

図 3.1.5(1)-10 注入方式 A によるプラント実験結果

(1系 G 値=250sec<sup>-1</sup>, 2系 G 値=550sec<sup>-1</sup>)

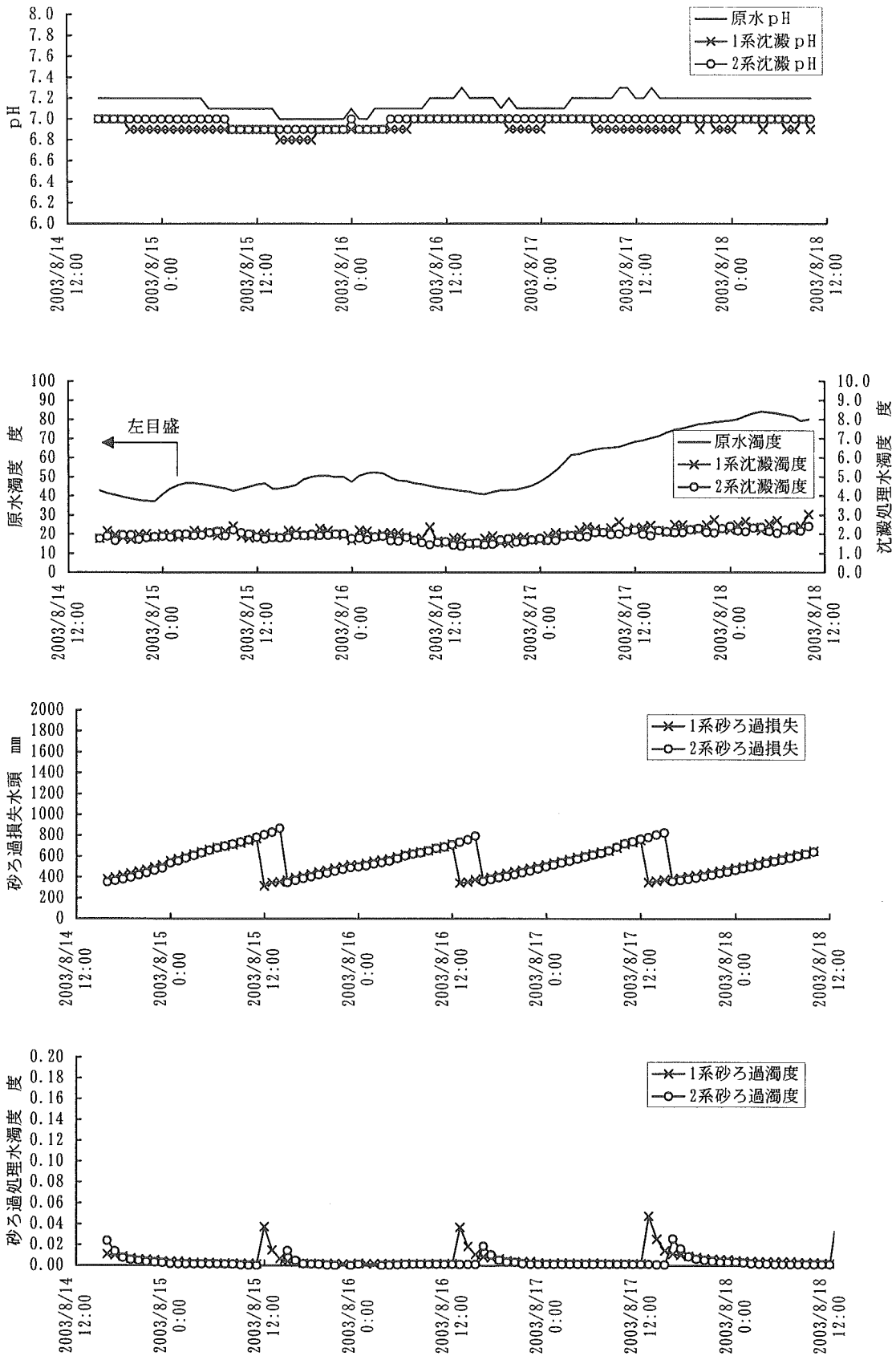


図 3.1.5-11 注入方式 B (同 G 値) によるプラント実験結果

(1系 G 値 250+250sec<sup>-1</sup>, 2系 G 値 550+550sec<sup>-1</sup>)

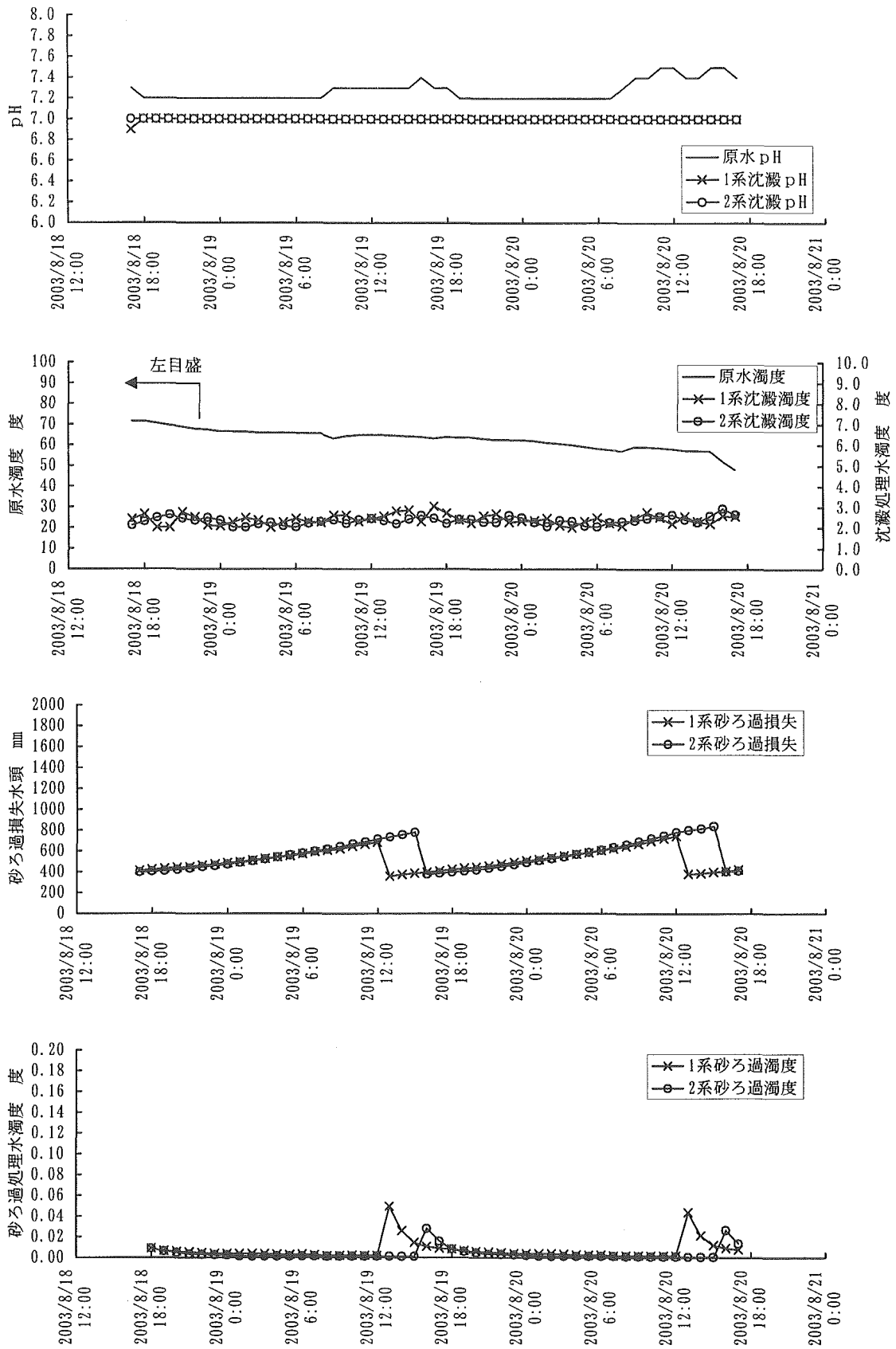


図 3.15(1)-12 注入方式 B (偏 G 値) によるプラント実験結果

(1系 G 値=250+550sec<sup>-1</sup>, 2系 G 値=550+250sec<sup>-1</sup>)

