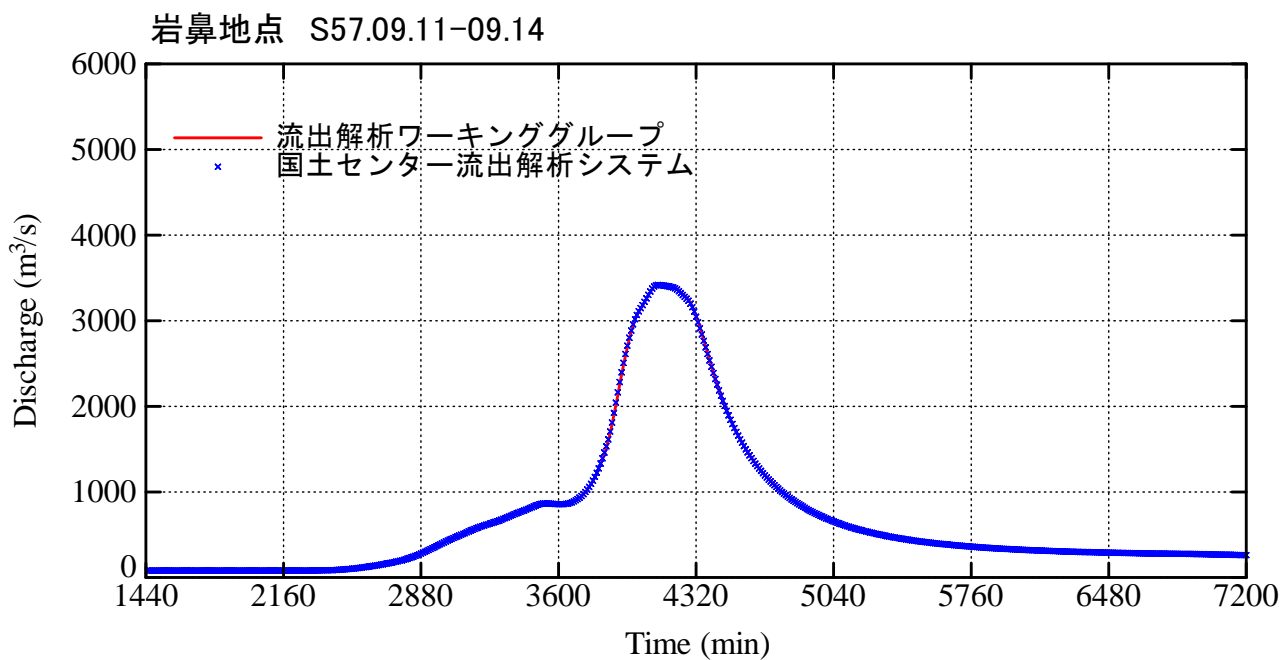
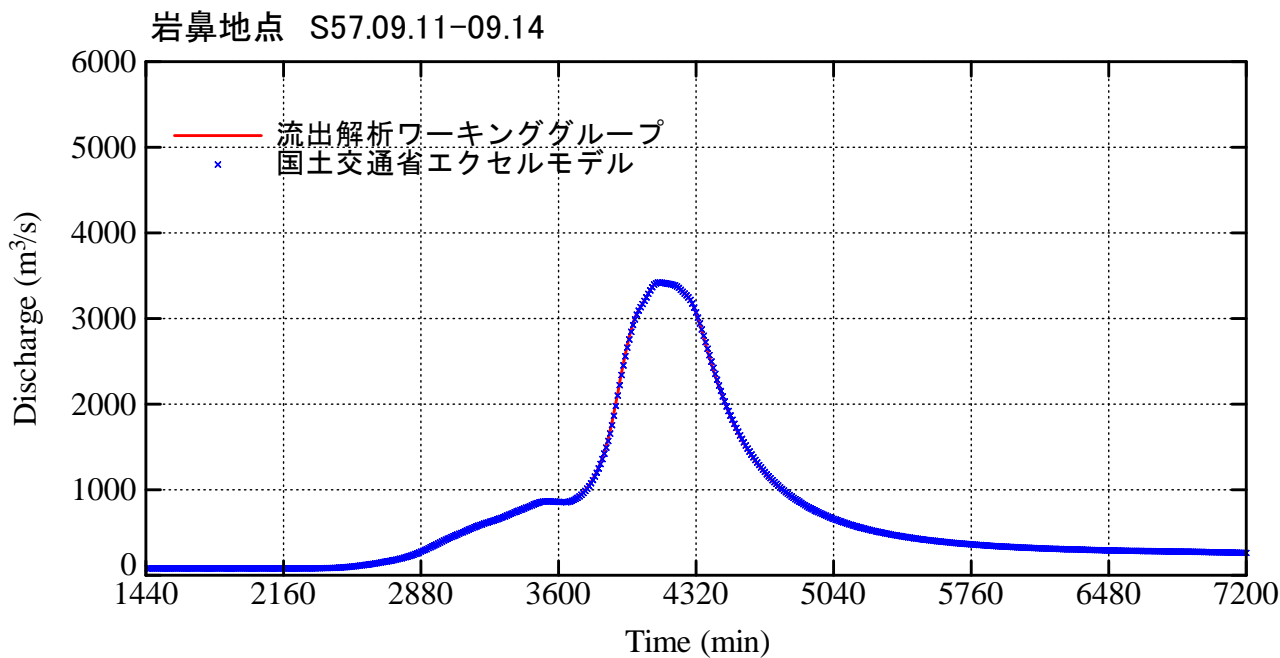


