

9. 2 画像解析（壁有ケース）

反力壁が有ケースにおける岩塊、土砂の転動・流動実験の画像解析を行った。画像解析により、岩塊の跳躍、滑動、回転時の変位および速度、土塊の流動、拡散時の変位および速度を求めた。具体的には以下の点に着目し検討した。

- ① 流路底面の特性が岩塊および土砂の転動，流動挙動に及ぼす影響
- ② 岩塊の形状、大きさが転動挙動に与える影響
- ③ 岩塊および土砂が反力壁に衝突する時の挙動
- ④ 力積から求めた衝撃荷重と荷重計で計測した衝撃荷重の比較

反力壁が有ケースにおける解析ケースを表 9. 2. 1 にまとめる。碎石、土砂についてはそれぞれ 1 ケース実施した。岩塊単体については、標点のケースを 19 ケース、30 度流路部にアングル材を取り付けたケースを 11 ケース、計 32 ケース実施した。なお、岩塊の回転と力積に関する検討については、No. 11, 12, 15 にて実施した。

表 9. 2. 1 画像解析実施ケース一覧（●：実施ケース）

No.	ケース	岩塊模型	サイズ or 量	落下方向	斜面挙動	衝突時挙動	実施
1	碎石		1. 0m ³				●
2			0. 5m ³				
3	土砂		0. 5m ³				
4			1. 0m ³				●
5	岩塊単体 標点有	球形	20cm				●
6		球形	20cm				●
7		球形	20cm				●
8		塊状	20cm	平面上	滑動	滑動	●
9		塊状	20cm	平面上	転動	転動	●
10		板状	20cm	平面上	滑動	滑動	●
11		球形	40cm				●
12		板状	40cm	平面上	転動	滑動	●
13		板状	20cm	平面下	滑動	転動	●
14		板状	20cm	平面下	滑動	滑動	●
15		塊状	40cm	平面下	転動	転動	●
16		塊状	40cm	平面下	滑動	転動	●
17		板状	40cm	平面上	滑動	滑動	●
18		球形	40cm				●
19	球形	40cm				●	

20		塊状	40cm	平面下	転動	滑動	●
21		板状	40cm	平面上	転動	滑動	●
22	岩塊単体 標点無	塊状	20cm	平面下	滑動	転動	●
23		塊状	20cm	平面下	転動	滑動	●
24	岩塊単体 (アングル付)	塊状	40cm	平面下	転動	滑動	●
25		塊状	20cm	平面下	転動	滑動	●
26		塊状	20cm	平面下	転動	滑動	●
27		塊状	20cm	平面下	滑動	転動	●
28		塊状	20cm	平面下	転動	転動	●
29		板状	40cm	平面下	滑動	滑動	●
30		塊状	20cm	平面下	転動	転動	●
31		球形	20cm				●
32		球形	40cm	平面下			●
33		塊状	20cm	平面下	転動	転動	●
34	板状	20cm	平面上	転動	転動	●	

9. 2. 1 砕石

本節では、砕石の解析結果（1 ケース）について示す。

（1） No.1 砕石 1.0m³

① 流路横

図 9.2.1 に解析に用いた標点の位置を示す。土砂の軌跡を解析するために、複数の標点を用いた。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は 30 度部と平坦部の境界を原点としたものである。



図 9.2.1 解析に用いた標点の位置

図 9.2.2 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.3 に土砂模型の変位履歴を示す。速度の y 方向成分については、30 度部で減速した。

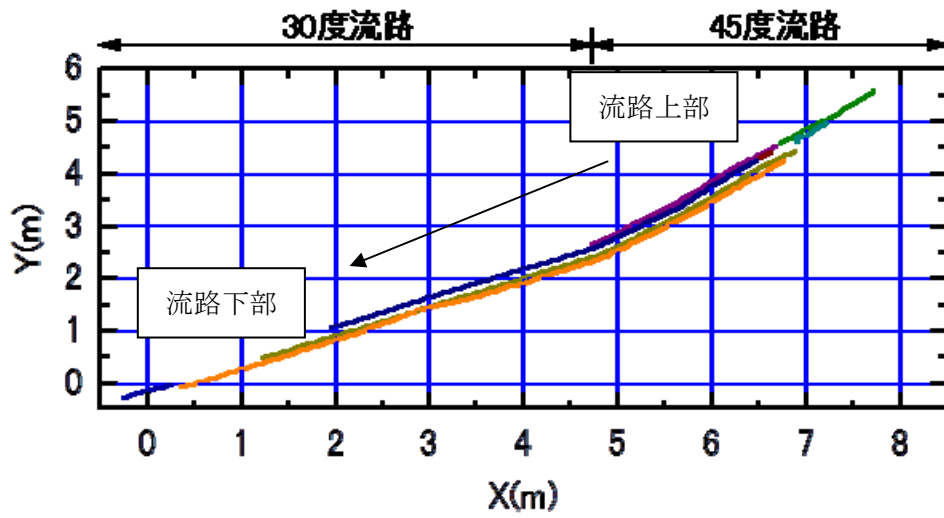


図 9.2.2 土砂模型の変位軌跡

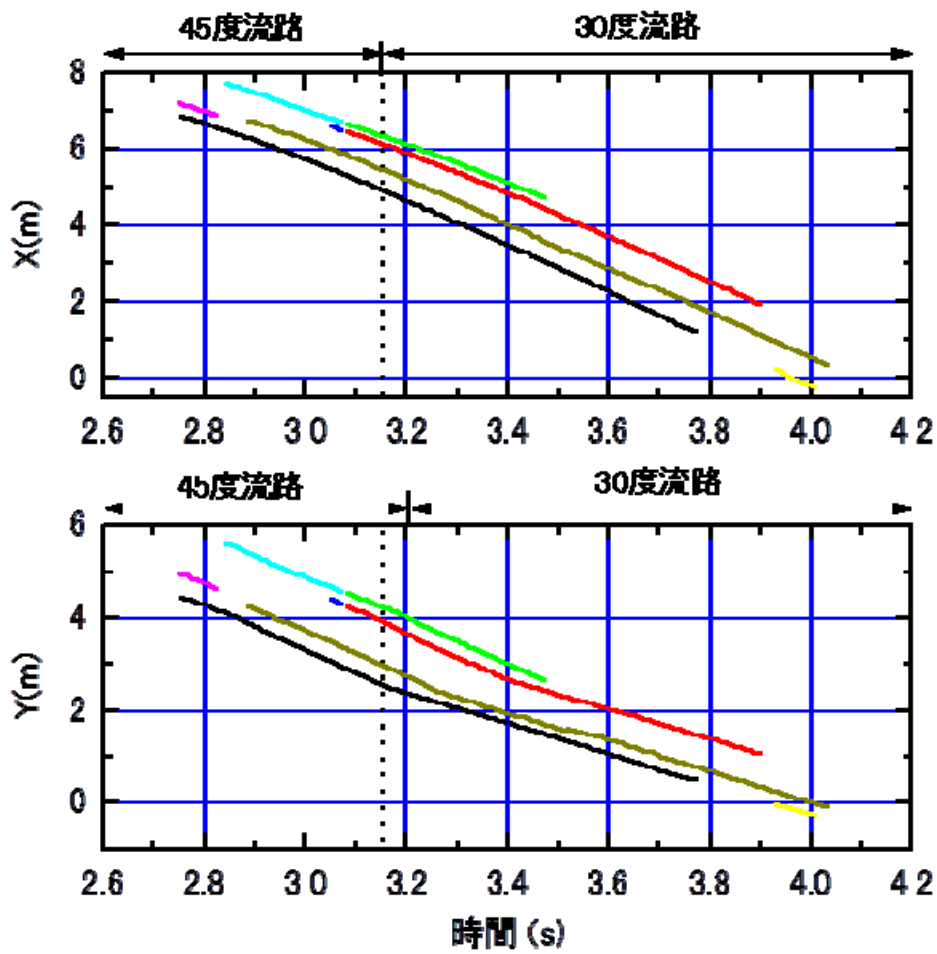


図 9.2.3 土砂模型の変位履歴

② 平坦部横

図 9.2.4 に解析に用いた標点の位置を示す。全体座標は 30 度部と平坦部境界を原点としたものである。

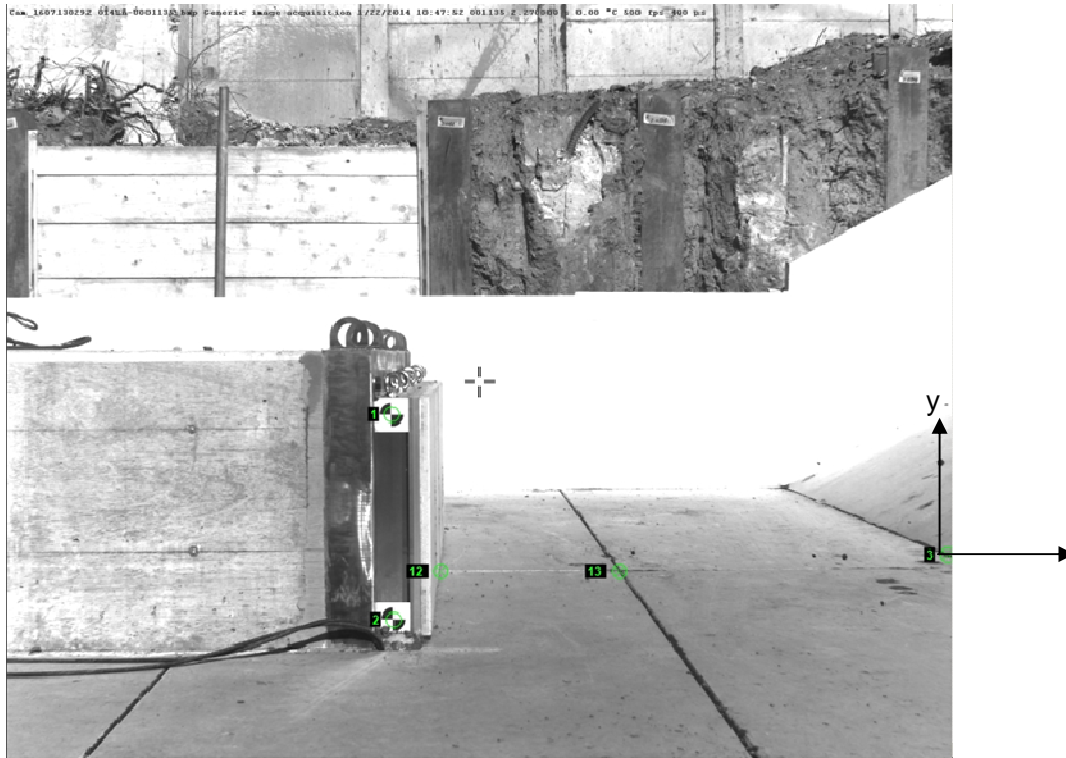


図 9.2.4 解析に用いた標点の位置

図 9.2.5 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.6 に土砂模型の変位履歴を示す。変位の y 方向成分の履歴から、堆積深さは約 0.4m~0.5m であったと考えられる。