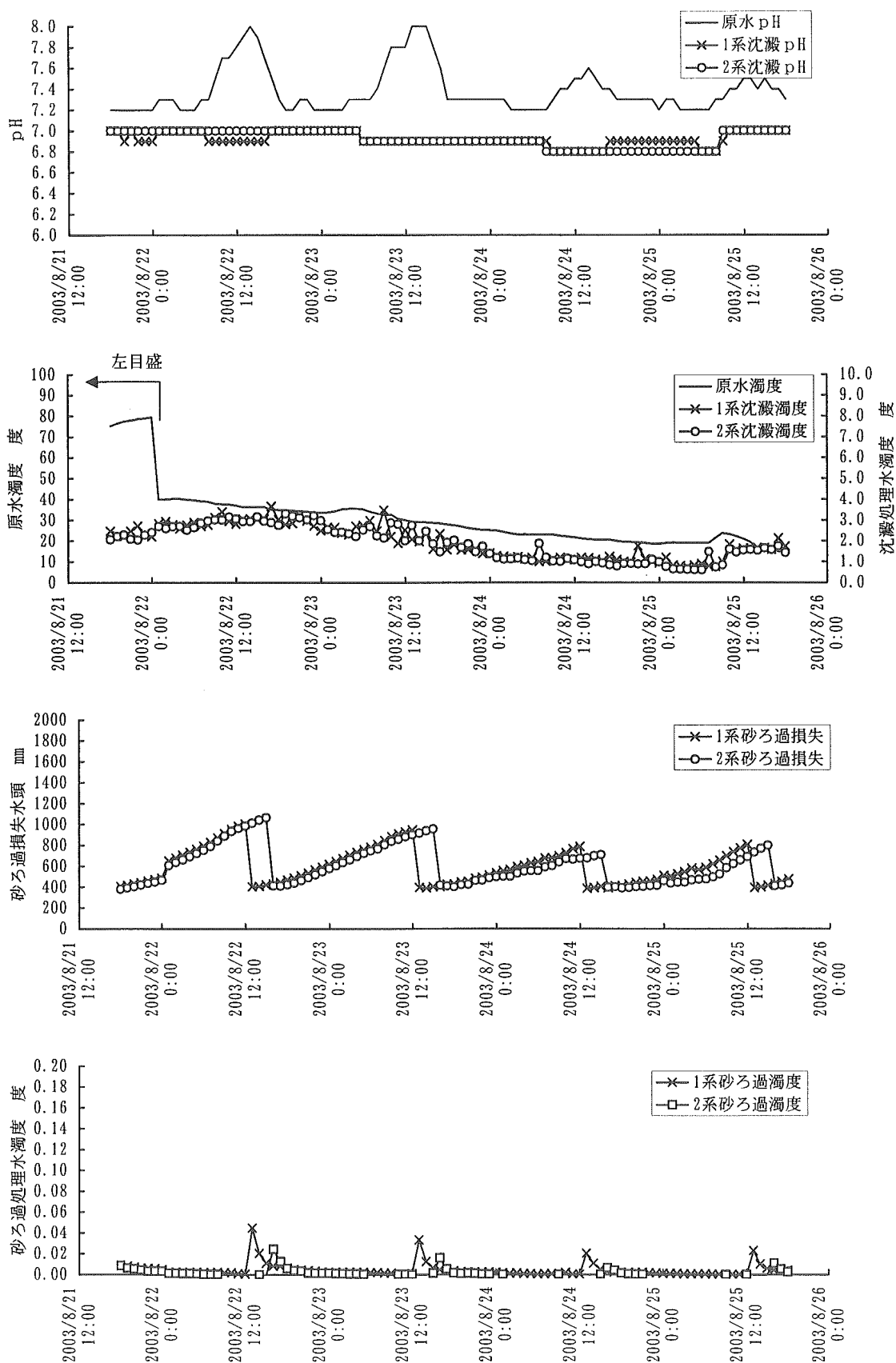


図 3.1.5(1)-13 注入方式 C によるプラント実験結果

(1系 G 値=250sec<sup>-1</sup>, 2系 G 値=550sec<sup>-1</sup>)

表 3.1.5(1)-2 プラント実験の条件別沈澱処理水微粒子の除去率比較

	攪拌 G 値 (sec <sup>-1</sup> )	1~3μm	3~7μm	<1μm
注入方式 A (同時注入)	G=250	5.0	68.9	43.8
	G=550	7.3	78.3	48.9
注入方式 B (2 段注入)	G=250+250	13.6	84.6	56.8
	G=550+550	13.8	87.4	58.1
注入方式 B (2 段注入)	G=250+550	11.3	75.0	52.1
	G=550+250	12.3	81.2	55.4
注入方式 C (緩速注入)	G=250	13.2	74.2	47.5
	G=550	13.2	74.0	47.5

単位：%

表 3.1.5(1)-3 プラント実験の条件別砂ろ過処理水の平均微粒子数

	攪拌 G 値 (sec <sup>-1</sup> )	1~3μm	3~7μm	<1μm
注入方式 A (同時注入)	G=250	235 (76-421)	5 (3-7)	240 (80-428)
	G=550	106 (48-186)	7 (3-12)	113 (51-198)
注入方式 B (2 段注入)	G=250+250	84 (35-151)	5 (1-10)	88 (36-155)
	G=550+550	108 (65-141)	8 (3-15)	118 (68-148)
注入方式 B (2 段注入)	G=250+550	230 (43-338)	11 (2-29)	240 (47-452)
	G=550+250	120 (83-214)	9 (3-13)	129 (69-227)
注入方式 C (緩速注入)	G=250	121 (40-265)	21 (3-95)	142 (45-272)
	G=550	81 (30-214)	5 (1-10)	86 (31-224)

単位：個/ml

\* ( ) 内は最小-最大微粒子個数を示す。

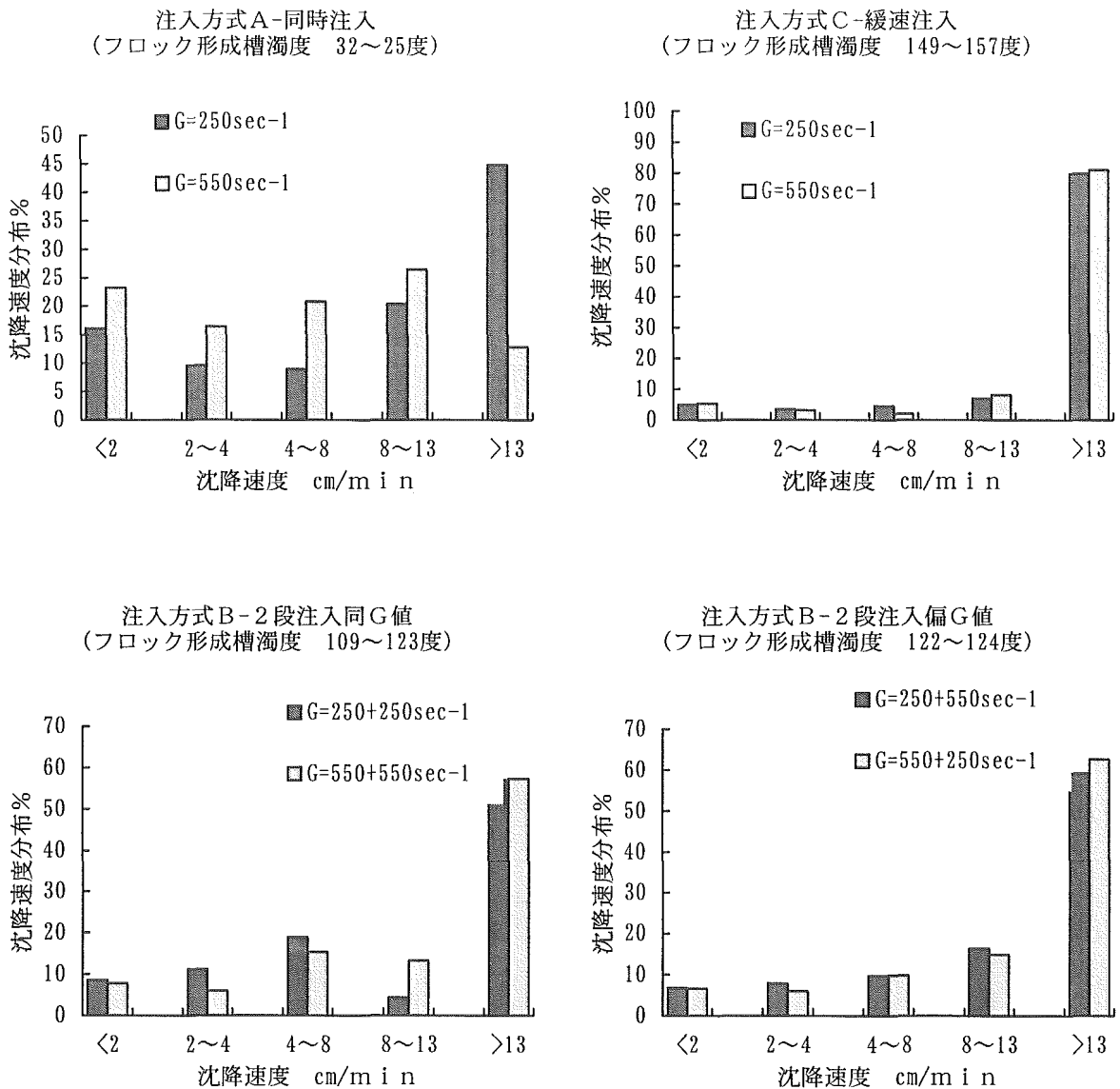


図 3.1.5(1)-14 プラント実験におけるフロック沈降速度測定結果

フロック沈降速度を各実験条件において測定した結果を図 3.1.5(1)-14 に示す。この結果からはG値や注入方式によるフロック沈降速度の違いを比較することは困難である結果となった。これは、この時期の原水濁度が降雨により非常に高いため、凝集フロックではなく他の無機質成分と思われる濁質を測定せざるを得なかったことによる結果と考えられる。フロック形成槽内の濁度もほとんどが100度以上であったことで濁度が高すぎたことが原因と考えられる。