図-2 計算ハイドログラフの比較（昭和57年9月洪水，岩鼻地点）

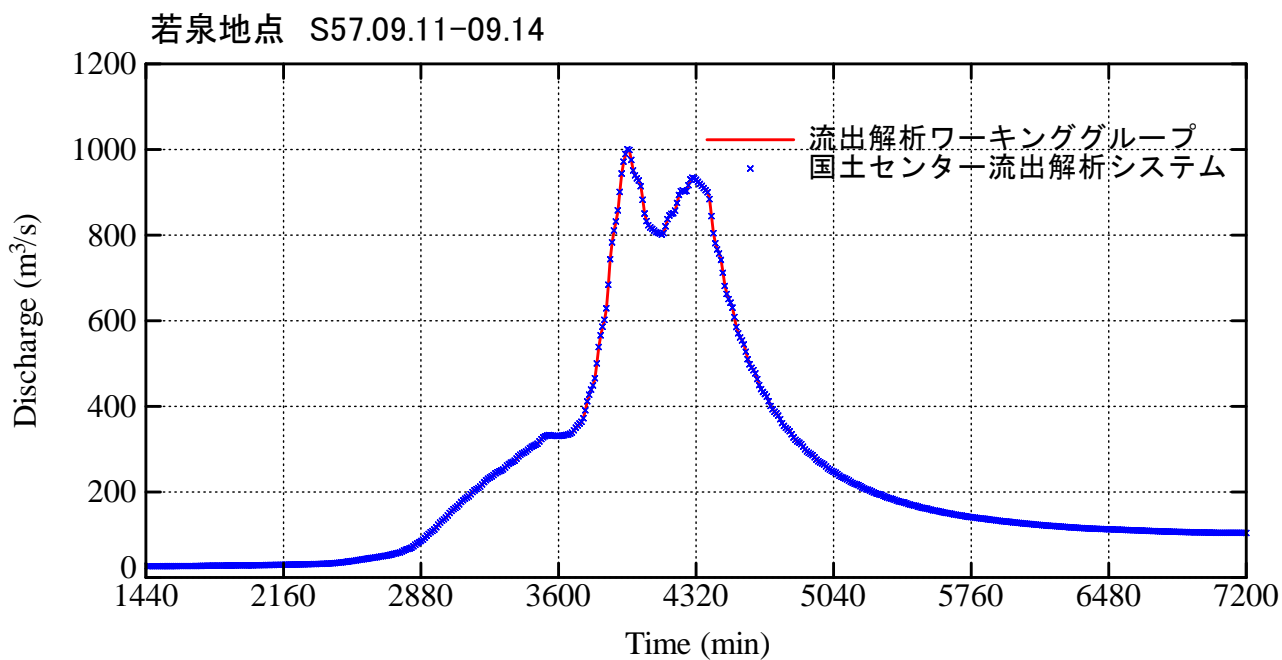
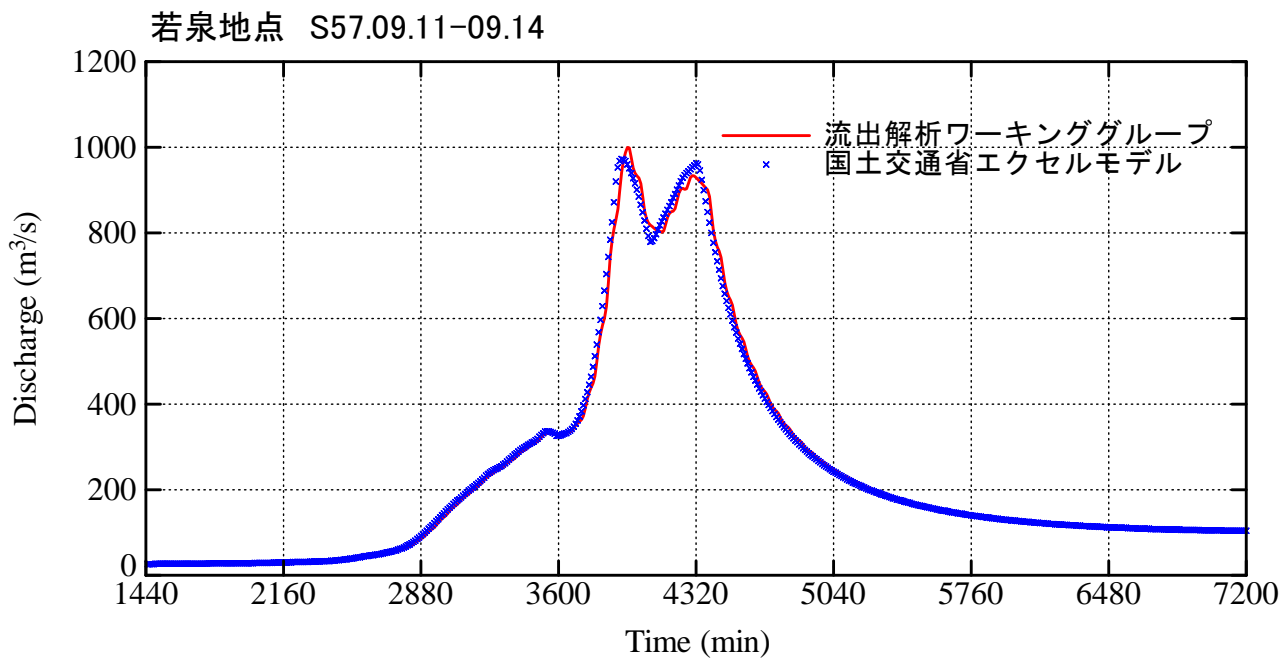


