

### 9. 2. 3 岩塊単体（標点有）

本節では、岩塊単体（標点有）の解析結果（17 ケース）について示す。

#### （1） No. 5 球形 20cm

##### ① 流路横

図 9. 2. 55 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9. 2. 55 解析に用いた標点の位置

図 9.2.56 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

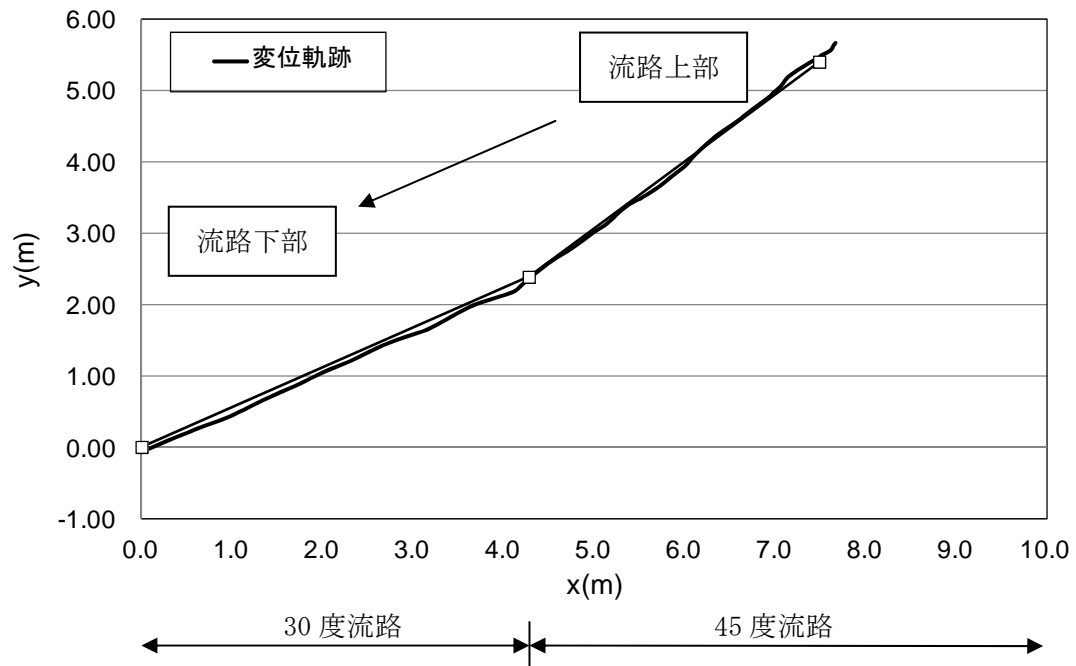


図 9.2.56 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.57 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45 度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30 度流路部では y 方向の落下速度が低下する挙動を示した。