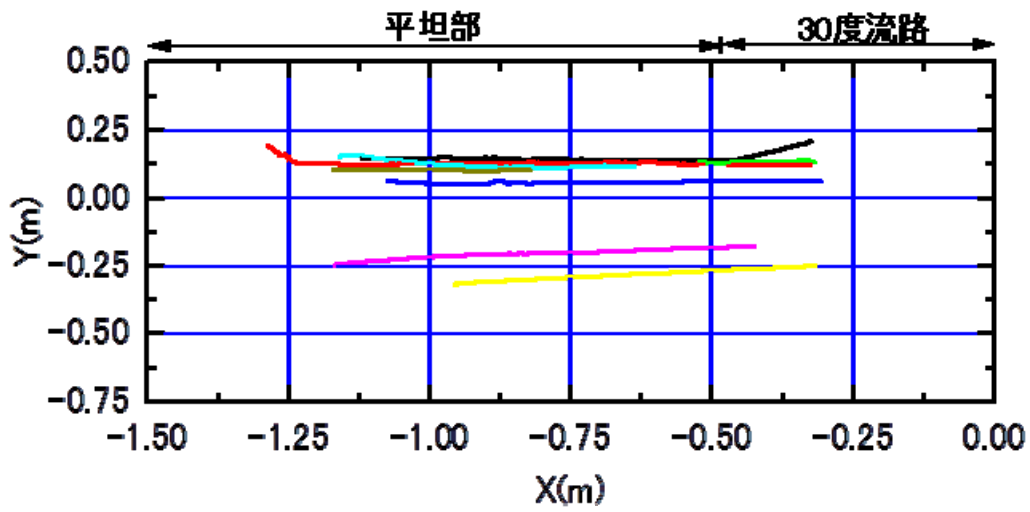


図 9.2.5 土砂模型の変位軌跡

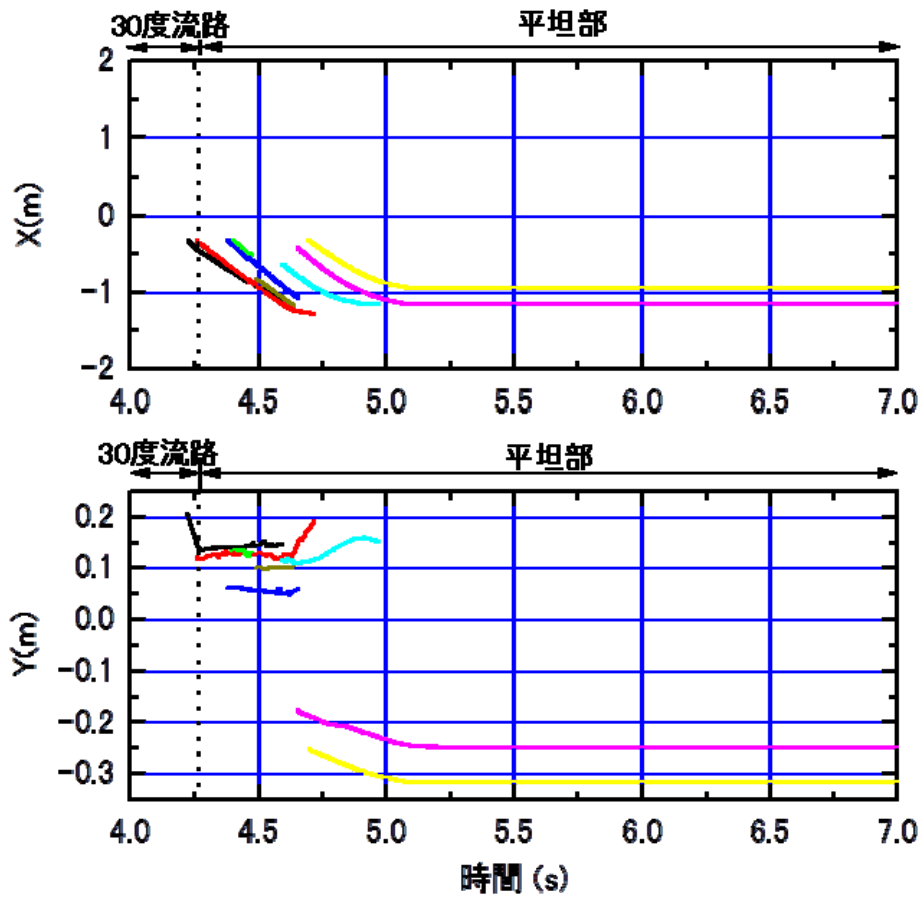


図 9.2.6 土砂模型の変位履歴

③ 流路上

図 9.2.7 に解析に用いた標点の位置を示す。土砂の軌跡を解析するため複数の標点を用いた。その他の標点は座標固定のために用いた。

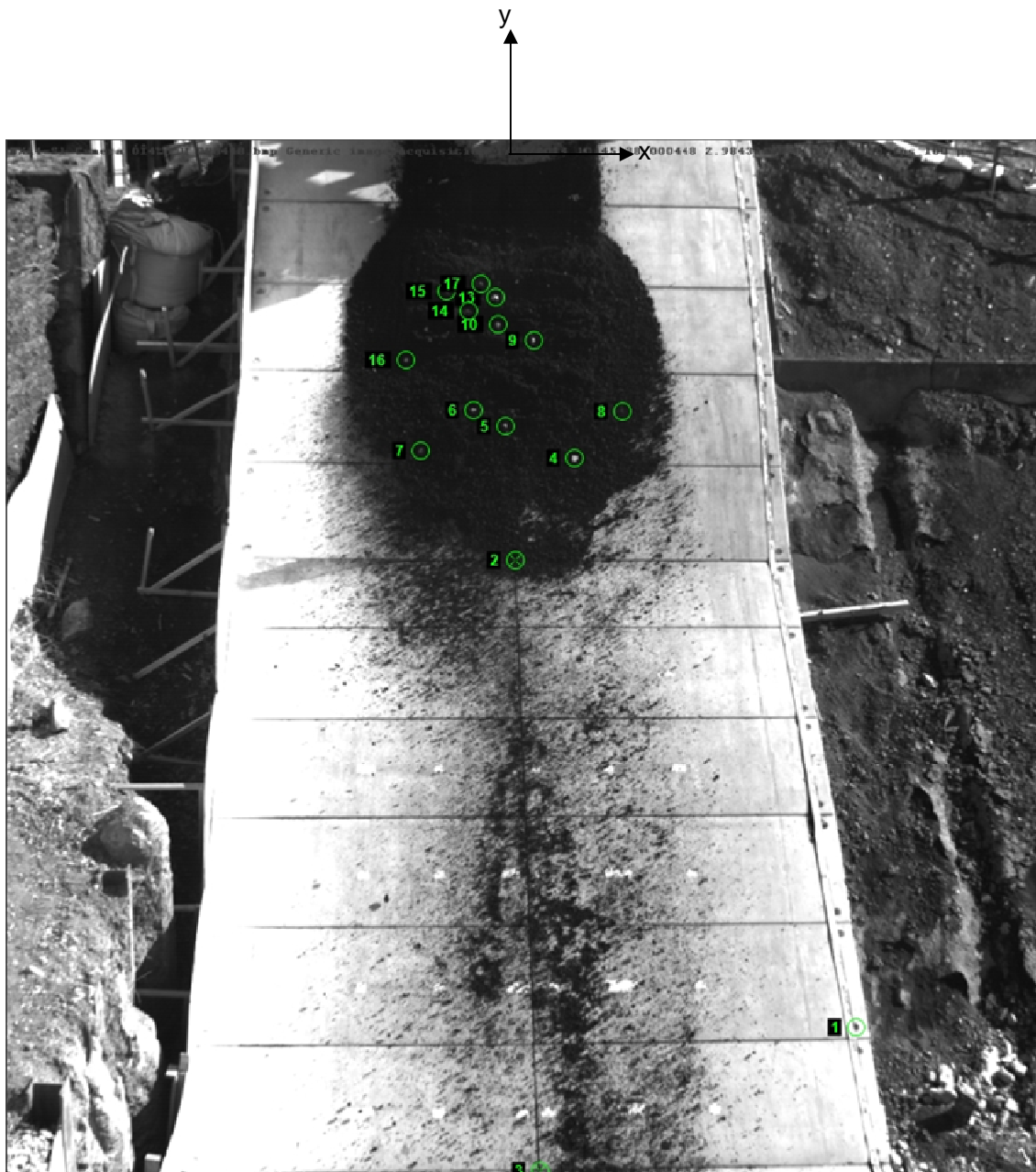


図 9.2.7 解析に用いた標点の位置

図 9.2.8 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.9 に土砂模型の変位履歴を示す。

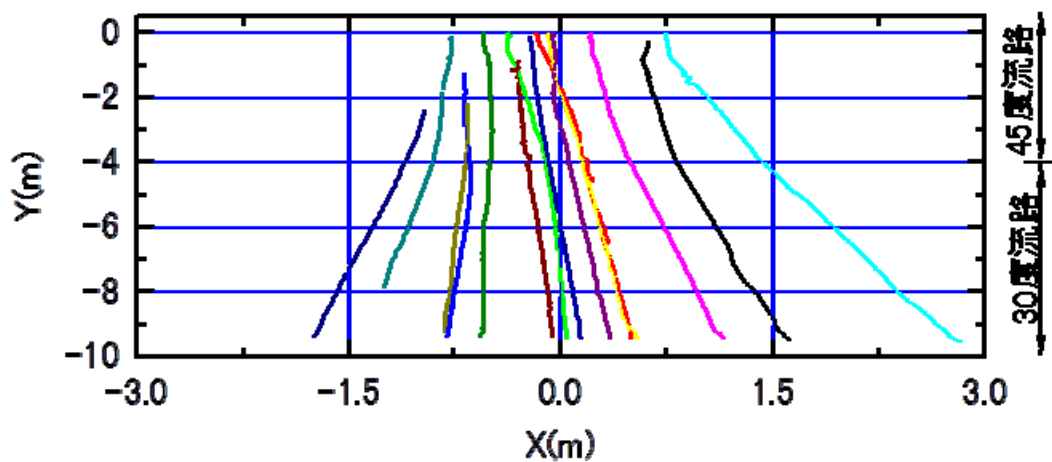


図 9.2.8 土砂模型の変位軌跡

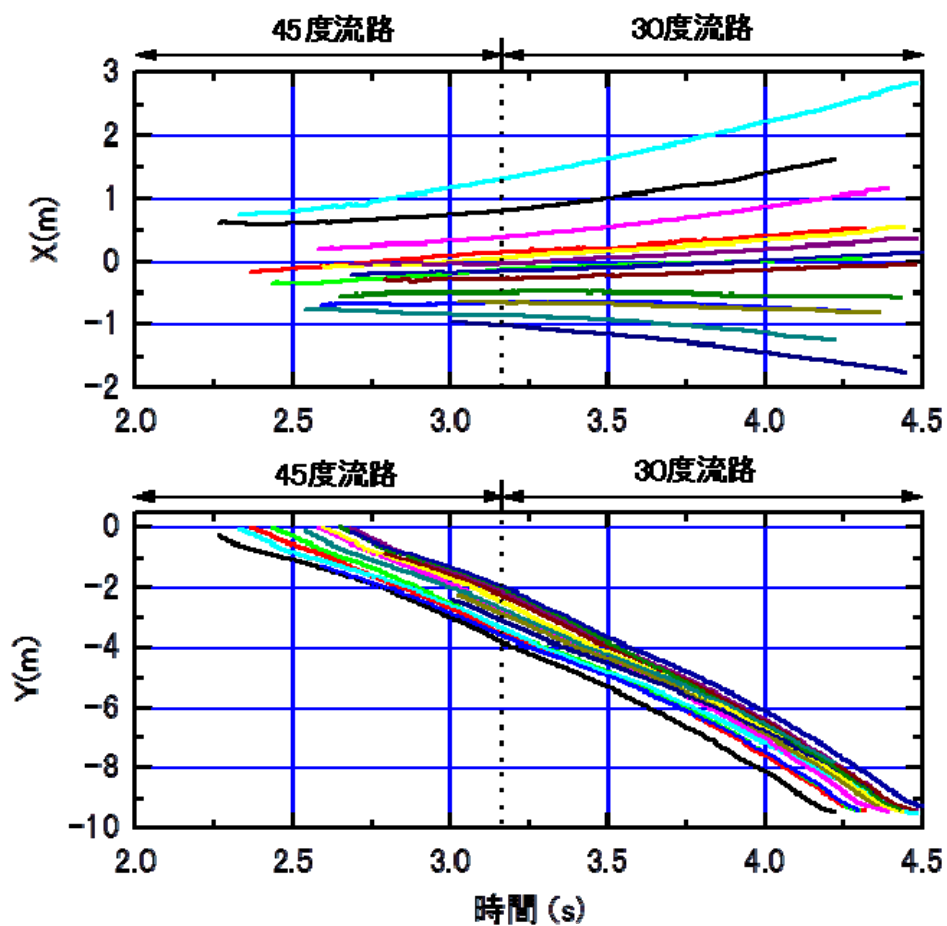


図 9.2.9 土砂模型の変位履歴

④ 平坦部上

図 9.2.10 に解析に用いた標点の位置を示す。岩塊の軌跡を解析するために複数の標点を用いた。全体座標は 30 度部と平坦部の境界である。