図-3 計算ハイドログラフの比較（昭和57年9月洪水，若泉地点）

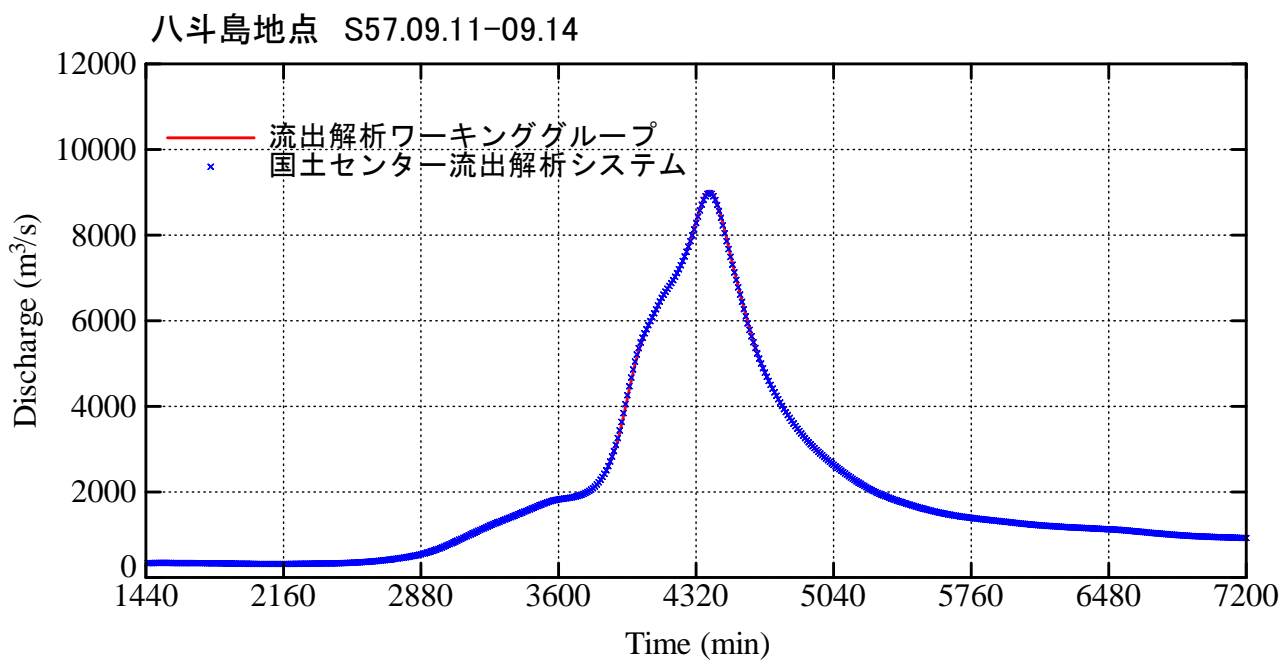
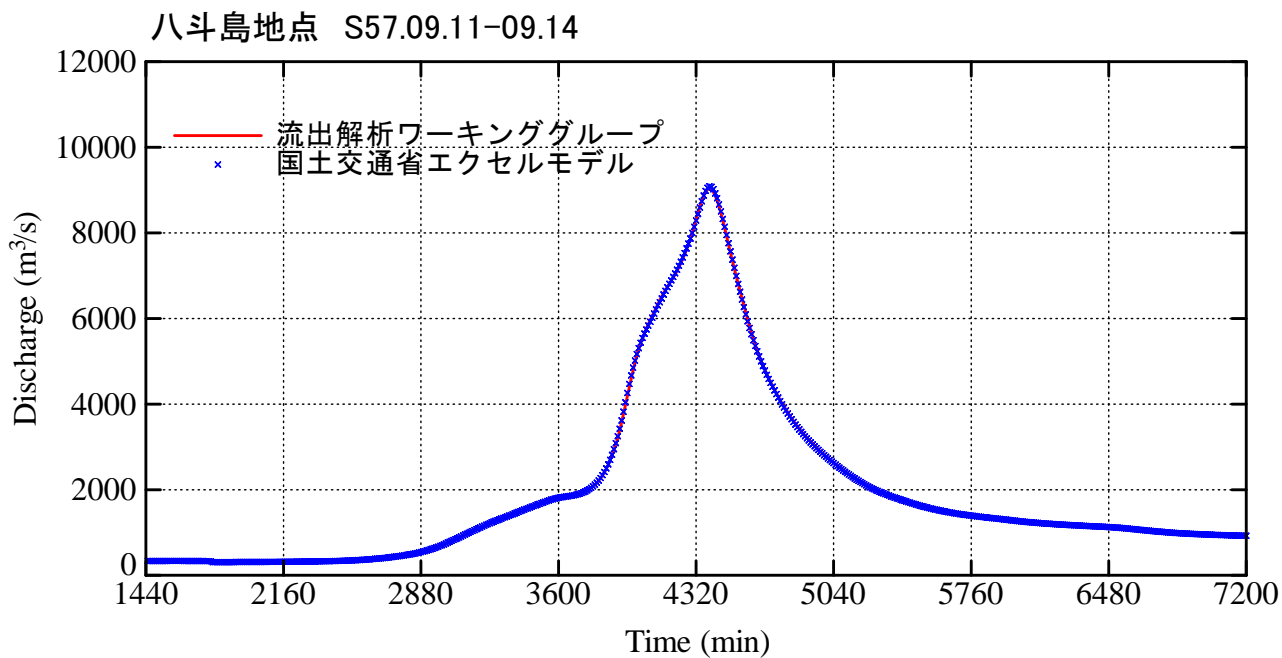