## ②通常処理方式と適正高分子条件の比較

これまでのジャーテスト実験とプラント実験の結果から高分子注入点と適正 G 値については、注入方式 B の 2 段注入同 G 値 ( $550+550\text{sec}^{-1}$ ) が最も良好であると判断した。その理由は以下による

- ・ジャーテストにおいて注入方式 B の 2 段注入方式が最も微粒子除去効果が高い。また、2 段注入方式のうち高い同 G 値 ( $410+410\text{sec}^{-1}$ ) または偏 G 値でも G 値が前段>後段の条件 ( $410+250\text{sec}^{-1}$ ) が良好であったが、最も効果的なのが 2 段注入同 G 値 ( $410+410\text{sec}^{-1}$ ) であった。
- ・プラント実験においては原水濁度が高く変動が大きいため、沈澱水濁度では明確な差は認められないが、沈澱処理水の微粒子除去率が最も高いのが 2 段注入同 G 値 ( $550+550\text{sec}^{-1}$ ) であった。
- ・プラント実験において砂ろ過処理水からの漏出微粒子数の変動が一番小さく、比較的安定した微粒子数で推移していた。

そこで、プラントにおいて高分子の適正条件と考えられた注入方式 B の 2 段注入方式同 G 値 ( $550+550\text{sec}^{-1}$ ) と高分子を用いない通常方式の比較を行った。

図 3.1.5(1) - 15 に通常方式と比較した連続データの経時変化を示す。また、表 5.1.3(1) - 4~6 には通常方式と 2 段注入同 G 値を比較した結果を示す。

この結果、プラント実験を行った結果、沈澱処理水や砂ろ過水を濁度で見ると差は見られないが、砂ろ過水を微粒子数で比較すると 2 段注入方式の方が全体的に漏出する微粒子数は少ないことがわかる。砂ろ過の損失は高分子を用いた方法では、通常方式に比べて 1.2 倍損失の上昇が早くなる。またプラントでは際立った差が現れなかったが、同時に行ったジャーテストではプラントと違い濁度、微粒子数とも高分子を用いた方が良好な結果が得られた。

通常方式と PAC+高分子の適正条件と考えられた 2 段注入同 G 値 ( $550+550\text{sec}^{-1}$ ) による比較をまとめると、高分子凝集剤を用いてもプラントでは濁度として結果が見え難いが、後段の砂ろ過まで考えると微粒子数として効果が現れることがわかった。また、プラントとジャーテストとの効果の違いは、沈澱-砂ろ過で水質的に濁度が充分満足できるように PAC 注入率を設定したため、PAC の効果が際立ち高分子の効果が抑制されたものと思われる。ジャーテスト実験では低 PAC 注入率の方が高分子による効果が得られ易い傾向があることから低 PAC 注入率で行えばまた違った結果が得られた可能性が高い。

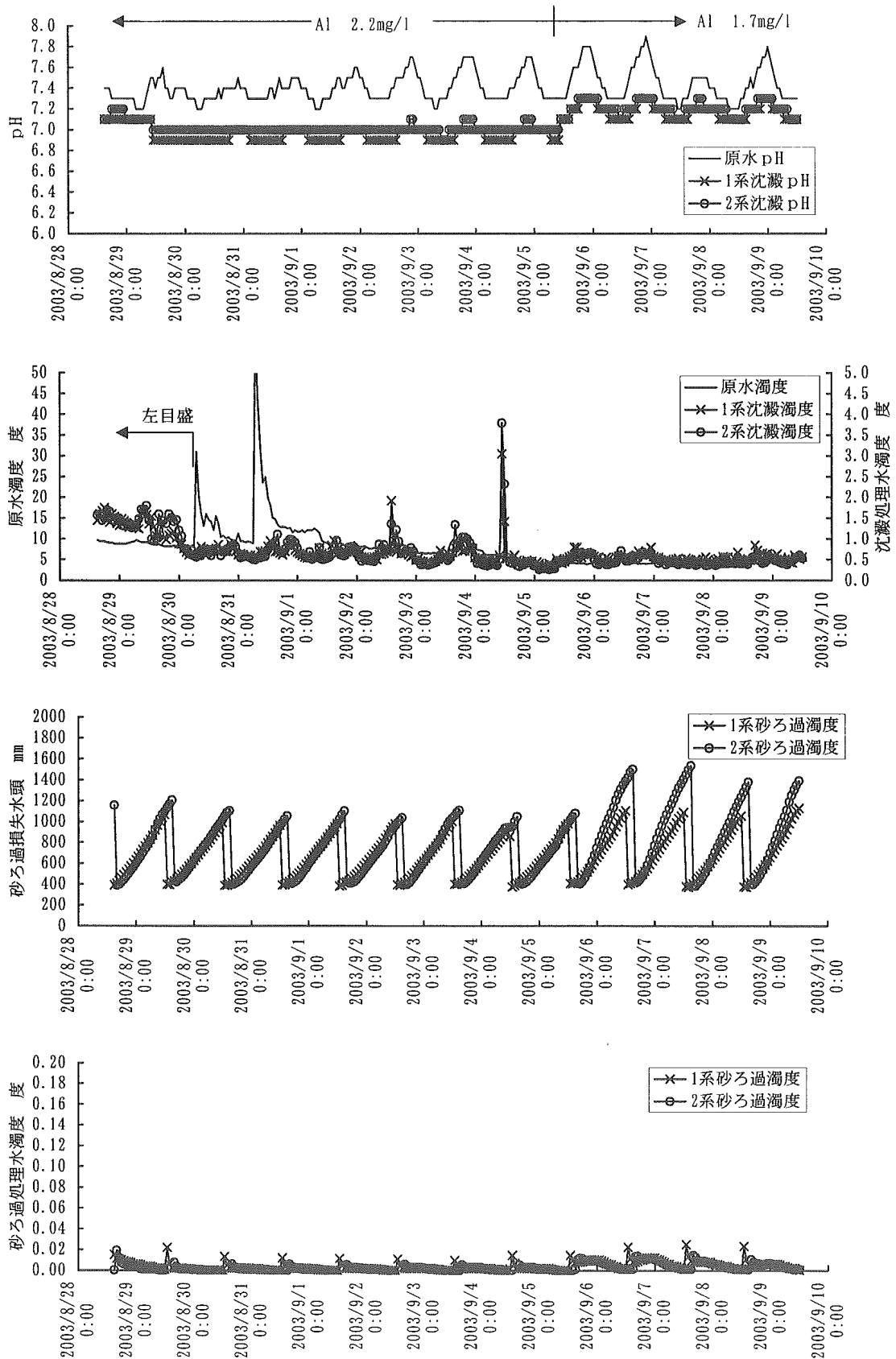


図 3.1.5(1) - 15 通常方式と注入方式B 2段注入同 G 値 (550+550sec<sup>-1</sup>) の比較  
(1系: 通常方式, 2系: 2段注入方式)



表 3.1.5(1)－4 砂ろ過損失水頭の比較

	1系 通常方式 G=250 sec <sup>-1</sup>	2系 2段注入 G=550+550 sec <sup>-1</sup>
原水濁度 (平均)	7.8	
沈澱処理水濁度 (平均)	0.7	0.7
砂ろ過処理水濁度 (平均)	<0.1	<0.1
砂ろ過損失水頭 (平均)	590mm/24hr	680mm/24hr

表 3.1.5(1)－5 通常方式との連続運転によるろ過水質の比較

	原水濁度	PAC 注入率 Al mg/l	1系 通常方式 G=250sec <sup>-1</sup>		2系 2段注入 G=550+550sec <sup>-1</sup>	
			沈澱水濁度	砂ろ過微粒子 個/ml	沈澱水濁度	砂ろ過微粒子 個/ml
8/28	8.3	2.2	1.6	43	1.4	50
8/29	6.8	2.2	0.9	94	0.8	33
9/1	5.6	2.2	0.6	26	0.4	21
9/2	4.7	2.2	0.6	19	0.5	19
9/3	3.8	2.2	0.5	54	0.4	25
9/4	4.4	2.2	0.3	54	0.2	17
9/5	3.5	2.2	0.4	13	0.6	10
9/8	2.7	1.7	0.5	28	0.4	49
9/9	2.2	1.7	0.4	28	0.4	33
平均	4.2		0.6	36	0.5	26