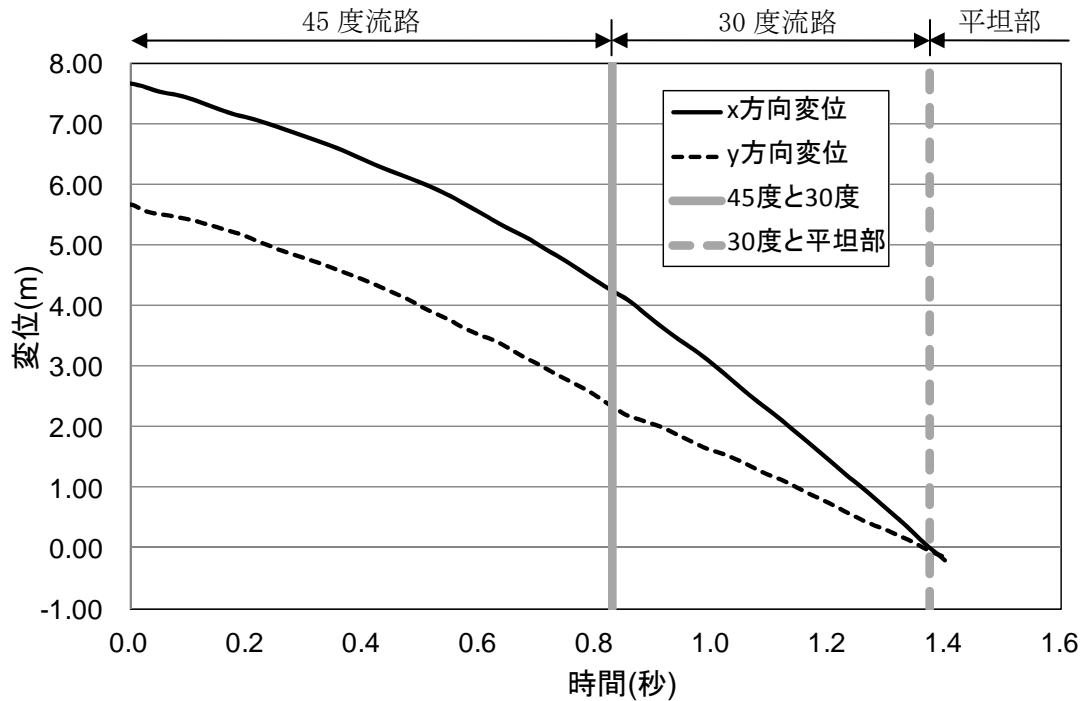


図 9.2.57 (a) 岩塊模型の変位履歴

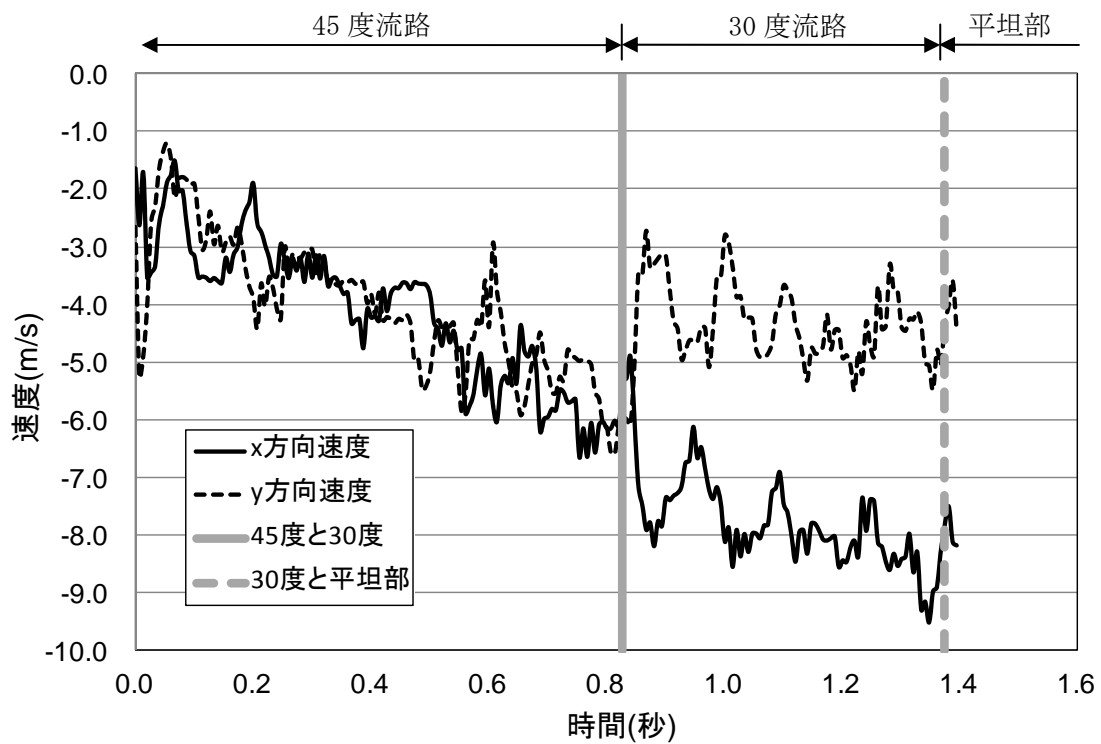


図 9.2.57 (b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.58 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、30 度流路部では速度の増減を繰り返す挙動を示した。