図-4 計算ハイドログラフの比較（昭和57年9月洪水，八斗島地点）

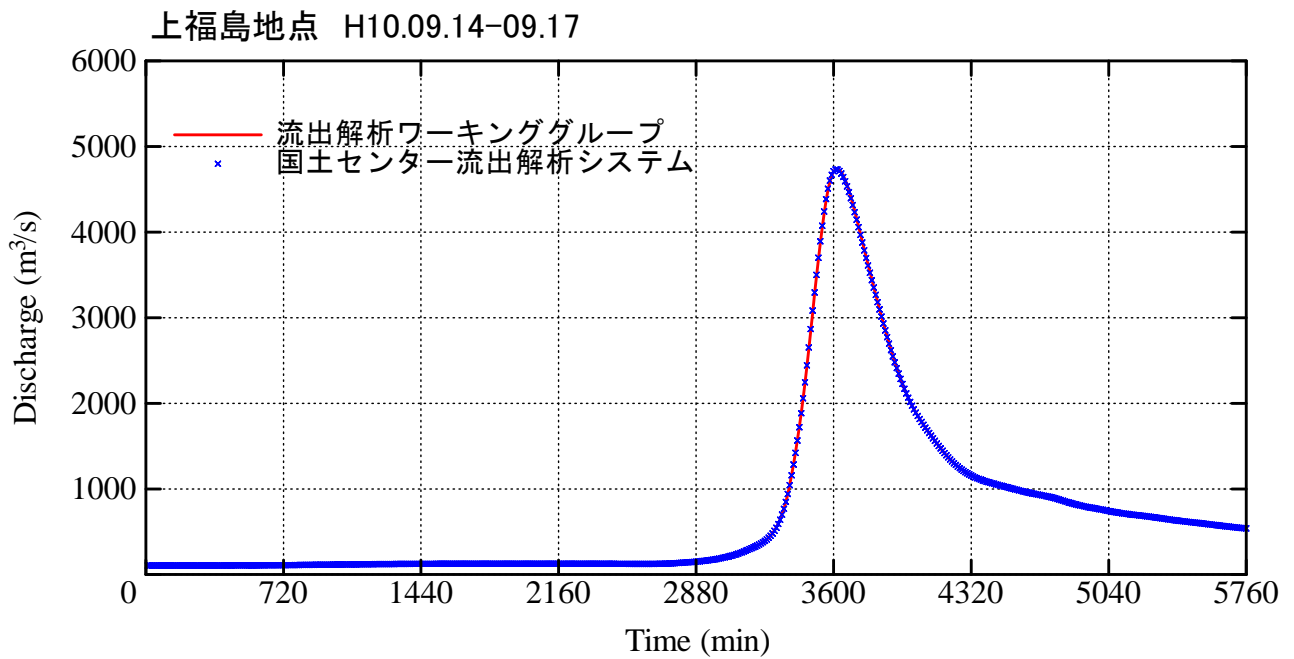
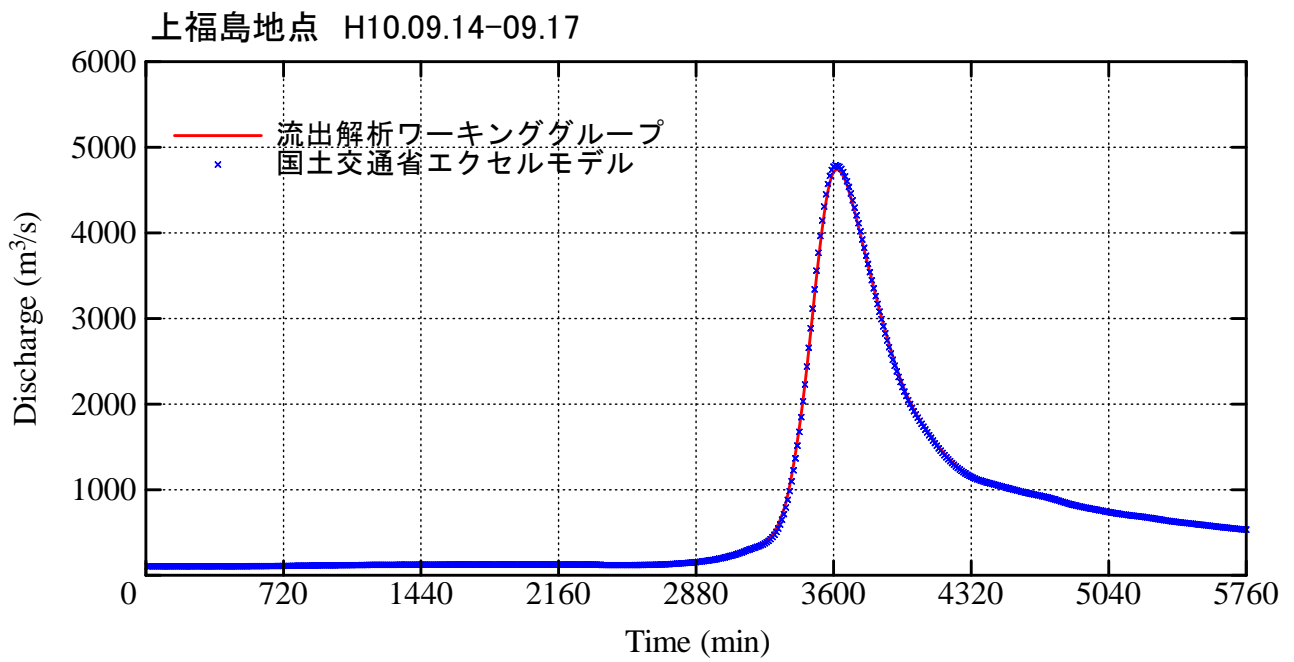