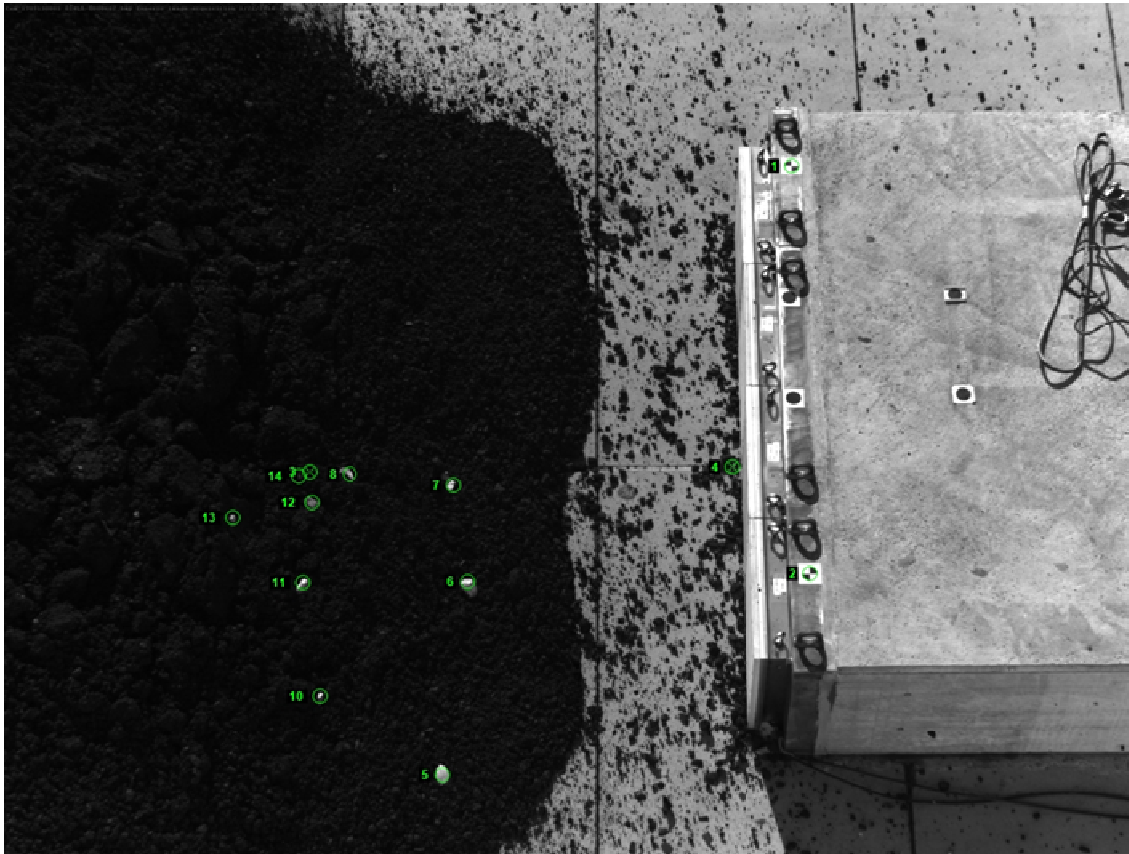


図 9.2.10 解析に用いた標点の位置

図 9.2.11 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.12 に土砂模型の変位履歴を示す。

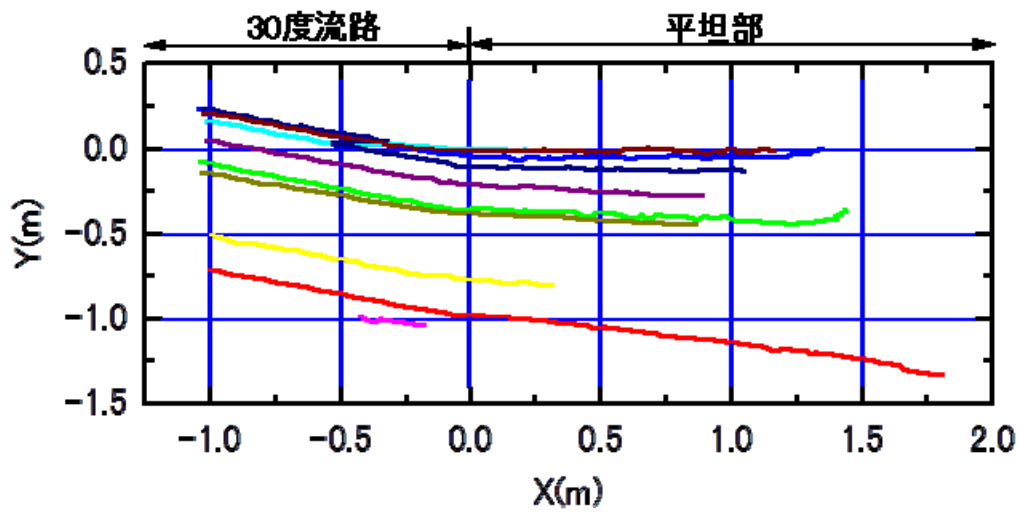


図 9.2.11 土砂模型の変位軌跡

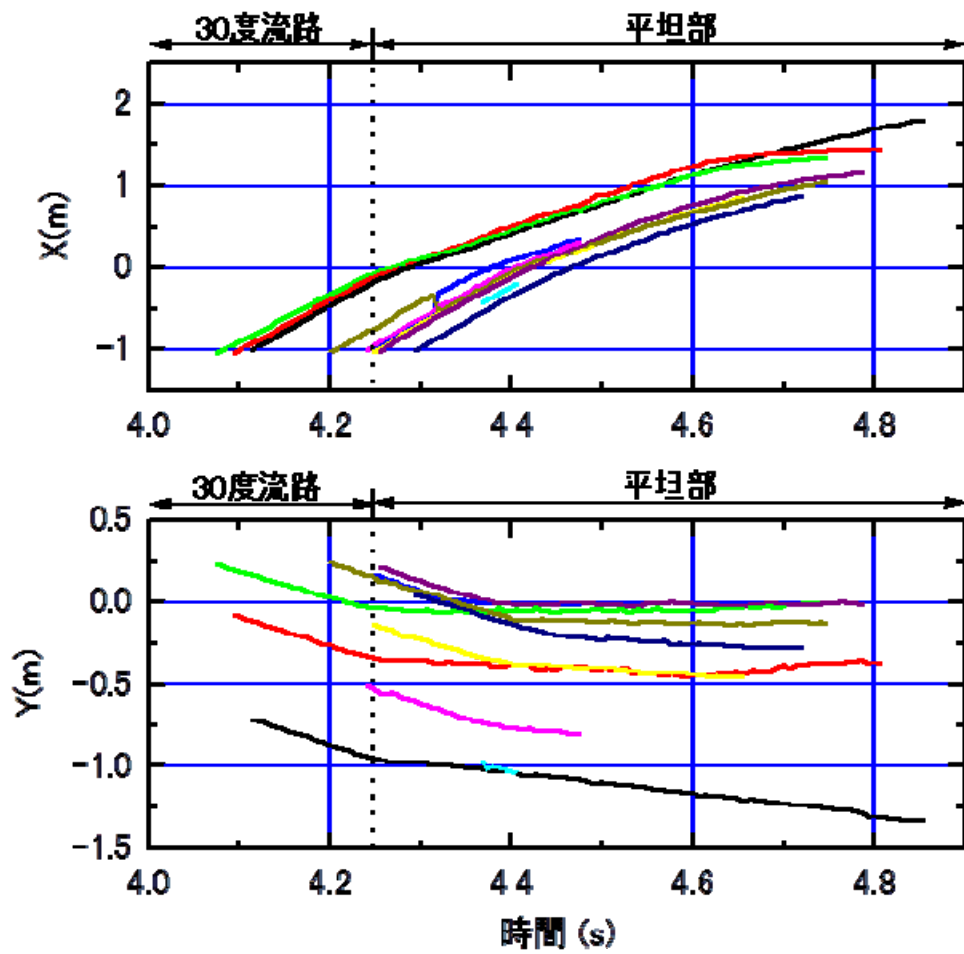


図 9.2.12 土砂模型の変位履歴

図 9.2.13～図 9.2.27 に碎石の流動の様子を示す。



図 9.2.13 流動の様子 (0.0 秒後)



図 9.2.14 流動の様子 (2.0 秒後)



図 9.2.15 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.16 流動の様子 (8.0 秒後)

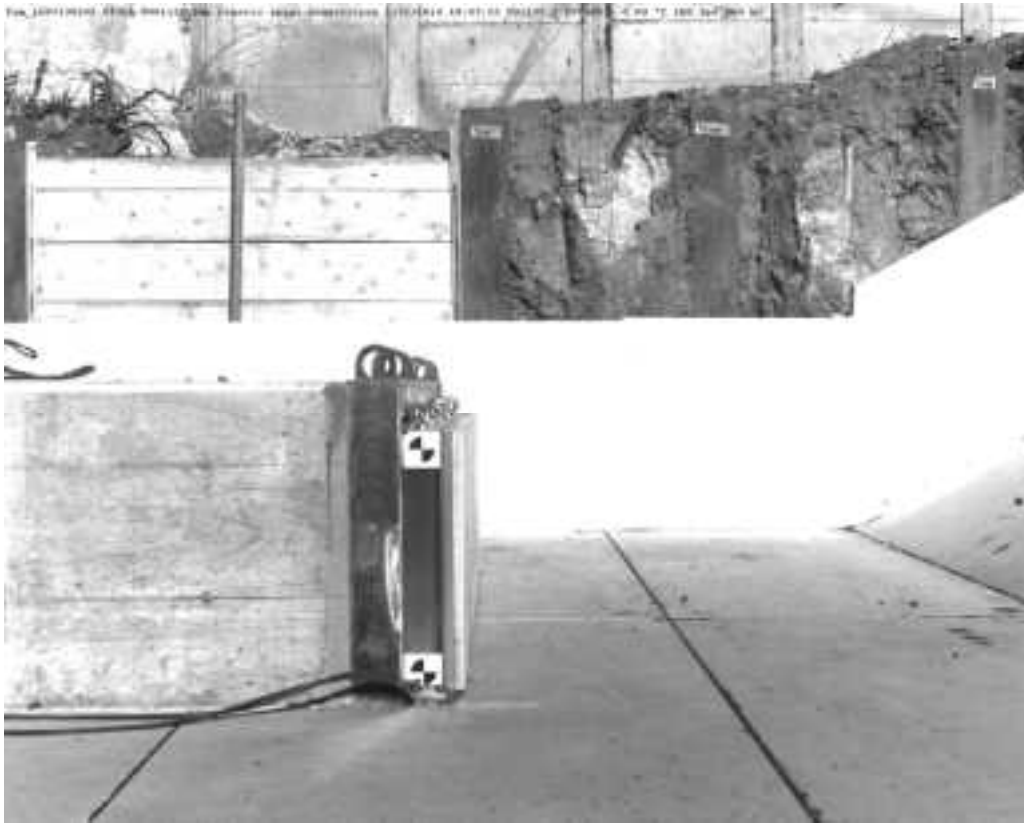


図 9.2.17 流動の様子 (0.0 秒後)