\*微粒子個数は、1 μm 以上の粒子とした。

表 3.1.5(1)－6 通常処理と高分子適正条件とのジャーテスト比較

H15.9/5 原水濁度 3.5度	通常方式 G=250 sec <sup>-1</sup>		注入方式 B (2段注入同 G 値) G=410+410 sec <sup>-1</sup>	
	PAC 注入率 (Al)	濁度	>1 μm 微粒子数	濁度
0.6 mg/l	3.0	23914	1.1	14403
1.1mg/l	0.6	6249	0.2	2819
1.7mg/l	0.2	2793	0.1	700
2.2mg/l	0.1	1254	<0.1	387

H15.9/8 原水濁度 2.9度	通常方式 G=250 sec <sup>-1</sup>		注入方式 B (2段注入同 G 値) G=410+410 sec <sup>-1</sup>	
	PAC 注入率 (Al)	濁度	>1 μm 微粒子数	濁度
0.6 mg/l	2.6	29238	0.9	11576
1.1mg/l	0.4	6454	<0.1	1597
1.7mg/l	0.1	2502	<0.1	589
2.2mg/l	<0.1	1332	<0.1	237

単位：濁度 度, 微粒子数 個/ml

通常方式と2段注入方式のフロック沈降速度の測定結果を図 3.1.5(1)―16 に示す。2回測定した結果、先の高濁時の測定結果と違い、低濁度であったためか通常方式と2段注入の違いが概ね認められる結果となった。

通常方式では沈降速度が4cm/min以下の粒子群が多いが、高分子2段注入方式では通常方式に比べて13cm/min以上の沈降速度を持つ粒子群の比率が増加する傾向にある。このことは高分子凝集剤を用いることでフロックの沈降性が高くなることを示唆していると考えられる。

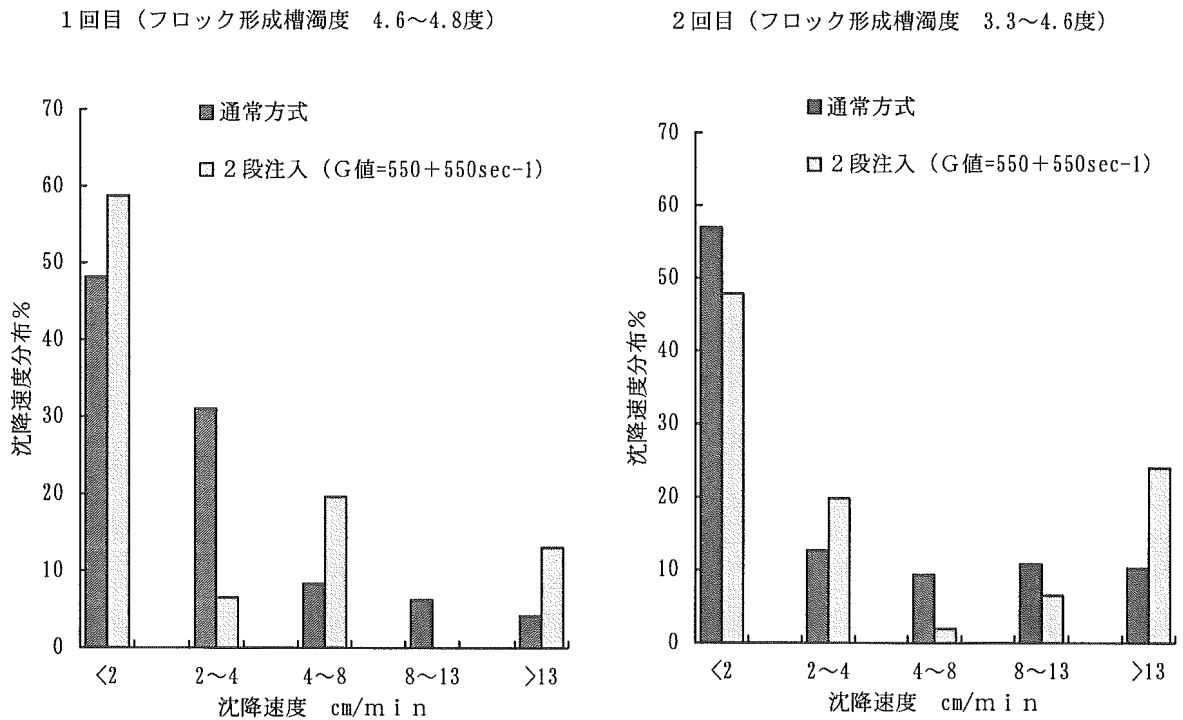


図 3.1.5(1)―16 通常方式と高分子2段注入方式のフロック沈降速度測定結果

(2) 鉄系+高分子凝集剤実験

1) ジャーテスト実験

鉄系+高分子凝集剤のジャーテスト実験に先立ち、鉄系凝集剤を用いる際のpH条件の検討結果を図3.1.5(2)-1に示す。塩化第二鉄をFe<sub>2</sub>~5mg/l注入し適正pHを検討した結果である。濁度としてはほぼ中性域6.8付近であれば変わらず、色度もpH6.4~7.2程度であれば差はないものと判断した。従って、ジャーテストは塩鉄の注入によるpH低下を見込みpH6.5~7.2の範囲内であればpH調整は行わない方法で行った。

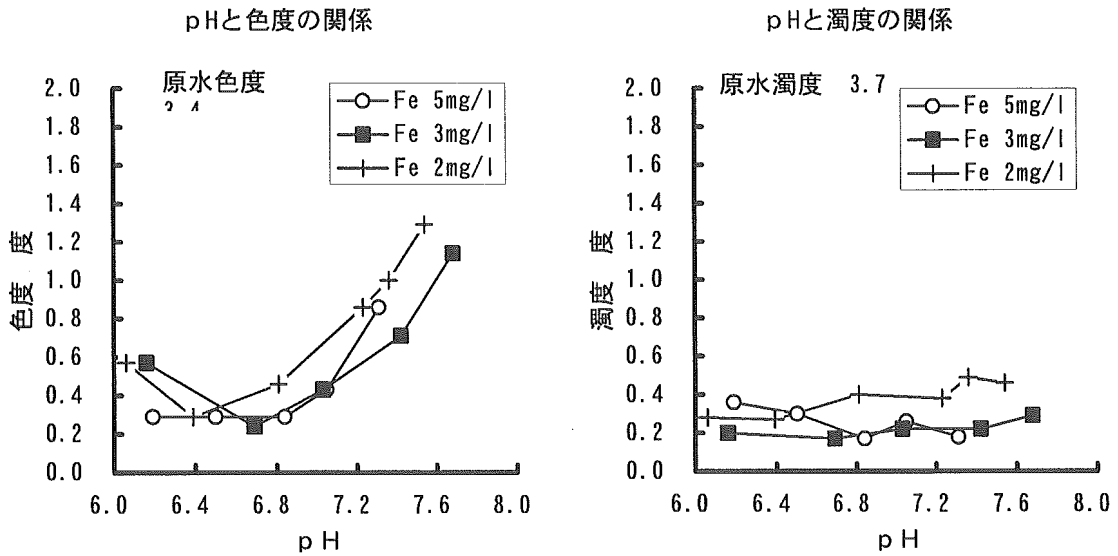


図3.1.5(2)-1 鉄系凝集剤のpHによる凝集の影響

ジャーテスト結果を図3.1.5(2)-2~5に示す。図3.1.5(2)-2は同時注入方式、図3.1.5(2)-3は2段注入方式のうち同G値、図3.1.5(2)-4は2段注入の偏G値方式である。緩速注入についてはジャーテストでは欠測であった。