図-5 計算ハイドログラフの比較（平成10年9月洪水，上福島地点）

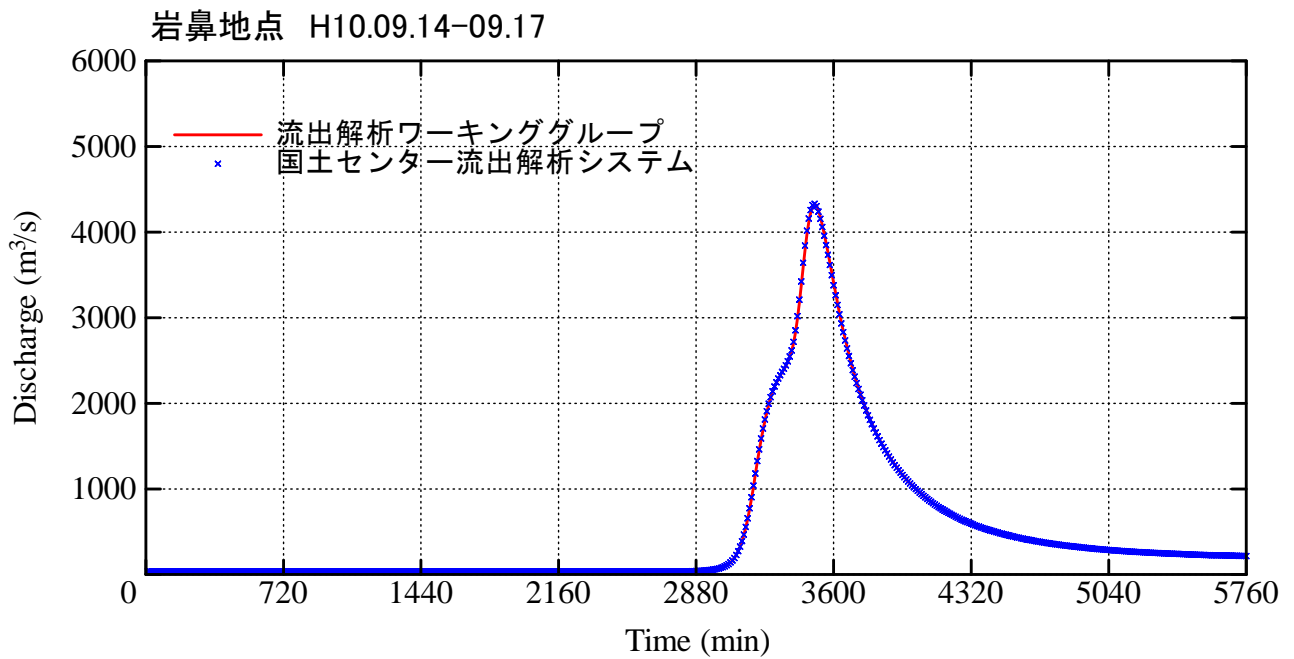
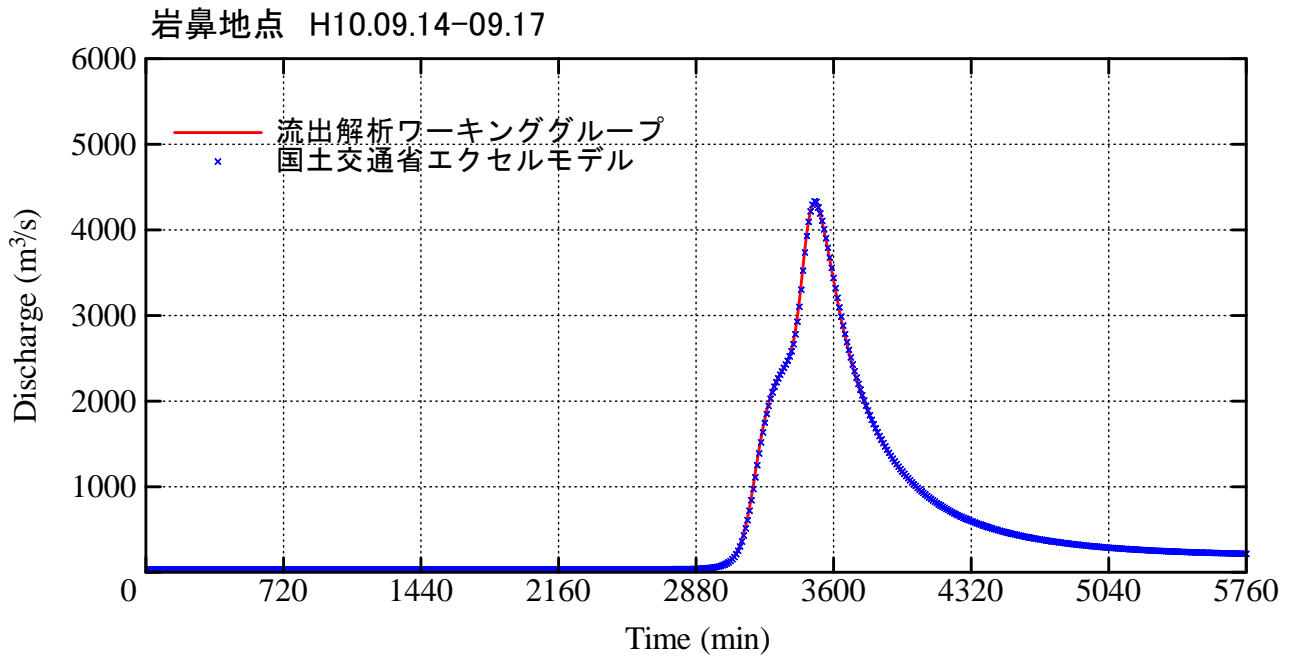