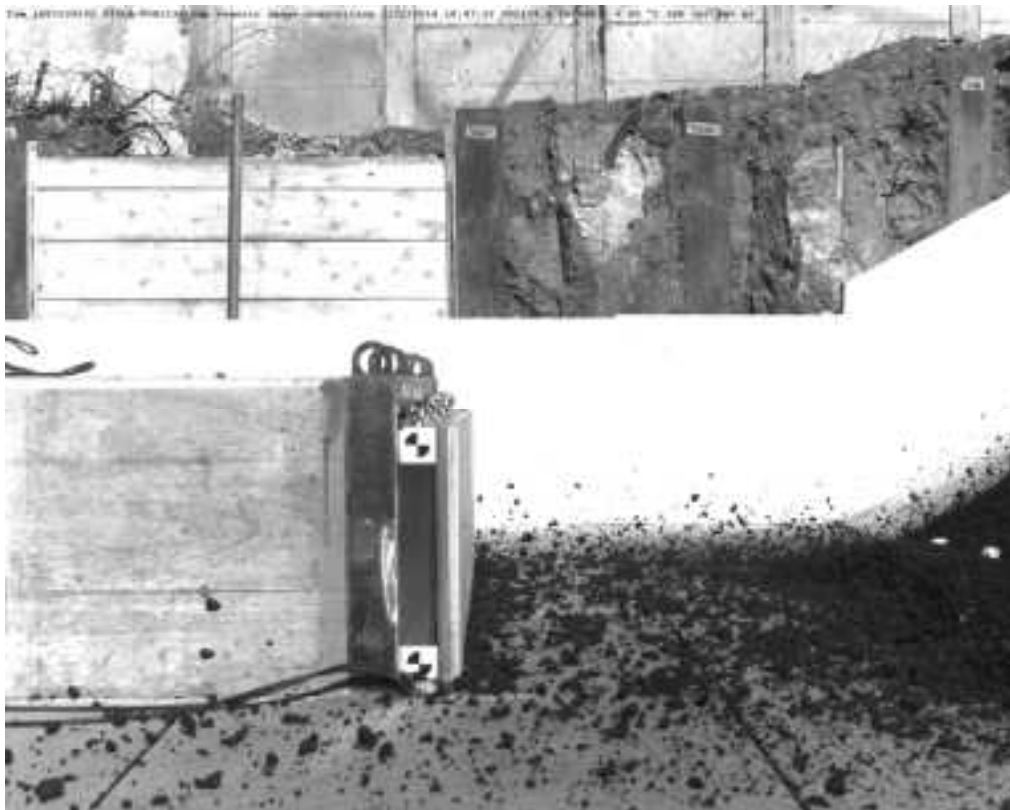


図 9.2.18 流動の様子 (2.0 秒後)

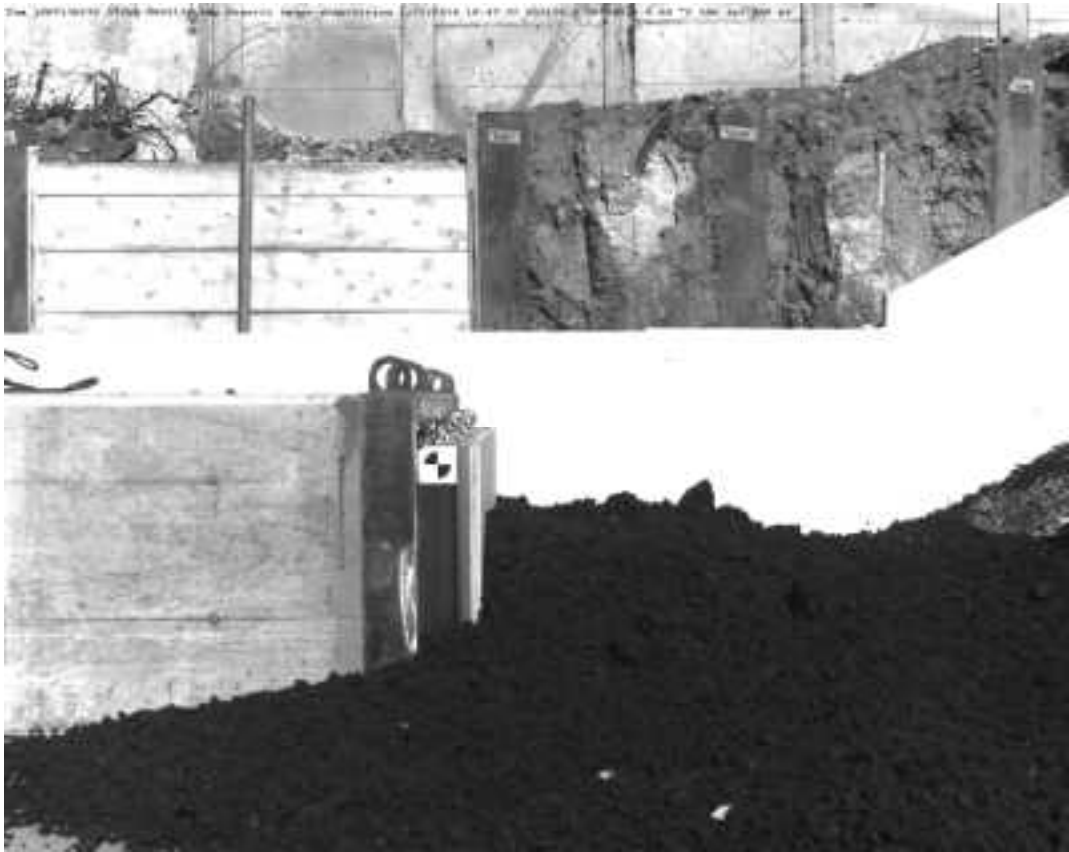


図 9.2.19 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.20 流動の様子 (0.0 秒後)

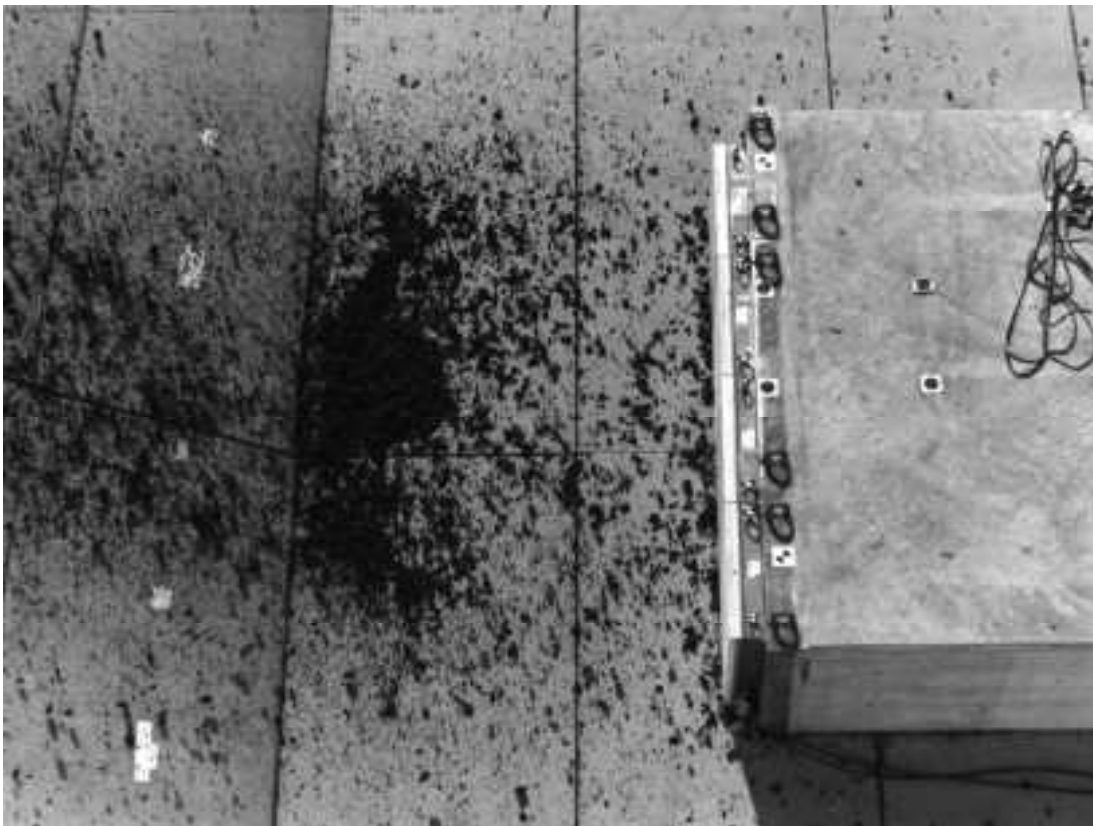


図 9.2.21 流動の様子 (1.3 秒後)

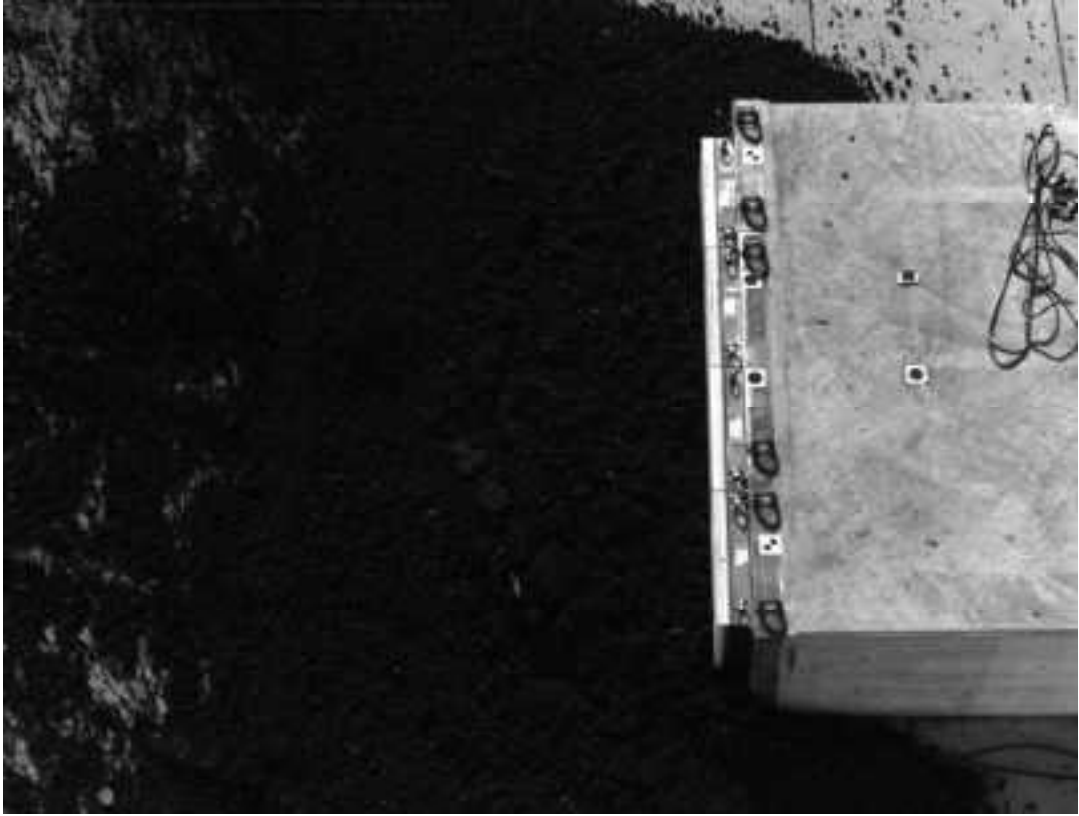


図 9.2.22 流動の様子 (2.7 秒後)