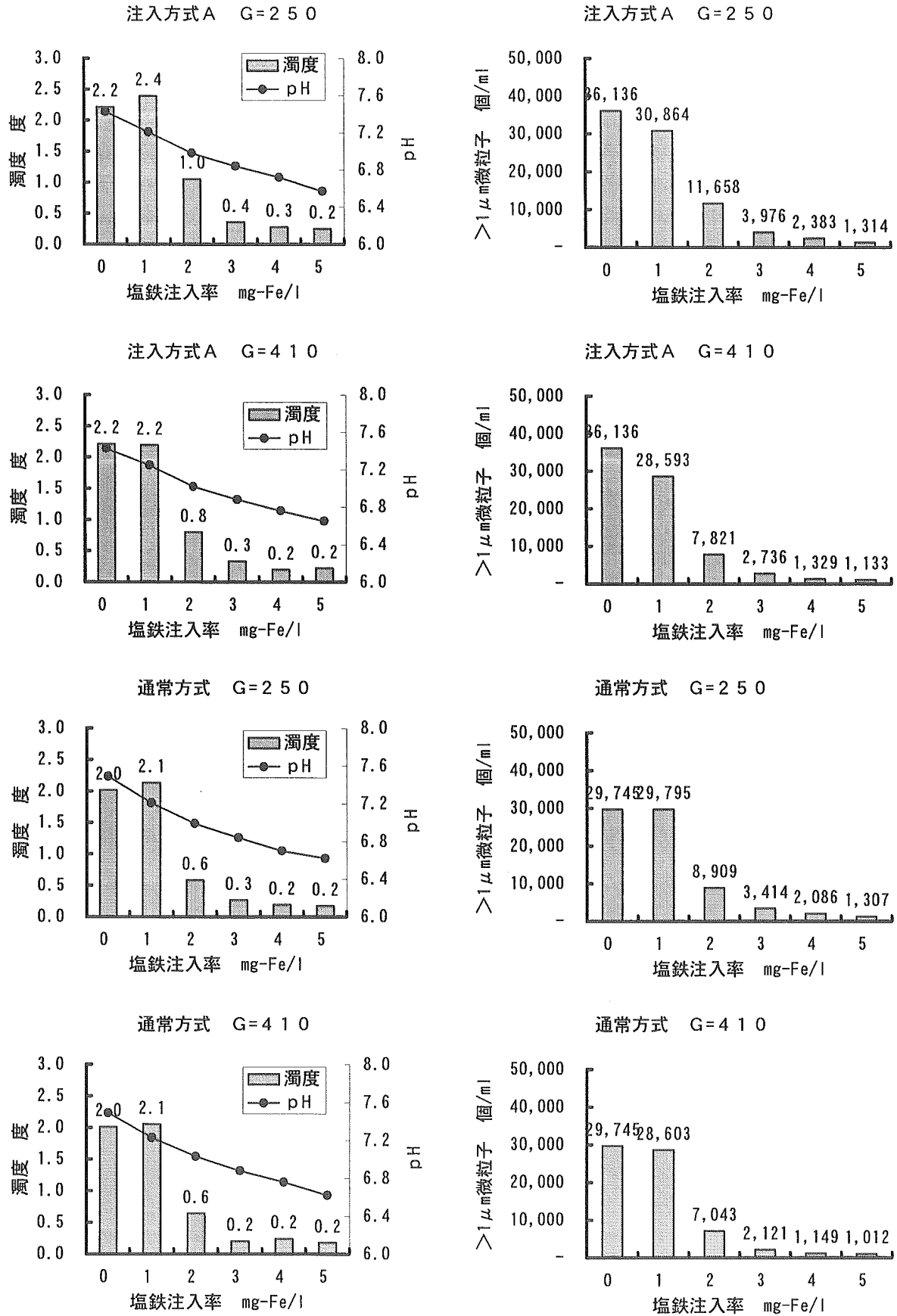


図 3.1.5(2)-2 ジャーテストによる注入方式 A と通常方式の比較 (H15.9/11)

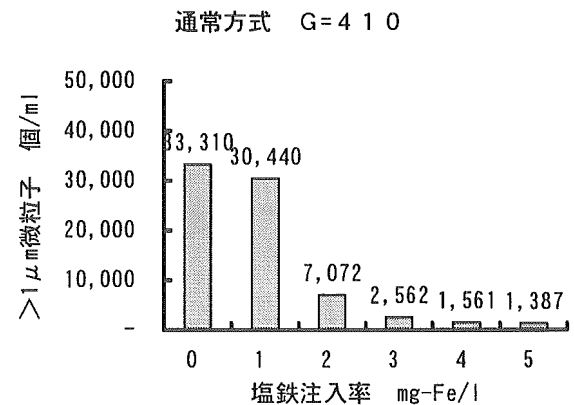
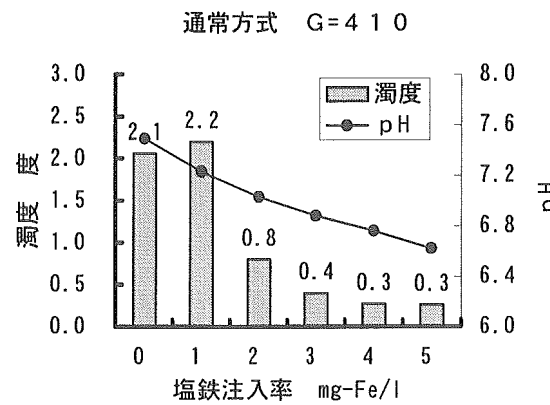
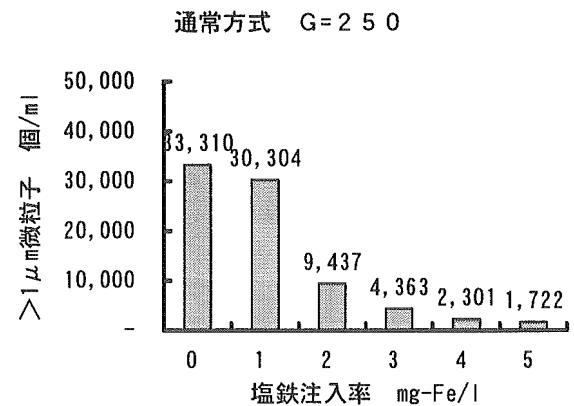
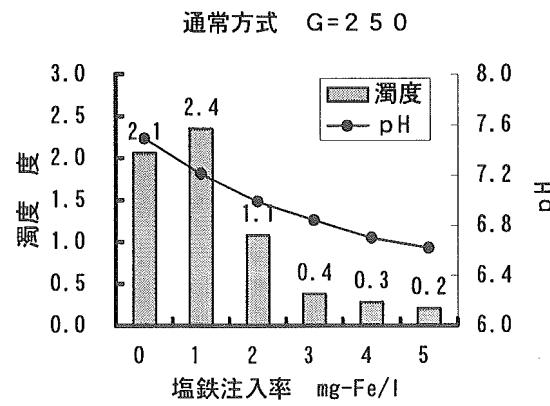
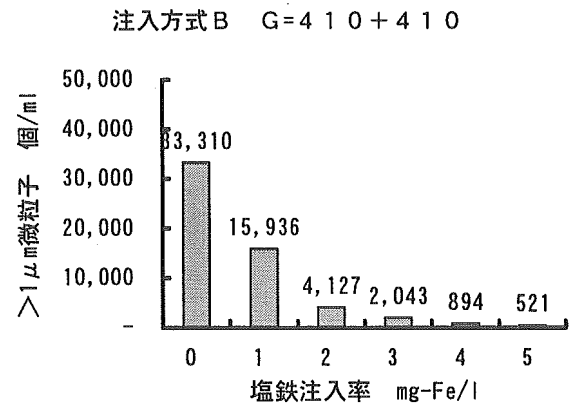
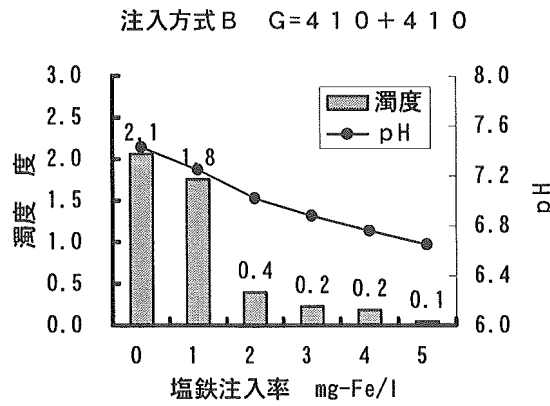
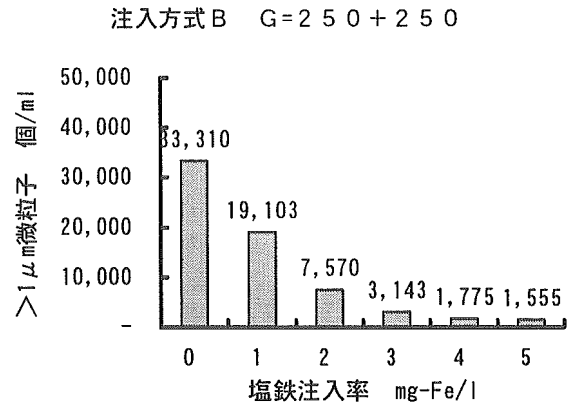
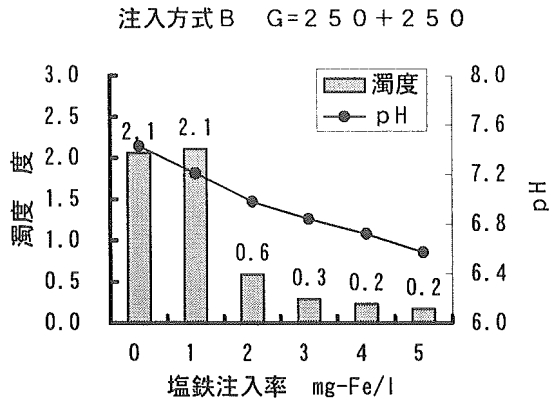


図 3.1.5(2)―3 ジャーテストによる注入方式 B (同 G 値) と通常方式の比較 (H15.9/18)