図-6 計算ハイドログラフの比較（平成10年9月洪水，岩鼻地点）

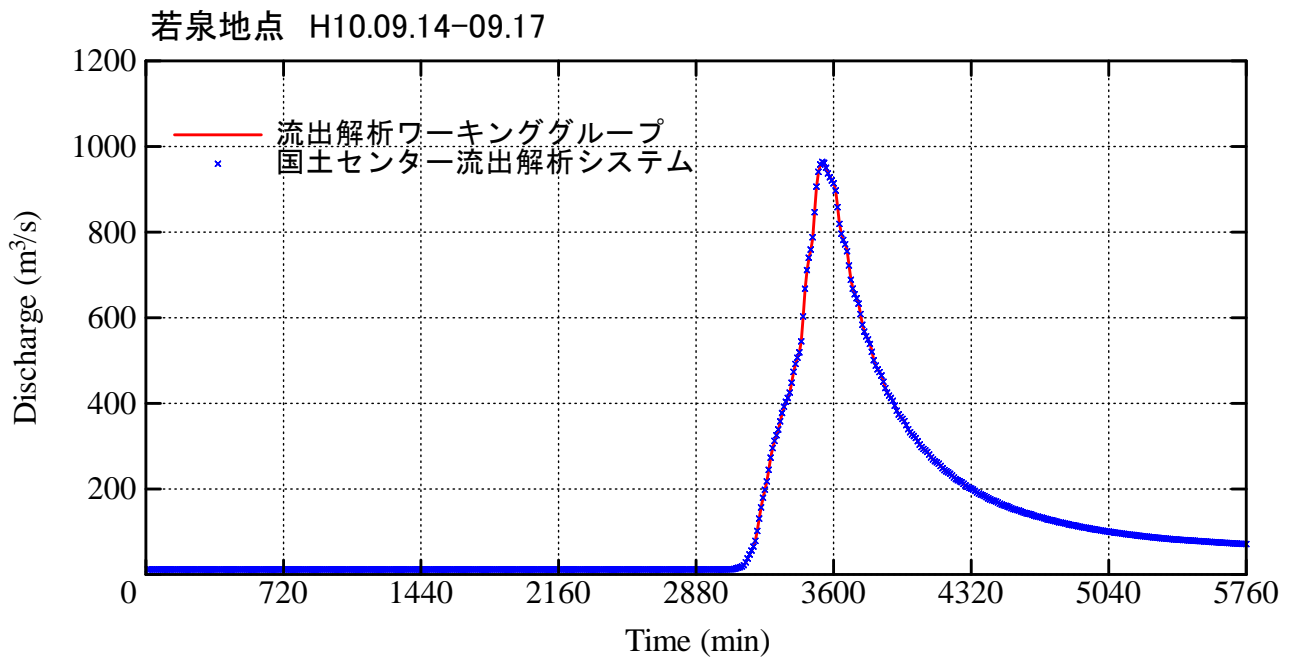
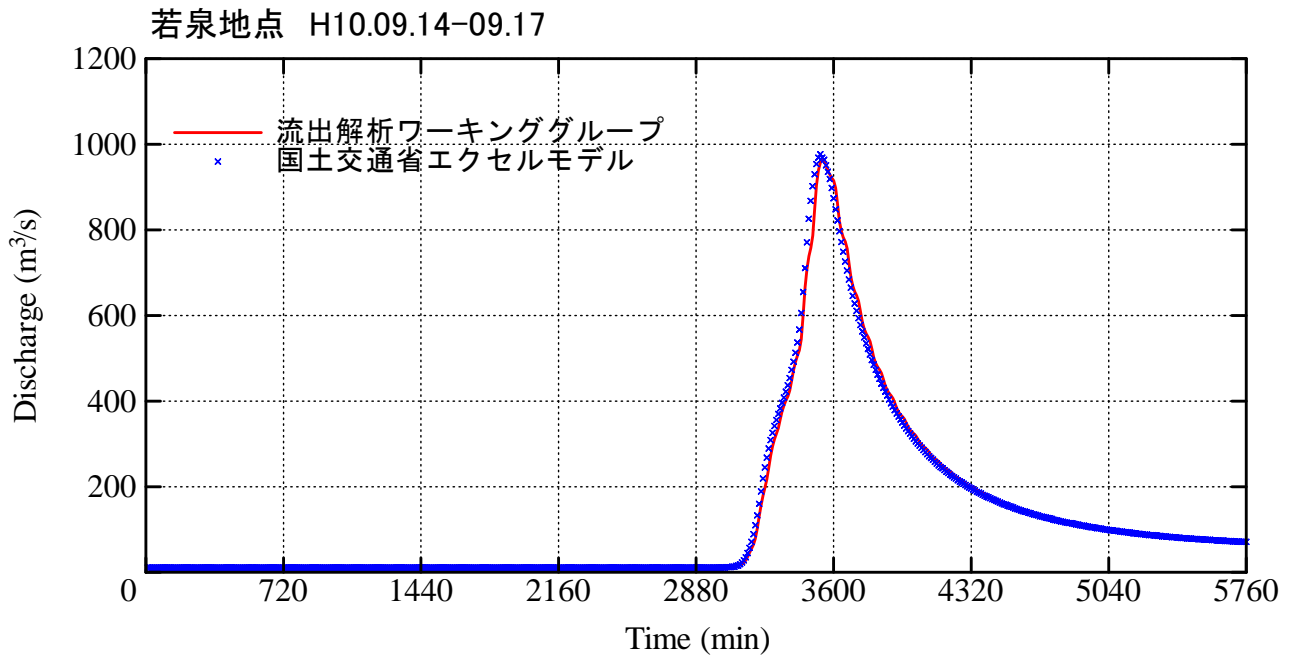


図-7 計算ハイドログラフの比較（平成10年9月洪水，若泉地点）

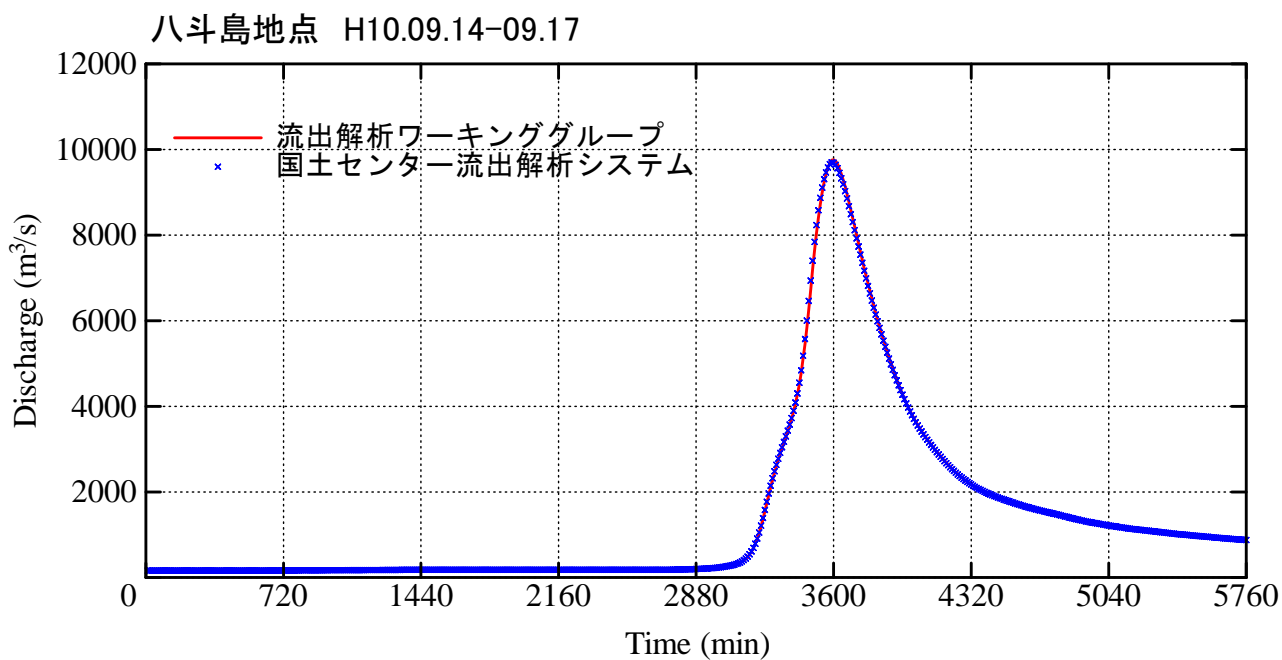
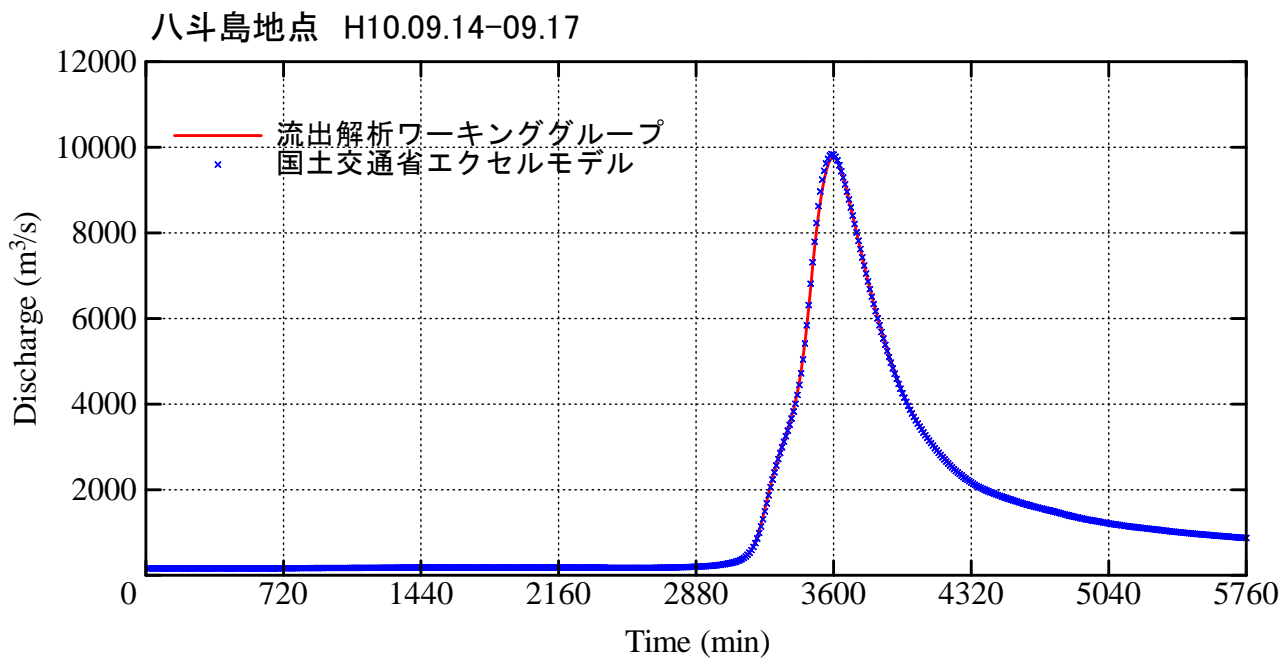