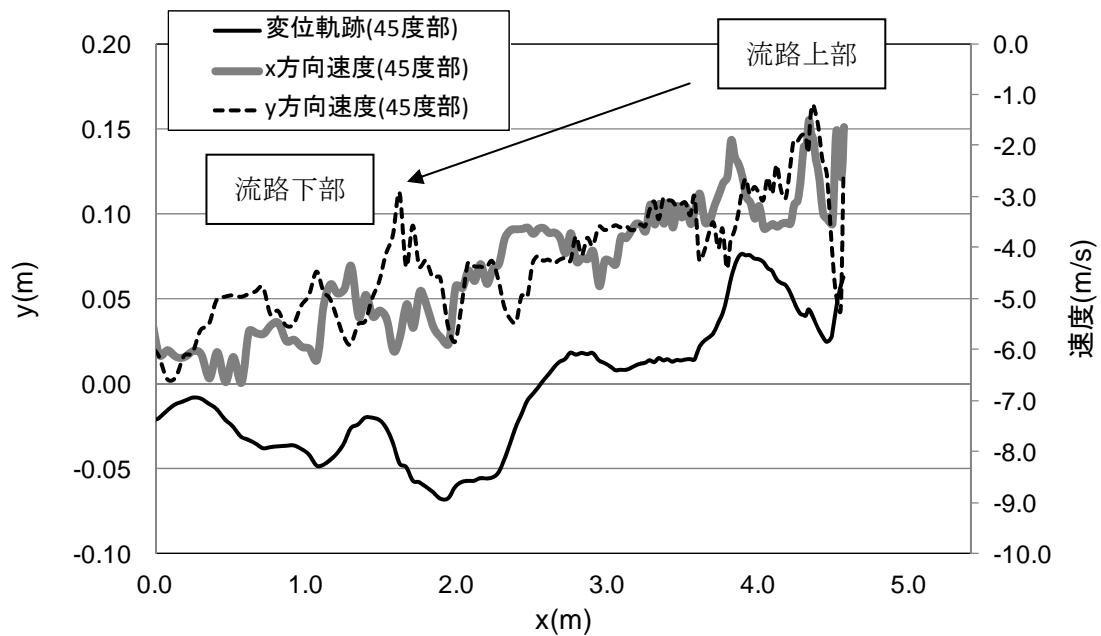


図 9.2.58(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

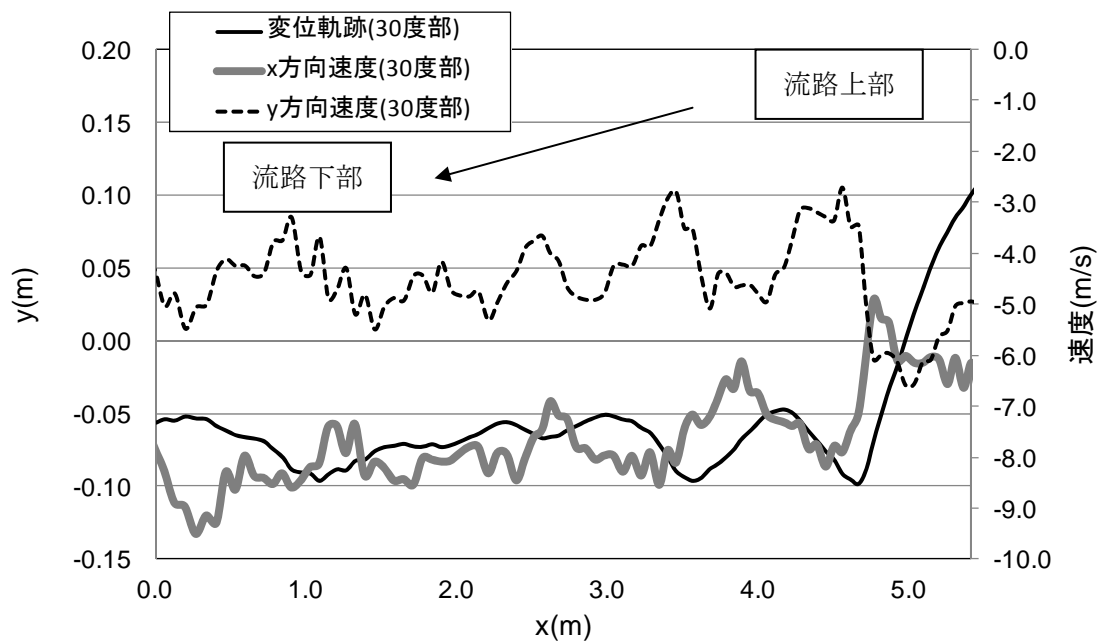


図 9.2.58(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.59 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