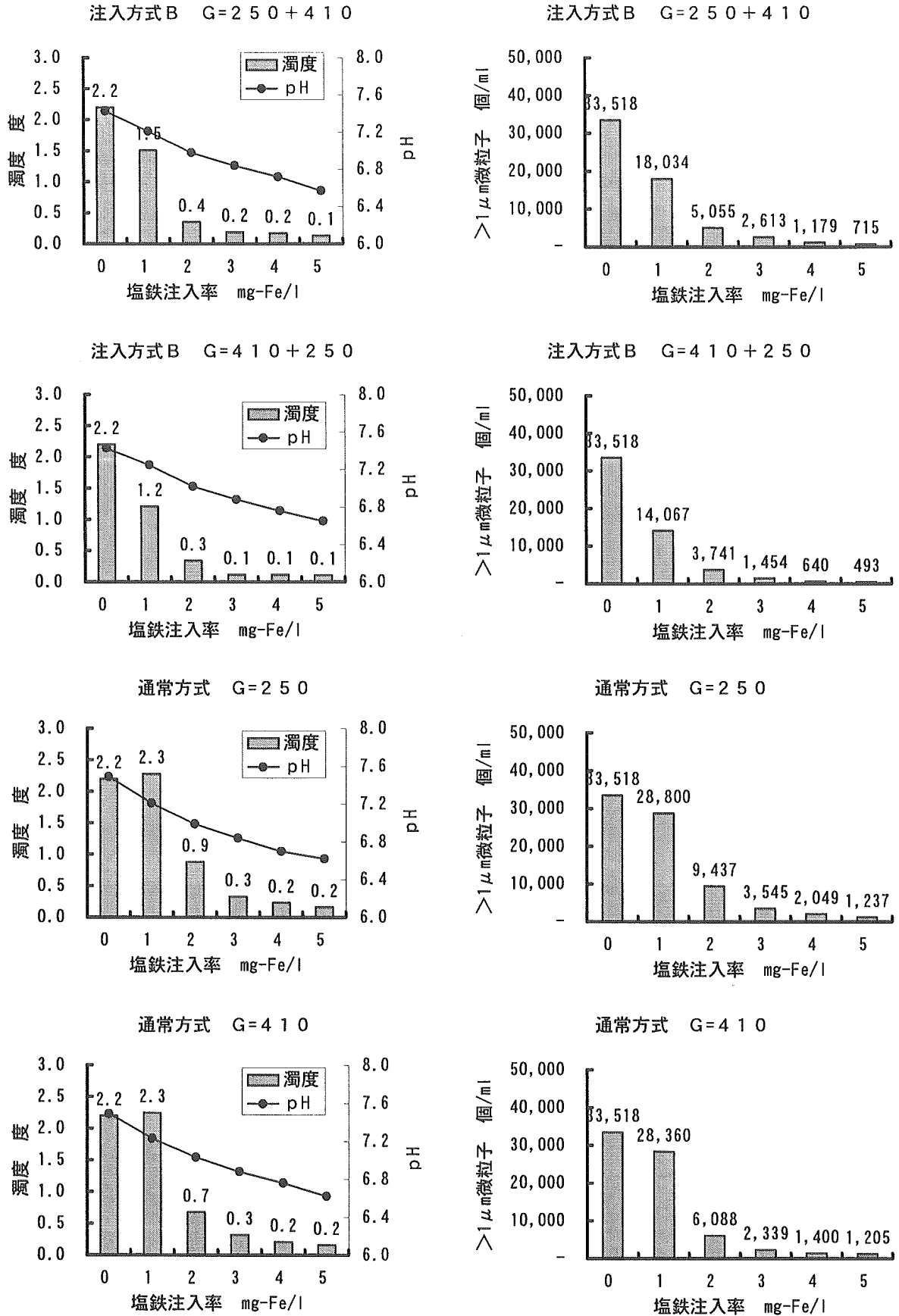


図 3.1.5(2)-4 ジャーテストによる注入方式 B (偏 G 値) と通常方式の比較 (H15.8/19)

### ①高分子同時注入

高分子同時注入では、攪拌G値を変えることによる効果はほとんど見みられず、通常方式でもPACの場合と異なりG値を上げる効果は明確には認められない。高分子同時注入と通常方式を比較すると低注入率では高分子を注入すると通常処理よりも若干濁度が上がる傾向がある。これは鉄がフロック化しないため濁度を上げることになったものと見られる。

### ②高分子2段注入

図3.1.5(2)-3に示した2段注入の同G値の結果では、同G値(250+250 sec<sup>-1</sup>)と(410+410sec<sup>-1</sup>)では濁度ではほとんど差が見られず、同G値方式による違いは明確には認められないが、微粒子数では高G値の方が約1/2~1/3程微粒子数が低い。通常方式とFe注入率2mg/lで比較すると通常方式では濁度0.8~1.1度であるのに対し同G値方式では0.4~0.6度と約50%程度濁度の低減効果が見られている。偏G値の検討を行った図3.1.5(2)-4ではG値バランスを変えた結果、(250+410 sec<sup>-1</sup>)と(410+250sec<sup>-1</sup>)では、PACの場合と同様に前段のG値の高い方が処理性は良好で、微粒子数に約1/2~1/3程の差が表れている。通常方式との比較では通常方式の高G値400sec<sup>-1</sup>よりも偏G値の方が効果は高い。同G値(410+410sec<sup>-1</sup>)と偏G値(410+250sec<sup>-1</sup>)では同等程度の効果が見られる。

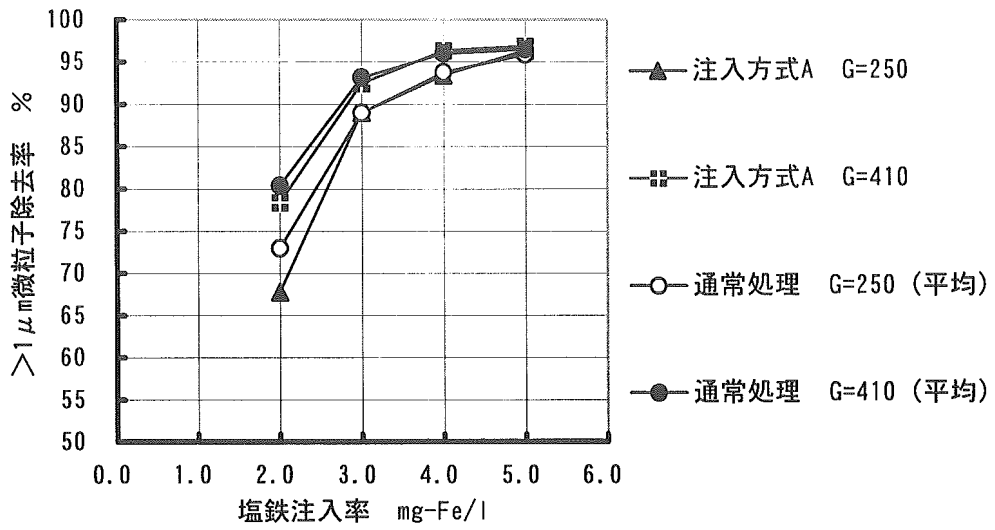
ジャーテストを微粒子除去率で表した結果を図3.1.5(2)-5に示す。図3.1.5(2)-5に示した微粒子除去率の挙動からも、微粒子除去率が最も高いのは高分子2段注入の同G値(410+410sec<sup>-1</sup>)と偏G値(410+250sec<sup>-1</sup>)次に偏G値(250+410sec<sup>-1</sup>)の順となる。

PACの場合と比べると、鉄系凝集剤ではある程度の注入率以上では攪拌強度や注入方法による違いは現れない傾向が見られる。

微粒子の粒径別の除去率挙動を図3.1.5(2)-6~7に示す。何れの場合も1~3μmと3~7μm等粒径別の除去性に差は見られない。即ち注入方式や攪拌G値の効果よりもFe注入率による除去特性が強いことが言える。

図3.1.5(2)-8~9に微粒子数と濁度の関係を示した。PACの場合と同様に粒径別に見ても注入方式や攪拌G値の違いは見られず、濁度1度において1~3μm微粒子は5,000~10,000個/ml程度、3~7μm微粒子は2,000~2,500個/ml、濁度0.5度で見るとPACでは約1,000個/ml程度が鉄では700~800個/mlと若干ではあるが鉄の場合の方が、微粒子数は少ない傾向に見られる。しかし、PACを用いた実験の時と原水濁度が大きく違うため、質の違いは否めないことから現時点では断定はできない。