図-8 計算ハイドログラフの比較（平成10年9月洪水，八斗島地点）

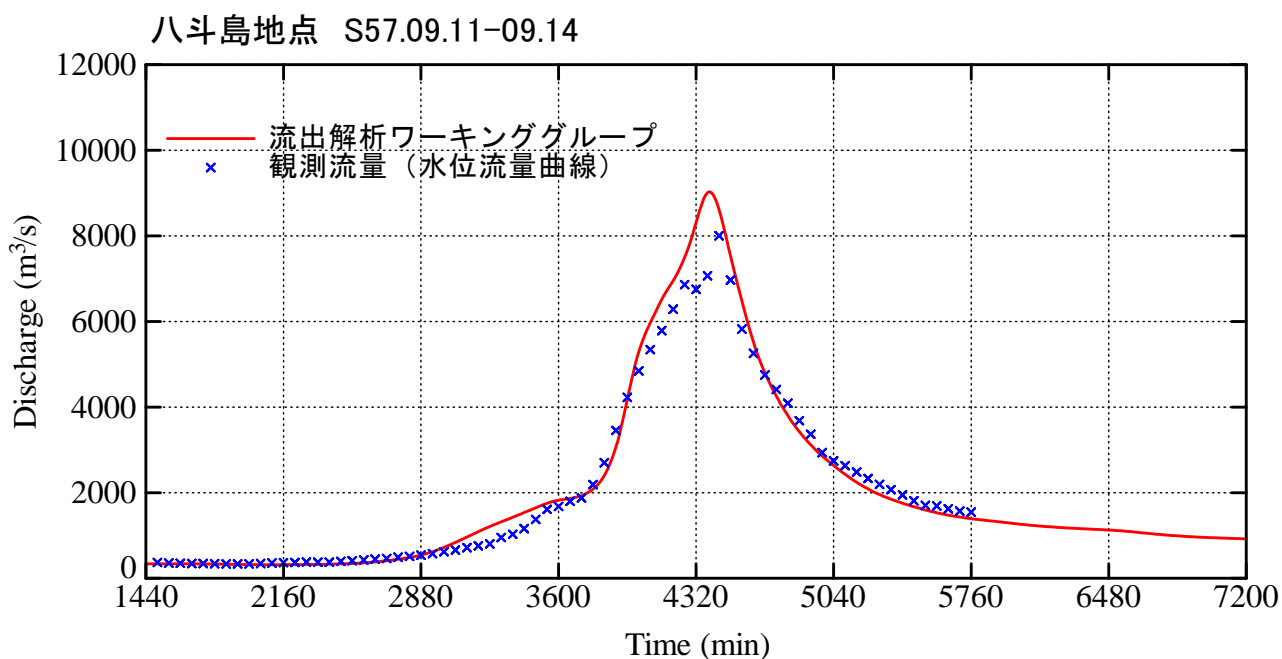


図-9 計算流量と観測流量の比較 (昭和 57 年 9 月洪水, 八斗島地点)