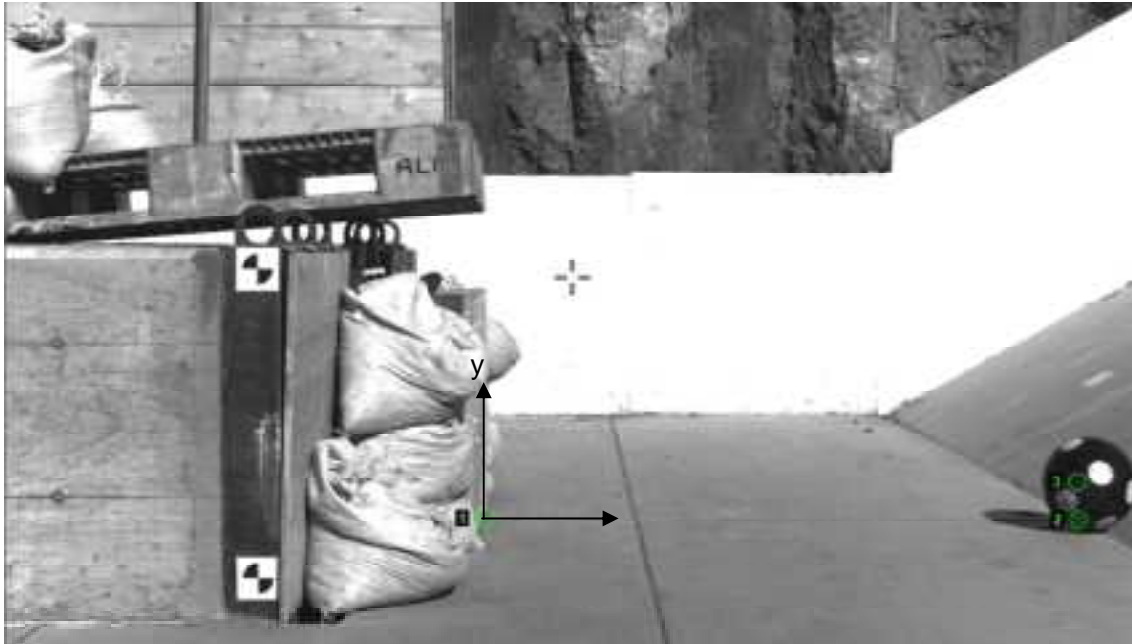


図 9.2.59 解析に用いた標点の位置

図 9.2.60 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

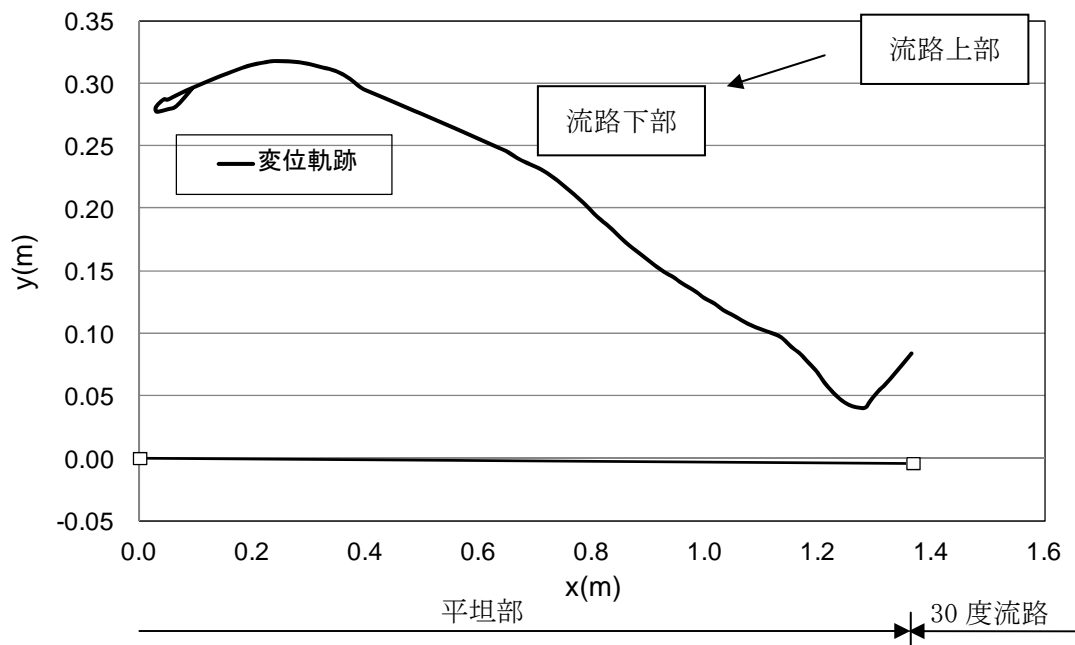


図 9.2.60 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.61 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度低下が生じたのち、流路下流に向かって速度は上がり、y 方向成分は速度が上がり、両成分ともロードセル衝突時に大きく速度変化が見られた。なお、ロードセル衝突時間は 0.15 秒付近である。