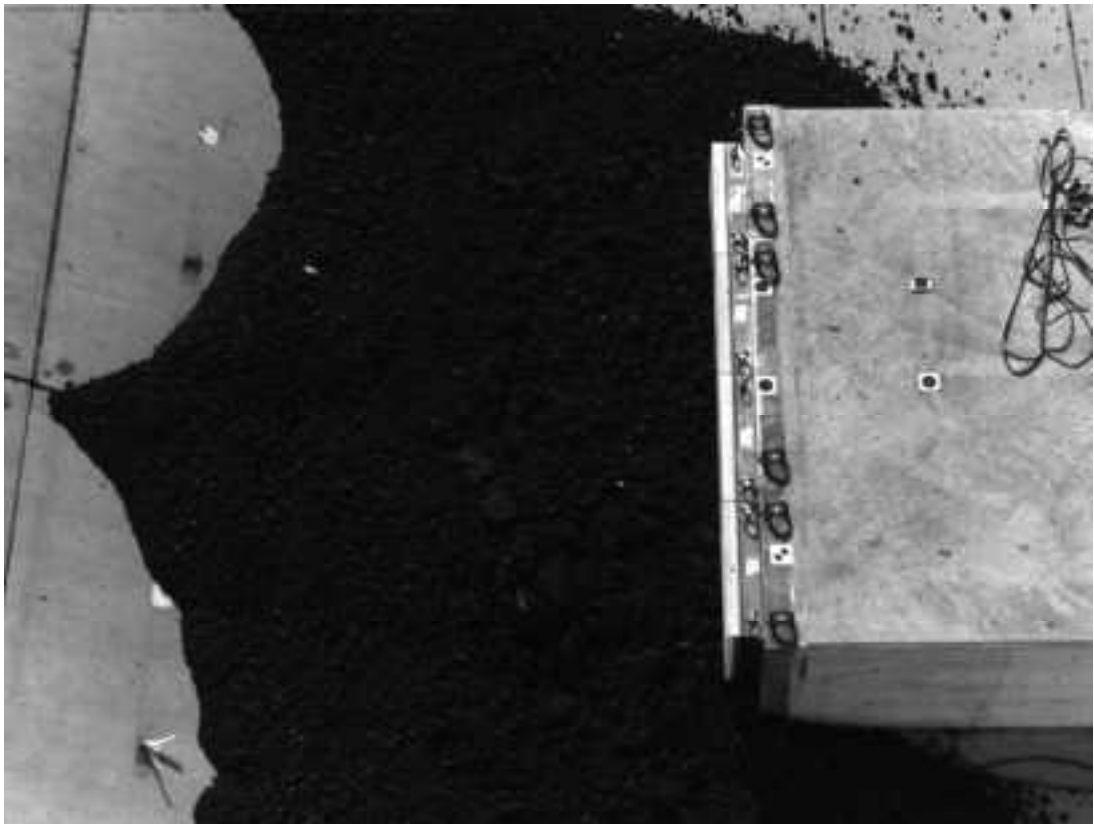


図 9.2.23 流動の様子 (7.0 秒後)



図 9.2.24 流動の様子 (0.0 秒後)



図 9.2.25 流動の様子 (2.0 秒後)



図 9.2.26 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.27 流動の様子 (8.1 秒後)

9. 2. 2 土砂

本節では、土砂の解析結果（1 ケース）について示す。なお、平坦部横については、精度不良のため、解析を実施できなかった。

（1） No. 4 土砂 1.0m³

① 流路横

図 9.2.28 に解析に用いた標点の位置を示す。土砂の軌跡を解析するために、複数の標点を用いた。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は 30 度部と平坦部の境界を原点としたものである。



図 9.2.28 解析に用いた標点の位置

図 9.2.29 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.30 に土砂模型の変位履歴を示す。速度の y 方向成分については、30 度部で減速した。