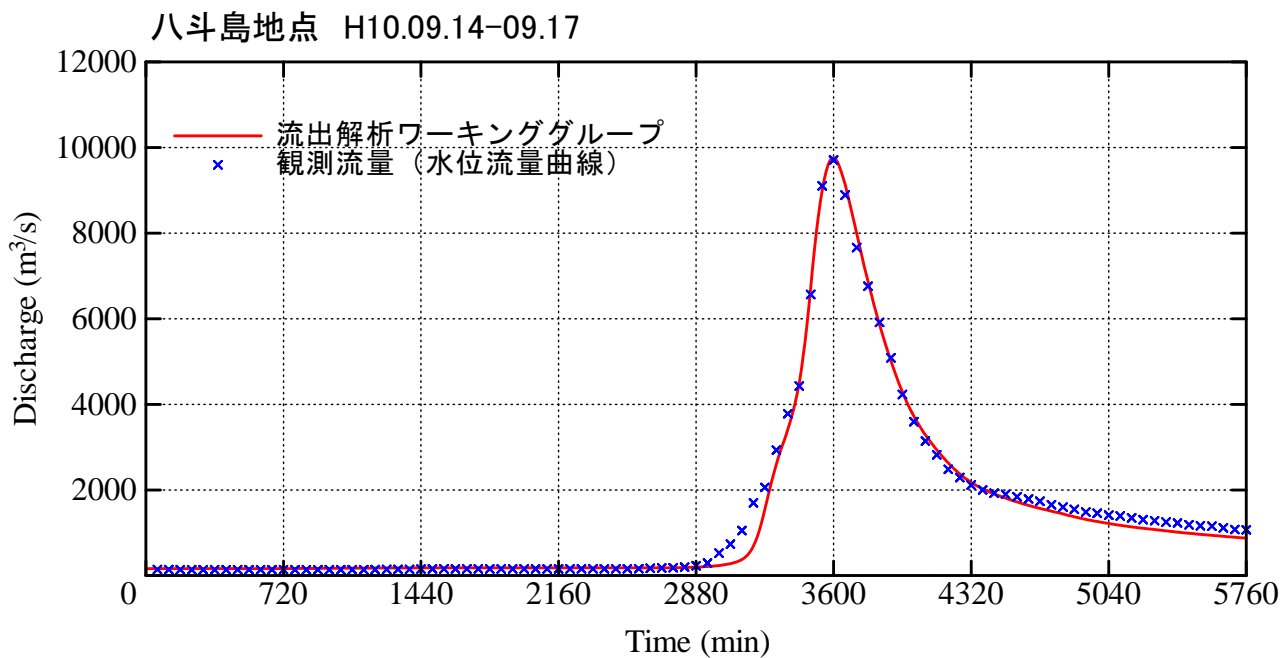
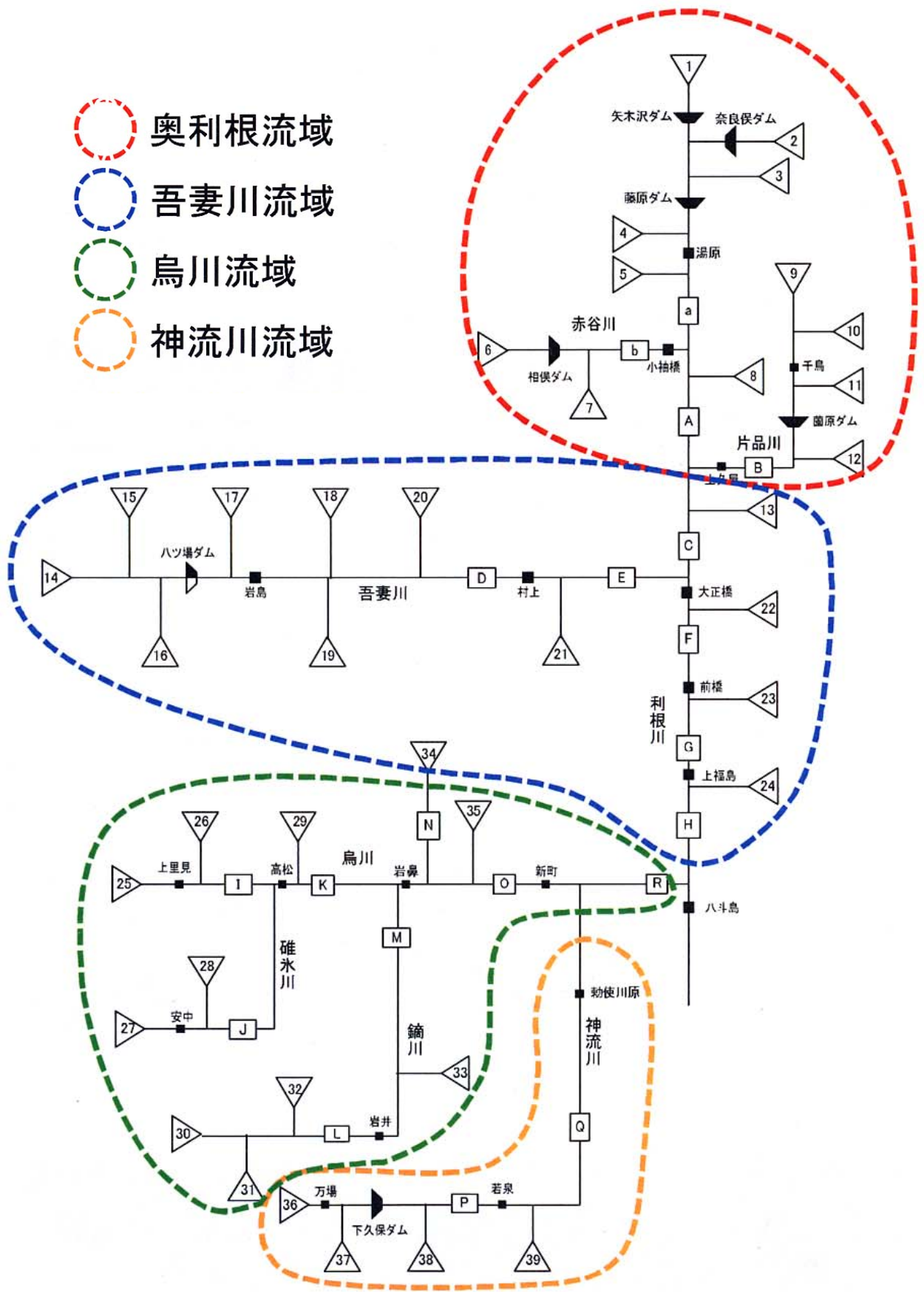


図-10 計算流量と観測流量の比較 (平成 10 年 9 月洪水, 八斗島地点)



参考図 利根川上流域のモデル構成図
 第6回分科会・資料6（国土交通省）から抜粋