注入方式Aと通常方式の比較



注入方式Bと通常方式の比較

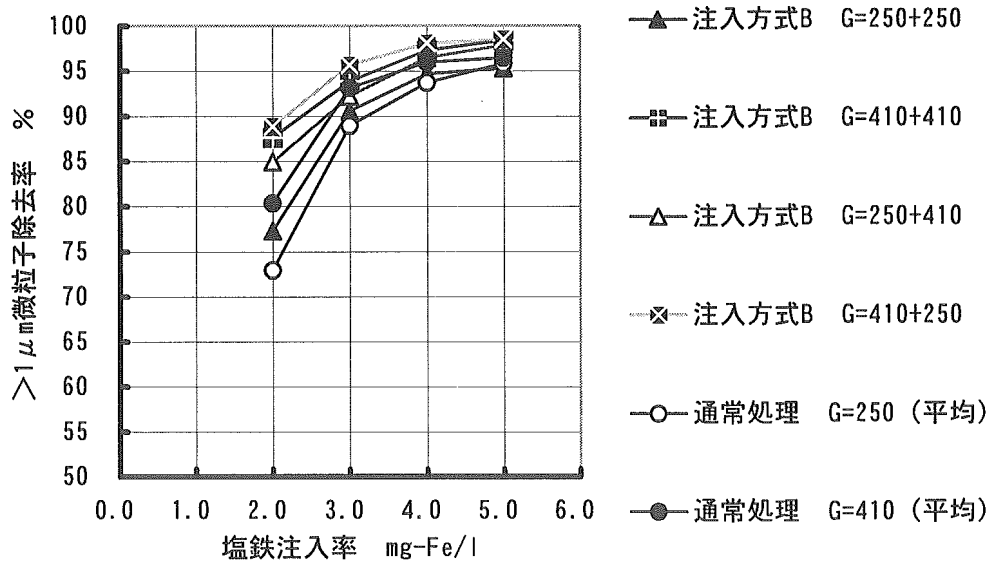
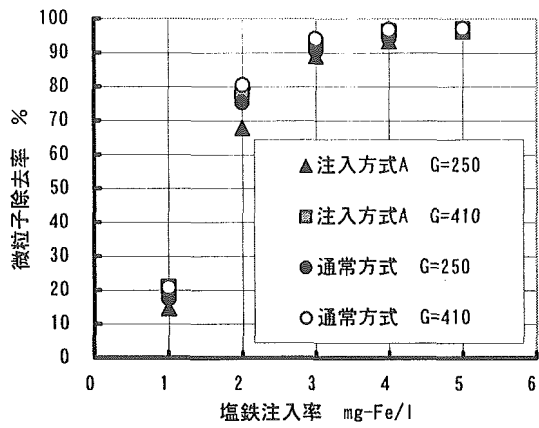


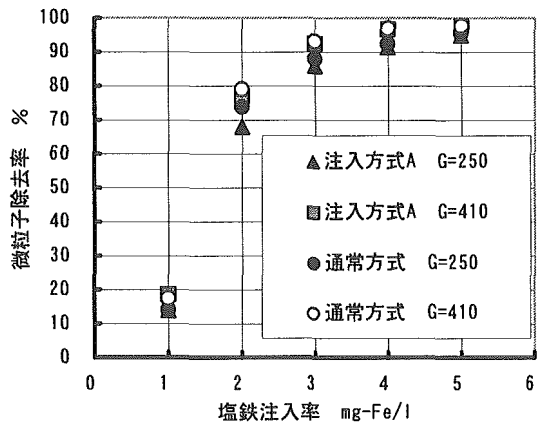
図 3.1.5(2)-5 ジャーテストによる 1μm 以上の微粒子除去率



注入方式A (>1.0 $\mu$ m粒子)

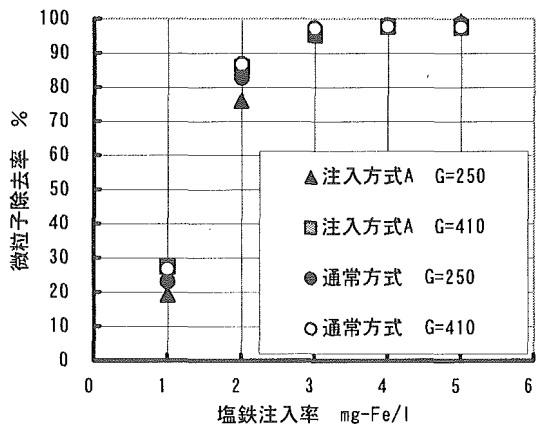


注入方式A (1.0~3.0 $\mu$ m粒子)



欠測

注入方式A (3.0~7.0 $\mu$ m粒子)

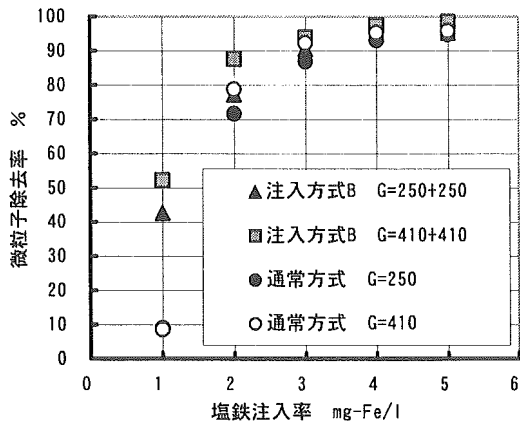


高分子同時注入

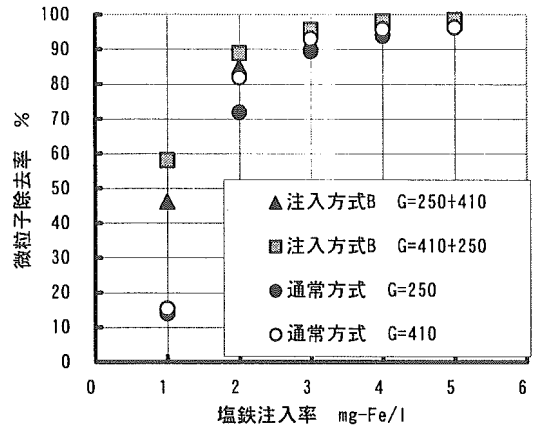
高分子緩速注入

図 3.1.5(2)-6 ジャーテストによる粒径別微粒子除去率 (注入方式A, C)

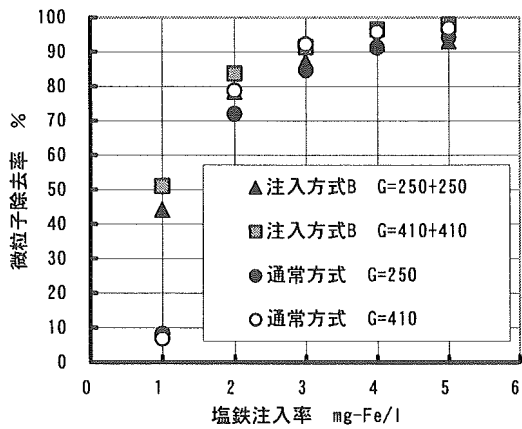
注入方式B同G値 (>1.0 $\mu$ m粒子)



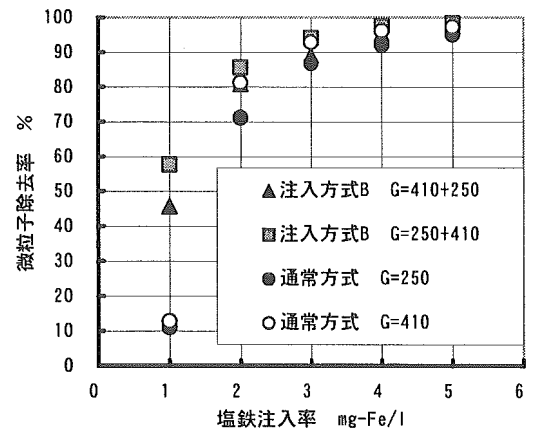
注入方式B偏G値 (>1.0 $\mu$ m粒子)



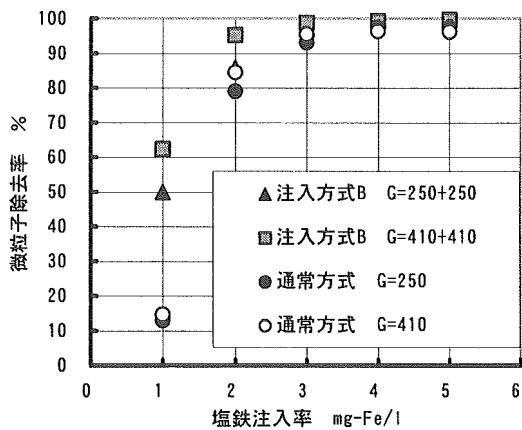
注入方式B同G値 (1.0~3.0 $\mu$ m粒子)