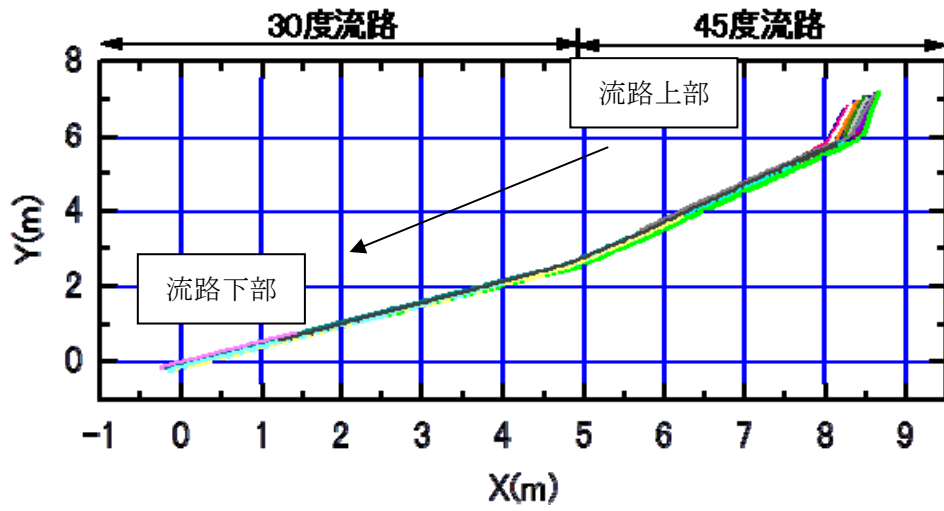


図 9.2.29 土砂模型の変位軌跡

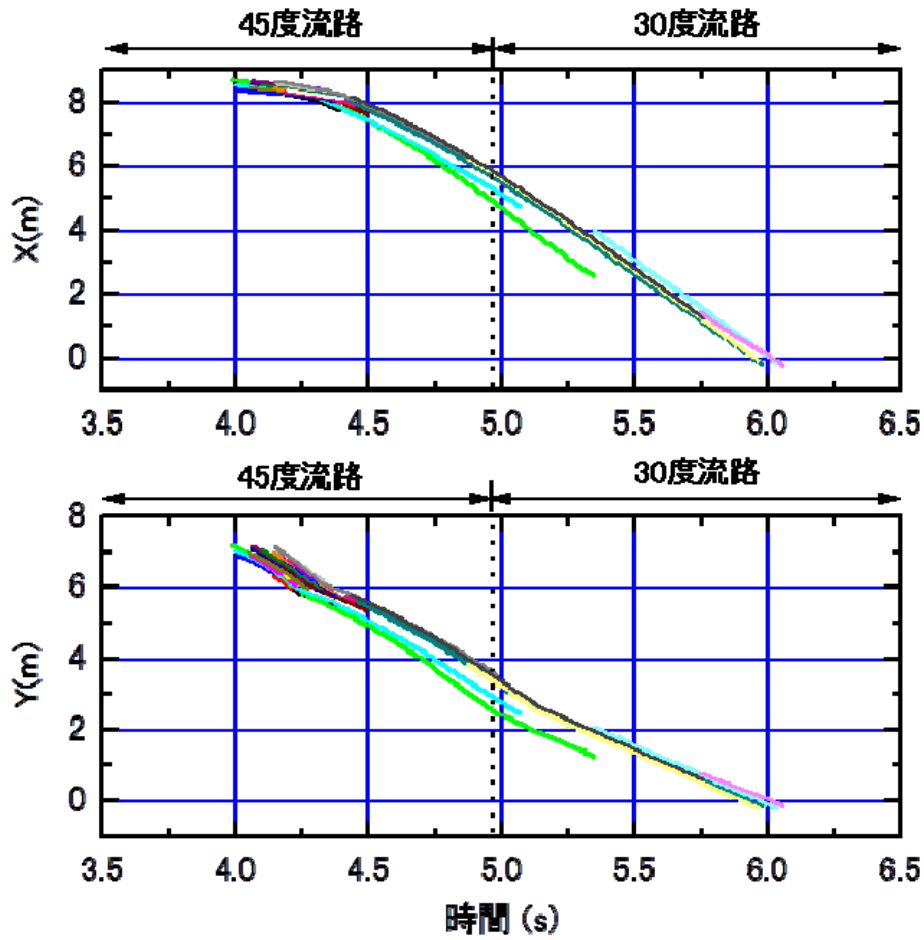


図 9.2.30 土砂模型の変位履歴

② 流路上

図 9.2.31 に解析に用いた標点の位置を示す。土砂の軌跡を解析するため複数の標点を用いた。その他の標点は座標固定のために用いた。

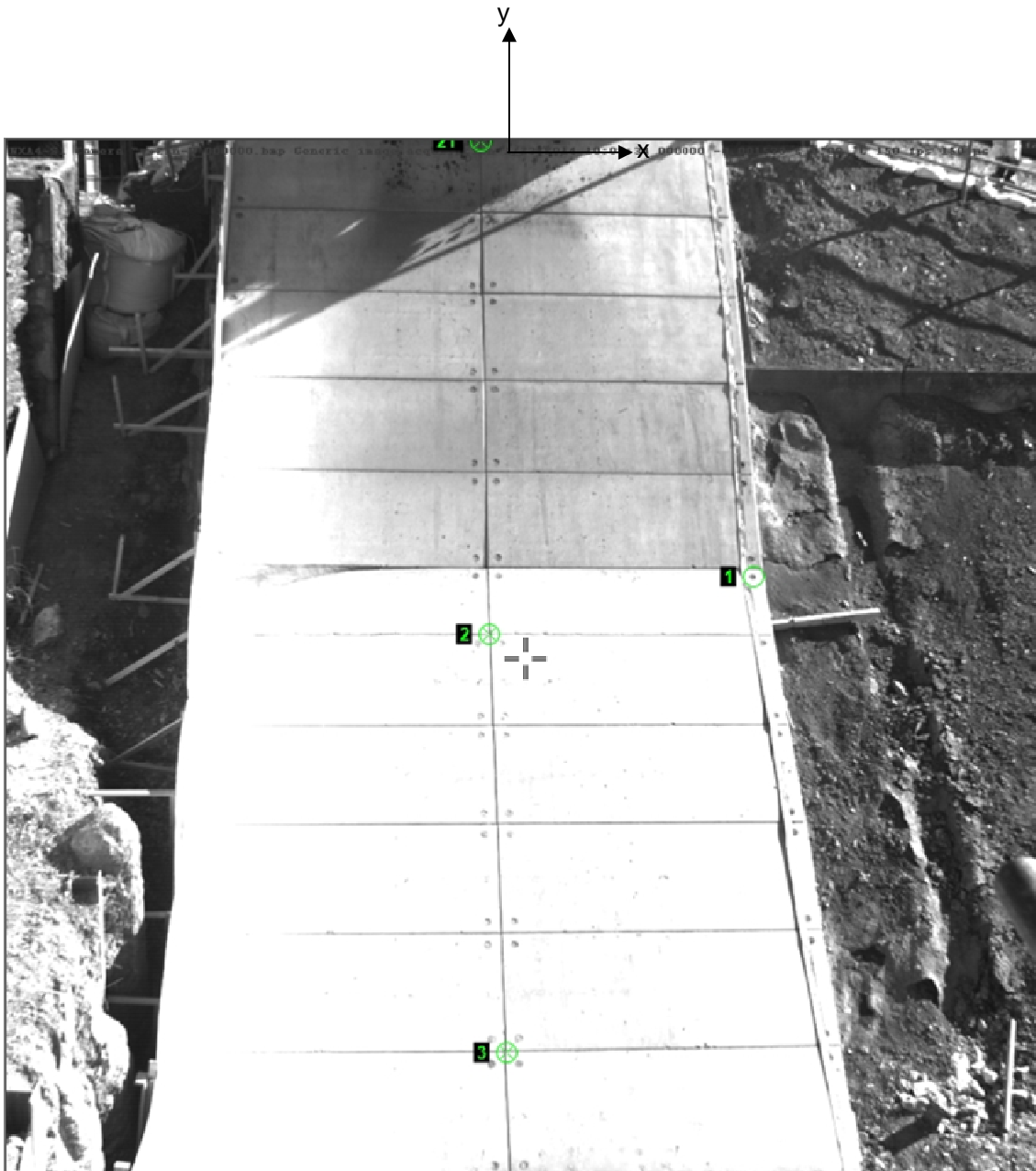


図 9.2.31 解析に用いた標点の位置

図 9.2.32 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.33 に土砂模型の変位履歴を示す。

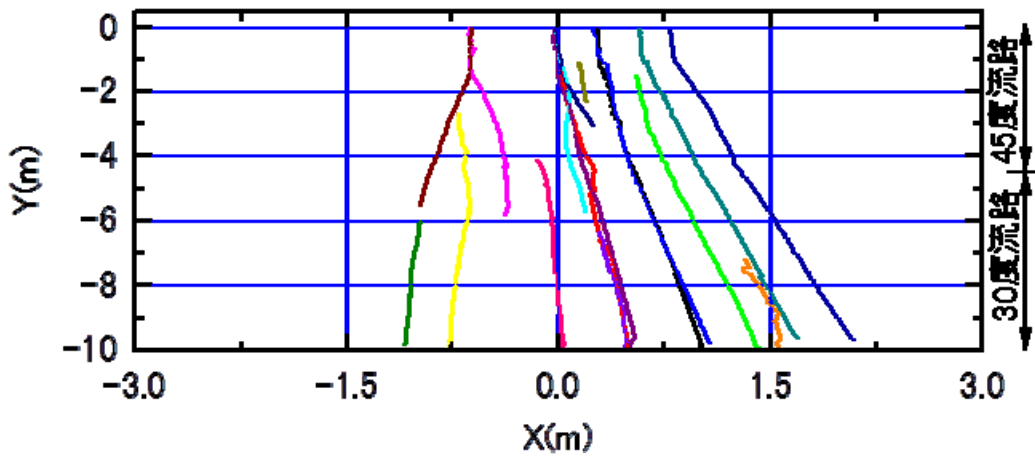


図 9.2.32 土砂模型の変位軌跡

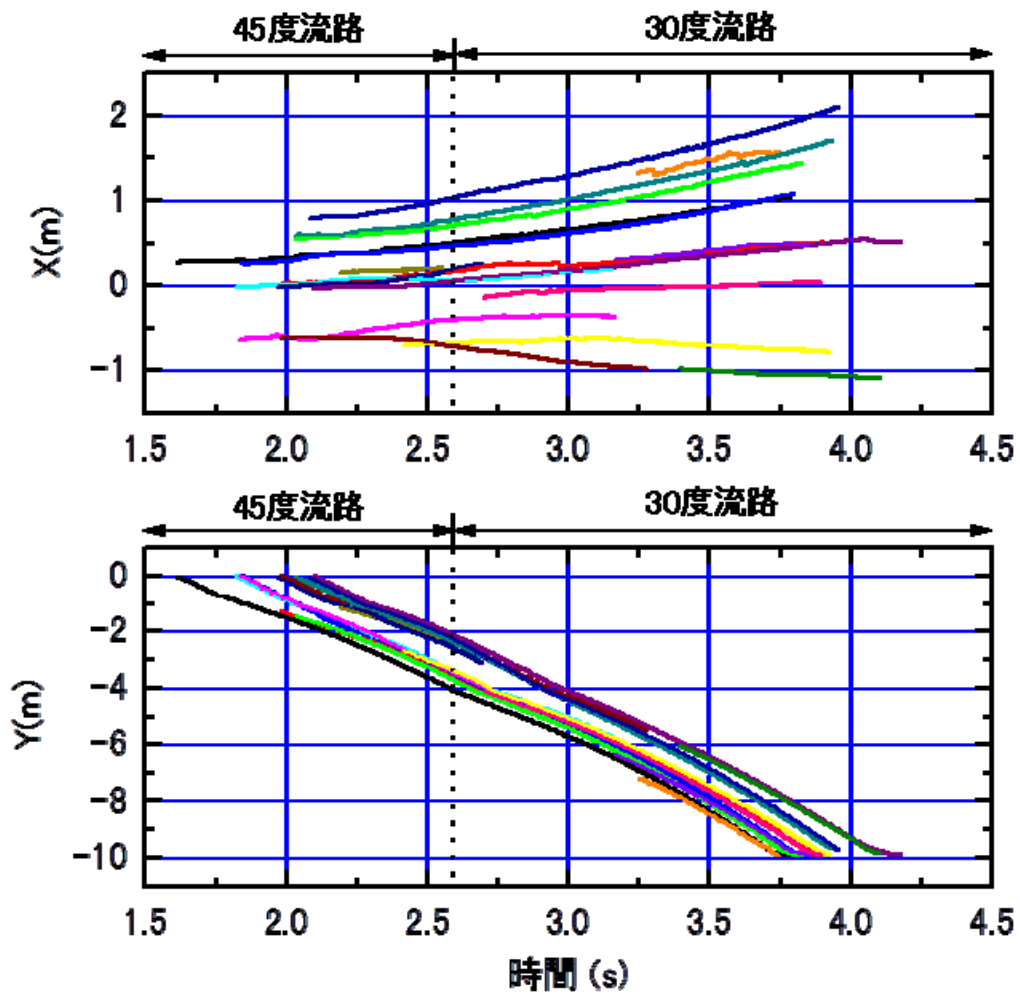


図 9.2.33 土砂模型の変位履歴

③ 平坦部上

図 9.2.34 に解析に用いた標点の位置を示す。岩塊の軌跡を解析するために複数の標点を用いた。全体座標は 30 度部と平坦部の境界である。

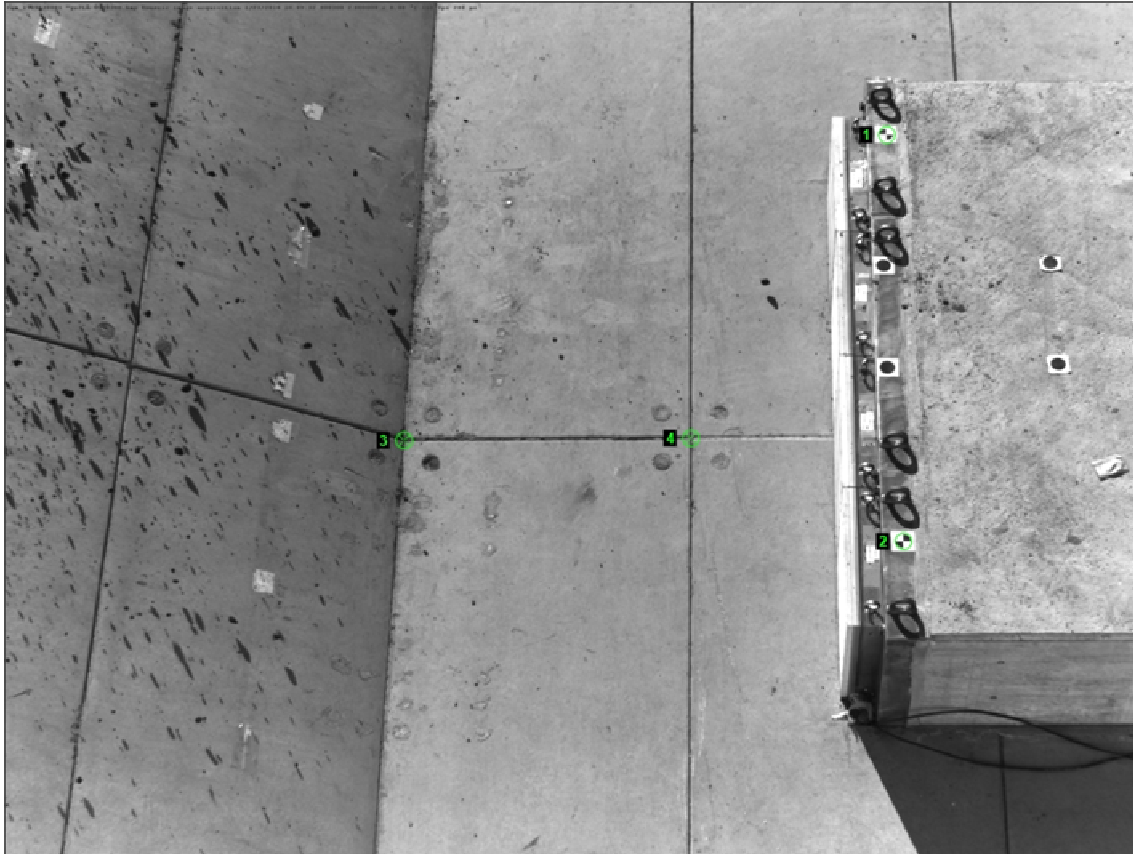


図 9.2.34 解析に用いた標点の位置

図 9.2.35 に土砂模型の変位軌跡、図 9.2.36 に土砂模型の変位履歴を示す。

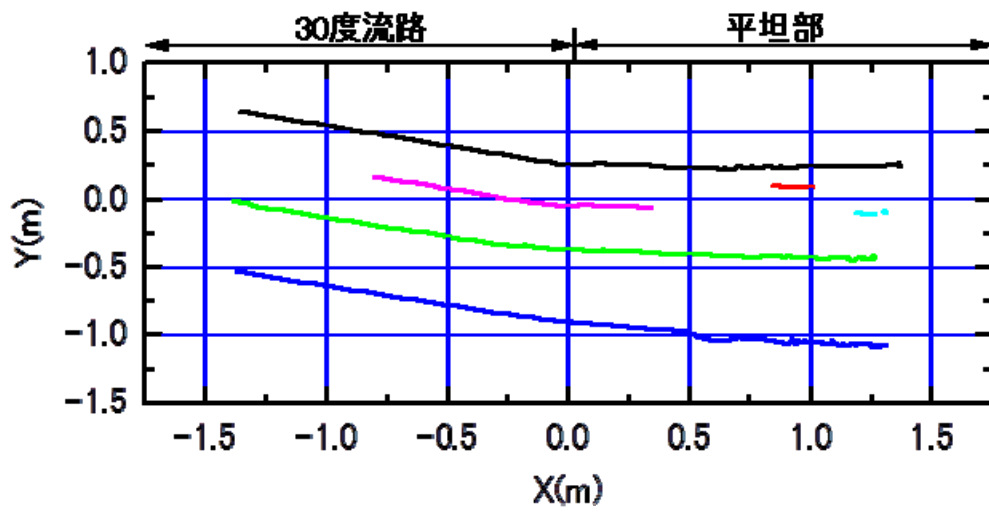


図 9.2.35 土砂模型の変位軌跡

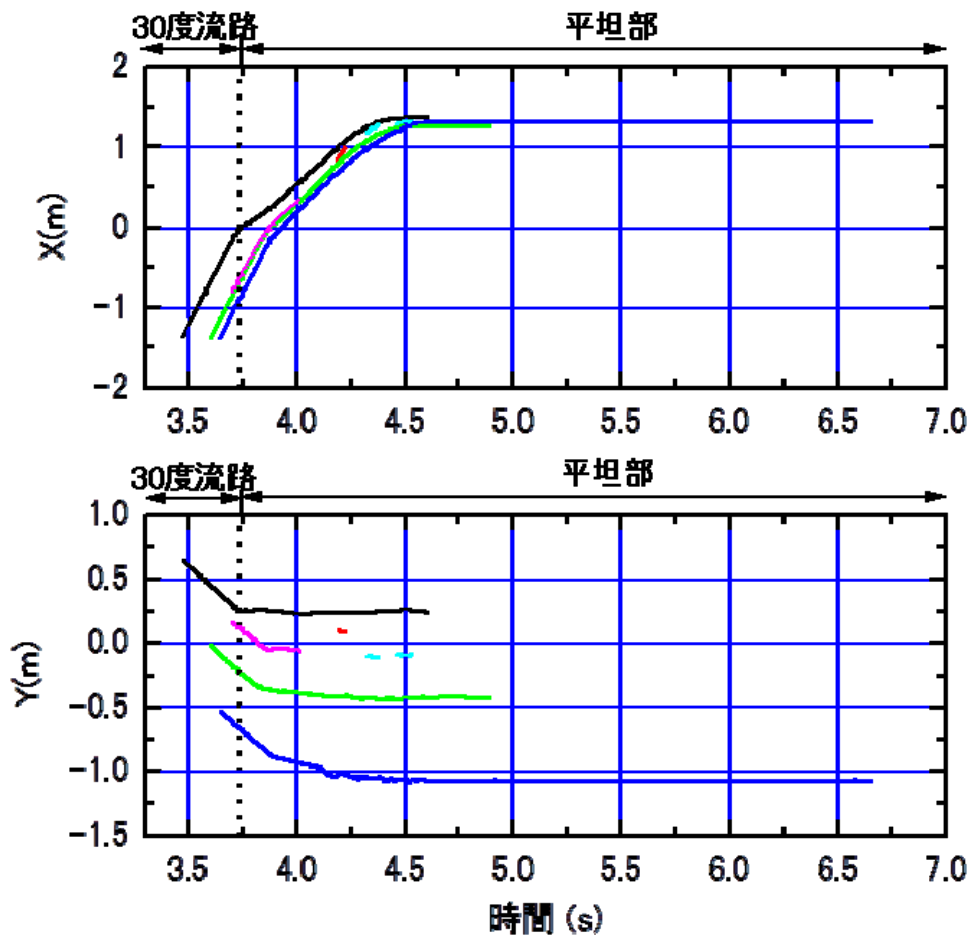


図 9.2.36 土砂模型の変位履歴

図 9.2.37～図 9.2.54 に碎石の流動の様子を示す。



図 9.2.37 流動の様子 (0.0 秒後)



図 9.2.38 流動の様子 (2.0 秒後)



図 9.2.39 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.40 流動の様子 (6.0 秒後)



図 9.2.41 流動の様子 (8.7 秒後)

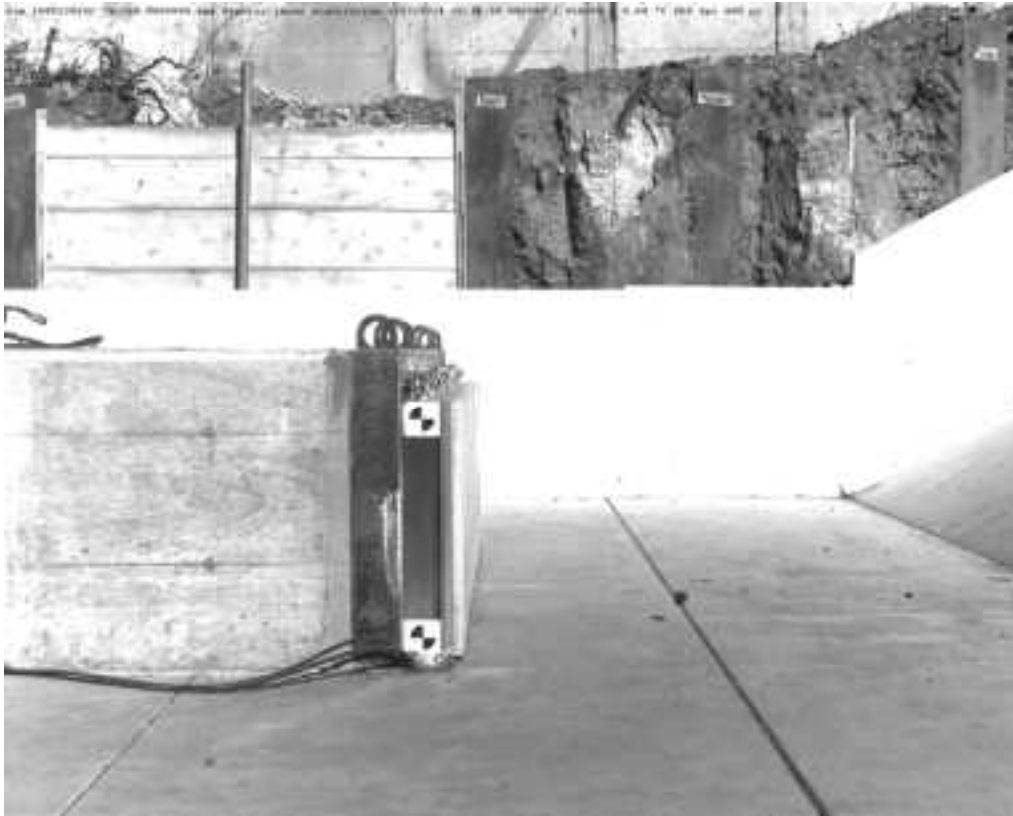


図 9.2.42 流動の様子 (0.0 秒後)

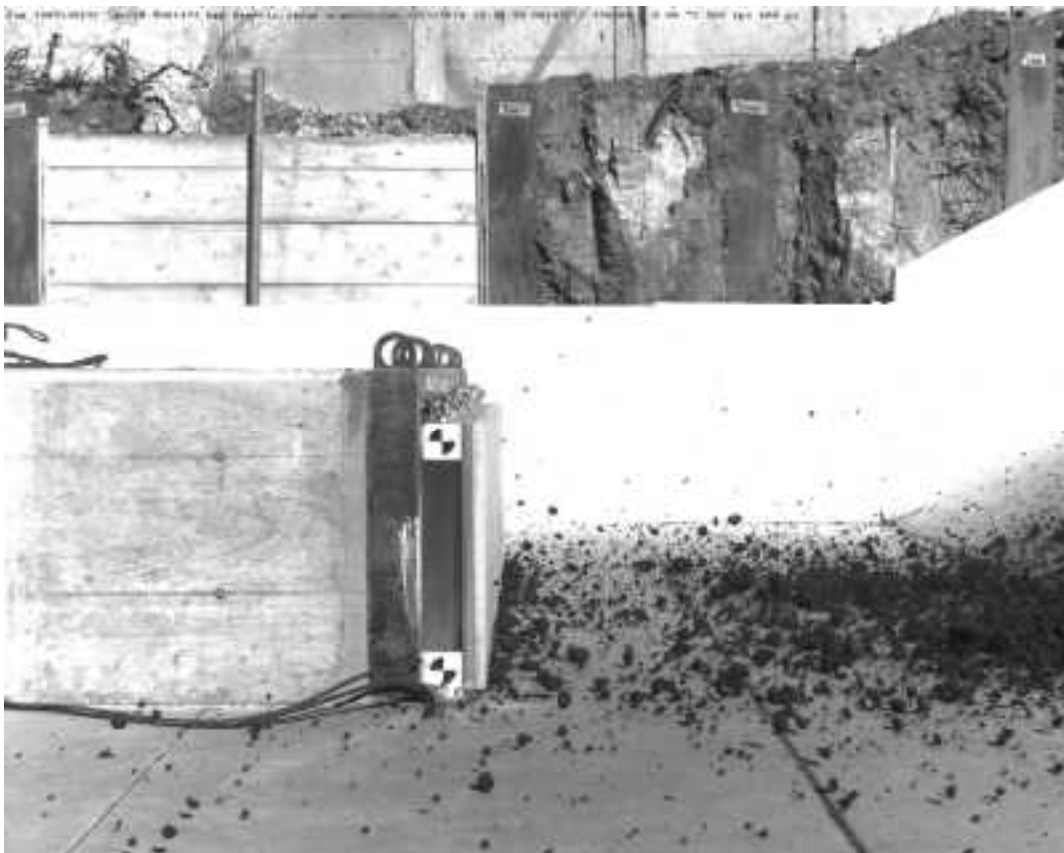


図 9.2.43 流動の様子 (1.0 秒後)

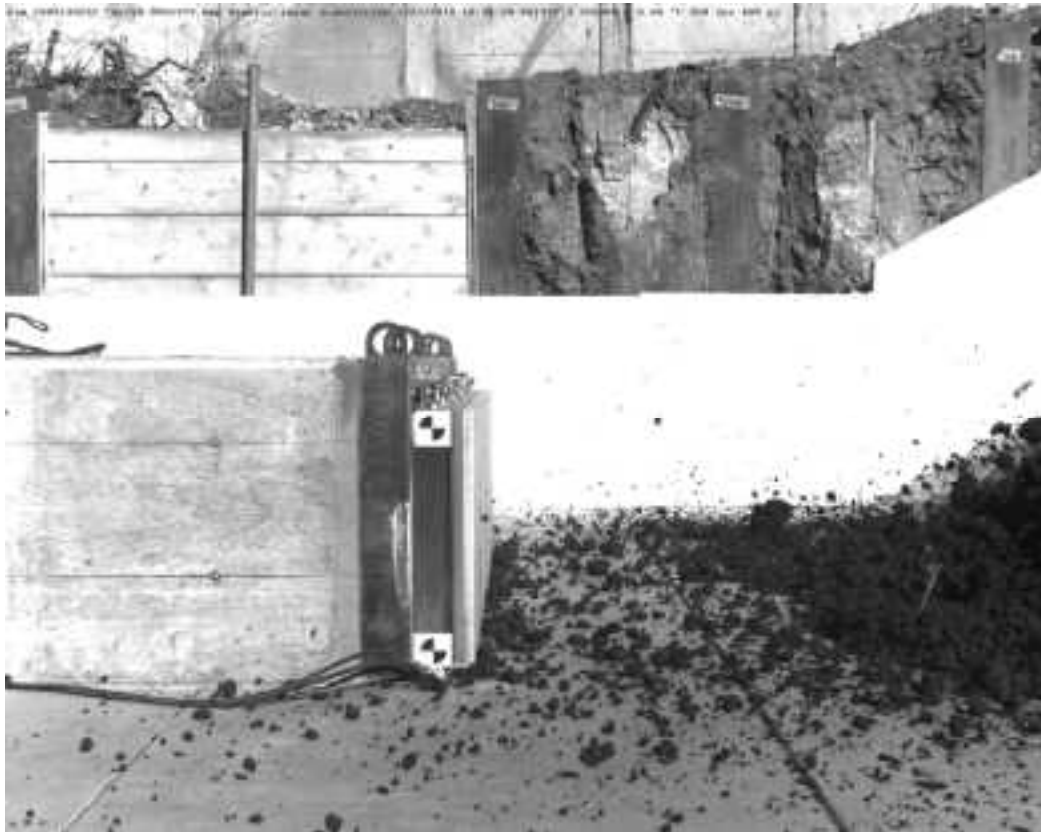


図 9.2.44 流動の様子 (2.0 秒後)