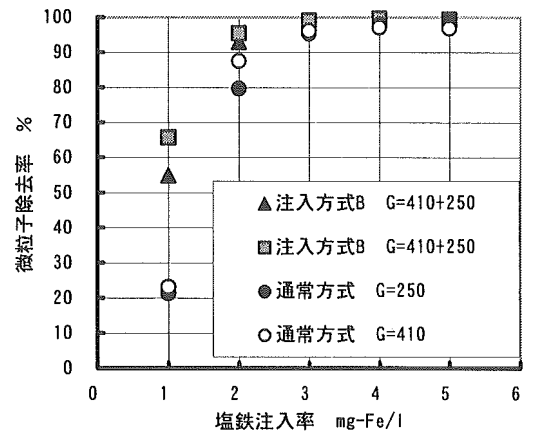
注入方式B偏G値 (1.0~3.0 $\mu$ m粒子)



注入方式B同G値 (3.0~7.0 $\mu$ m粒子)



注入方式B偏G値 (3.0~7.0 $\mu$ m粒子)

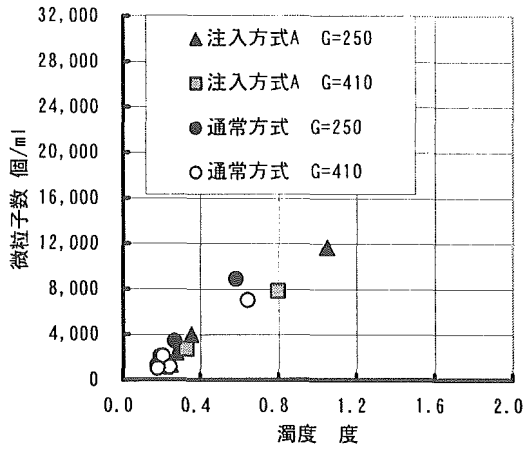


2段注入同G値

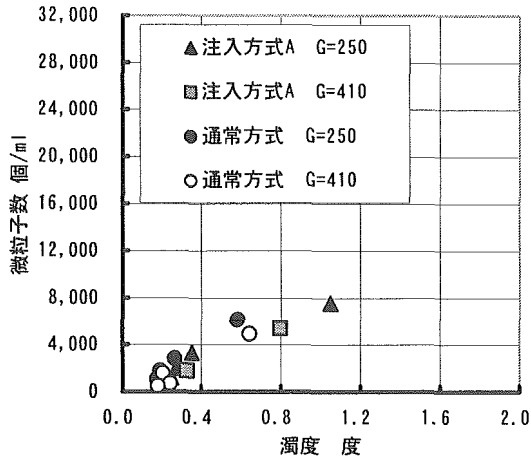
2段注入偏G値

図 3.1.5(2)-7 ジャーテストによる粒径別微粒子除去率 (注入方式B)

注入方式A (>1.0 $\mu$ m粒子)

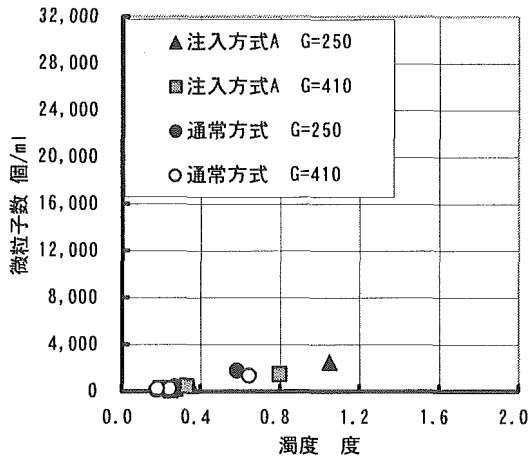


注入方式A (1.0~3.0 $\mu$ m粒子)



欠測

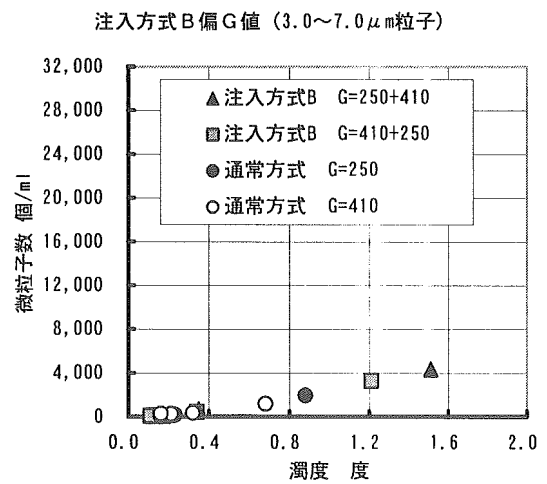
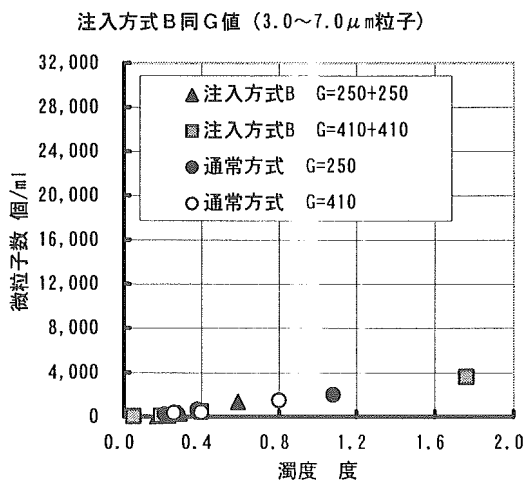
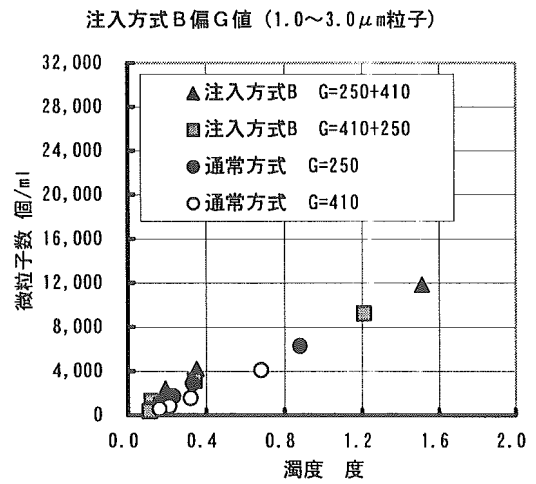
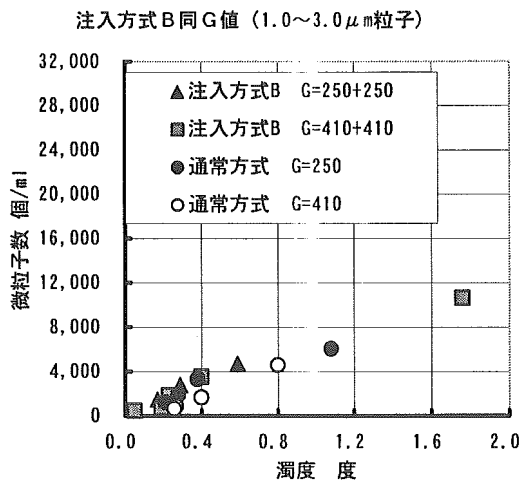
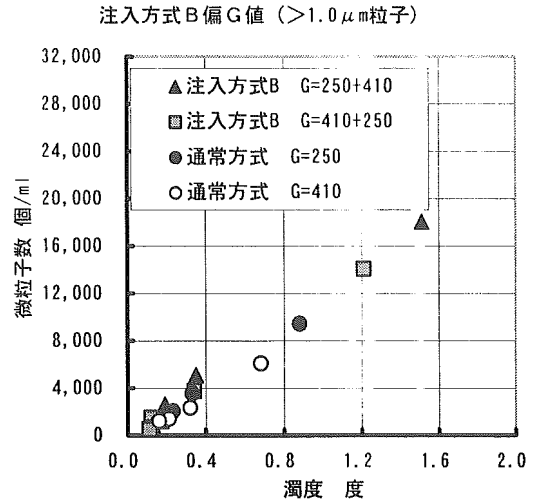
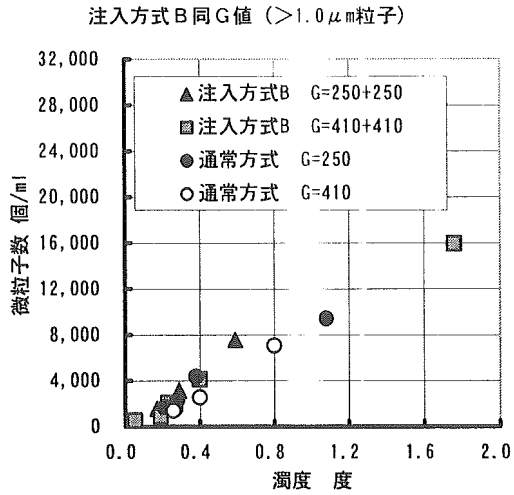
注入方式A (3.0~7.0 $\mu$ m粒子)



高分子同時注入

高分子緩速注入

図 3.1.5(2)-8 ジャーテストによる微粒子と濁度の関係 (注入方式 A, C)



2段注入同G値

2段注入偏G値

図 3.1.5(2)-9 ジャーテストによる微粒子と濁度の関係 (注入方式 B)