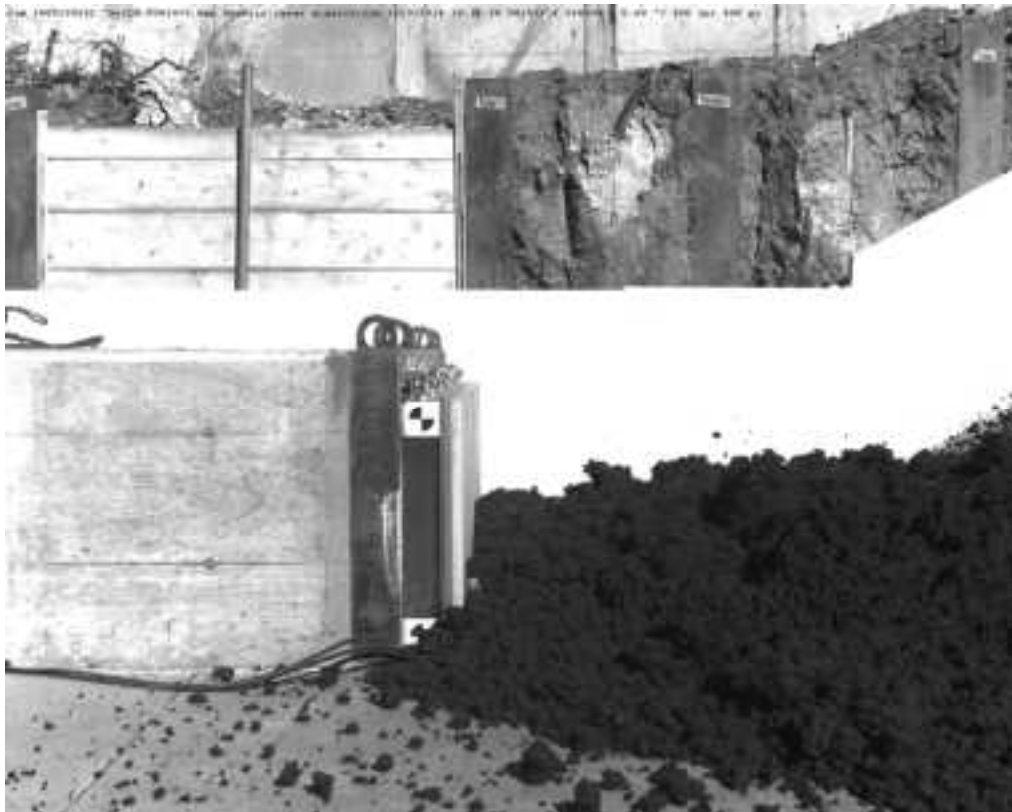


図 9.2.45 流動の様子 (3.0 秒後)

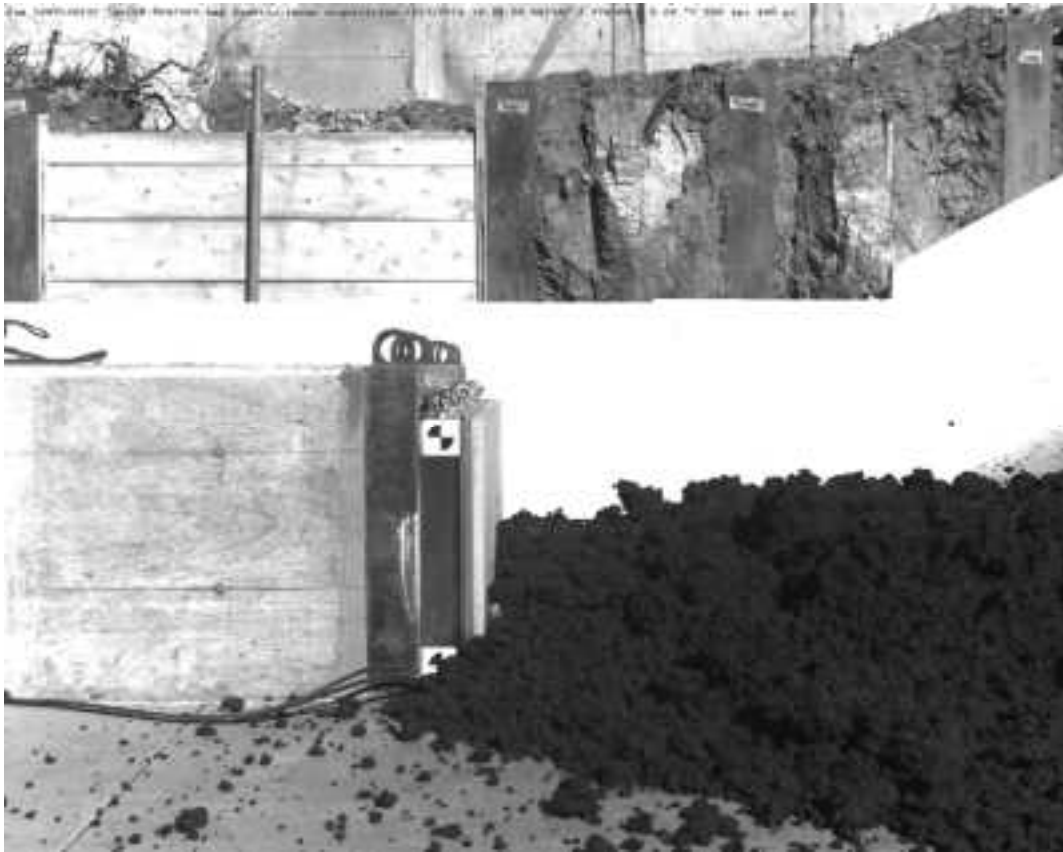


図 9.2.46 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.47 流動の様子 (0.0 秒後)

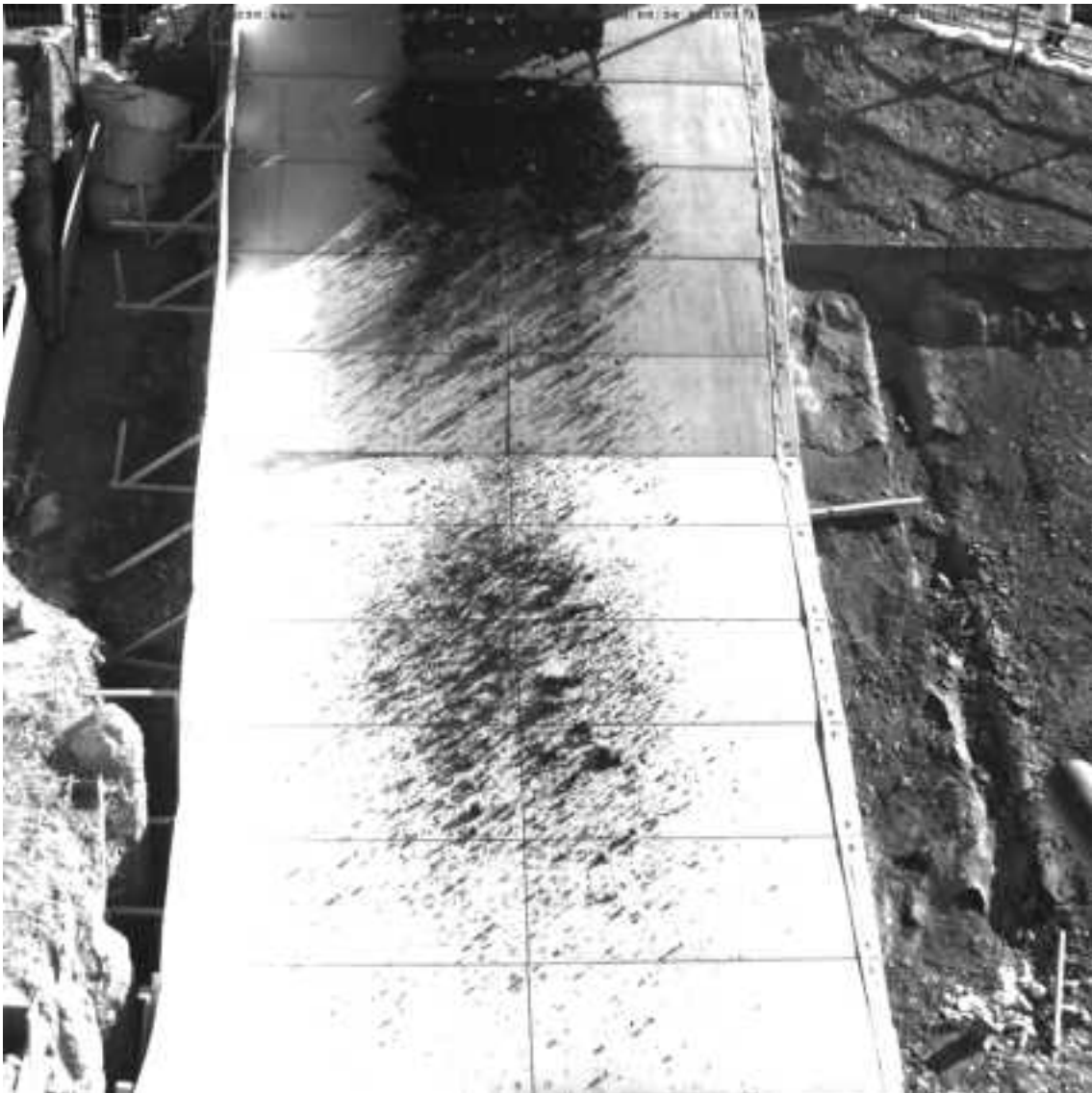


図 9.2.48 流動の様子 (2.0 秒後)



図 9.2.49 流動の様子 (4.0 秒後)



図 9.2.50 流動の様子 (6.0 秒後)



図 9.2.51 流動の様子 (0.0 秒後)

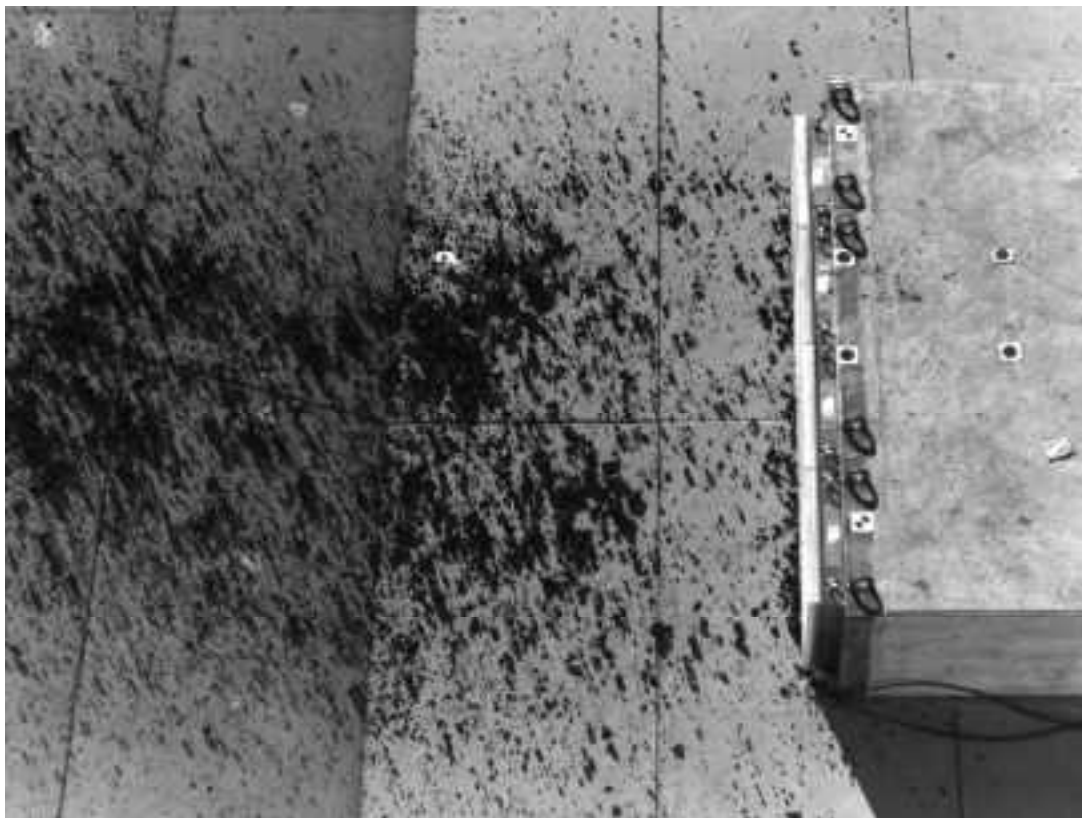


図 9.2.52 流動の様子 (1.0 秒後)



図 9.2.53 流動の様子 (2.0 秒後)



図 9.2.54 流動の様子 (4.6 秒後)