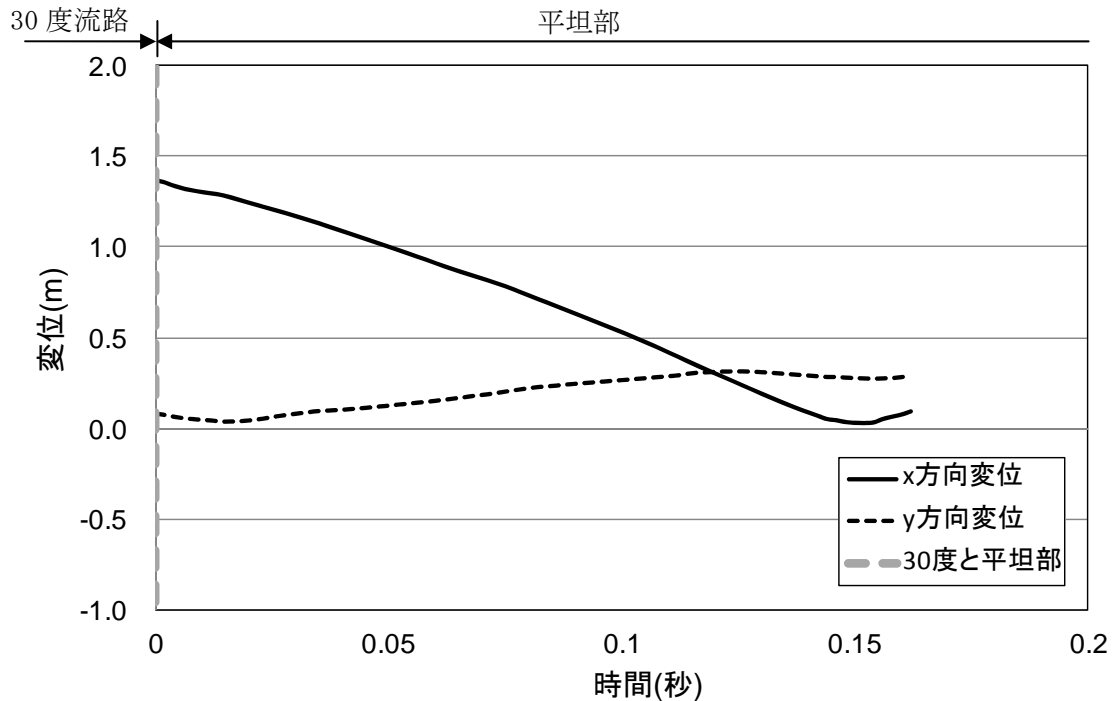


図 9.2.61(a) 岩塊模型の変位履歴

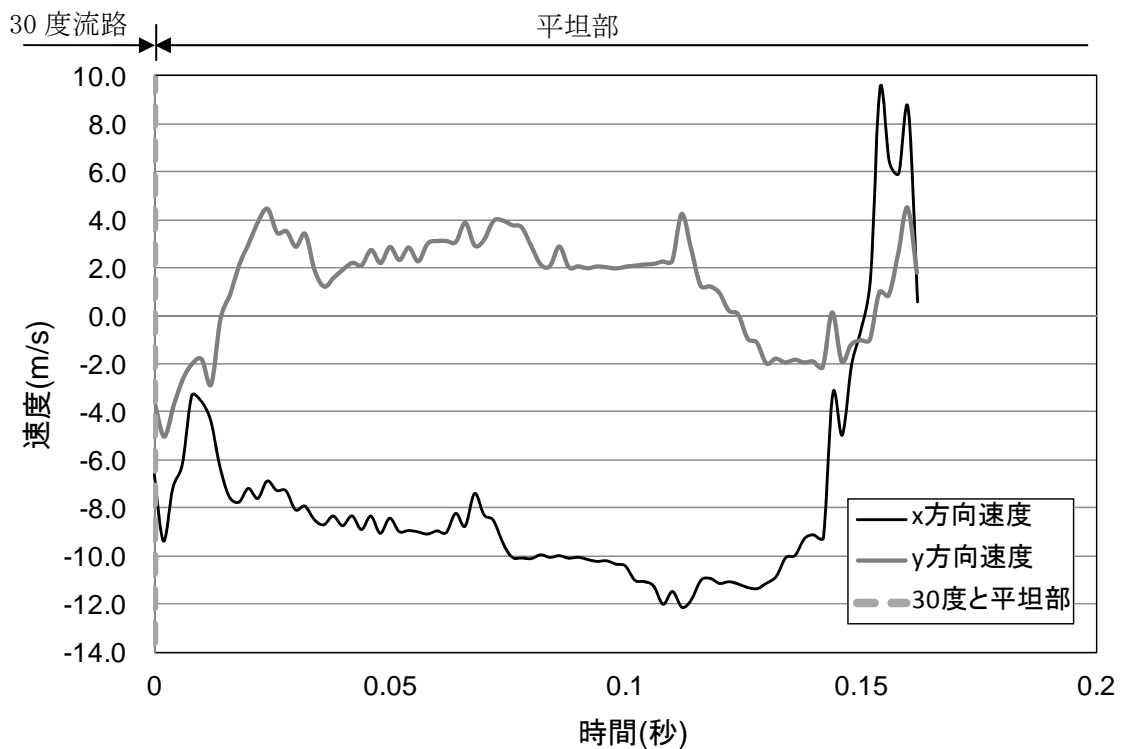


図 9.2.61(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.62 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束する傾向を示した。

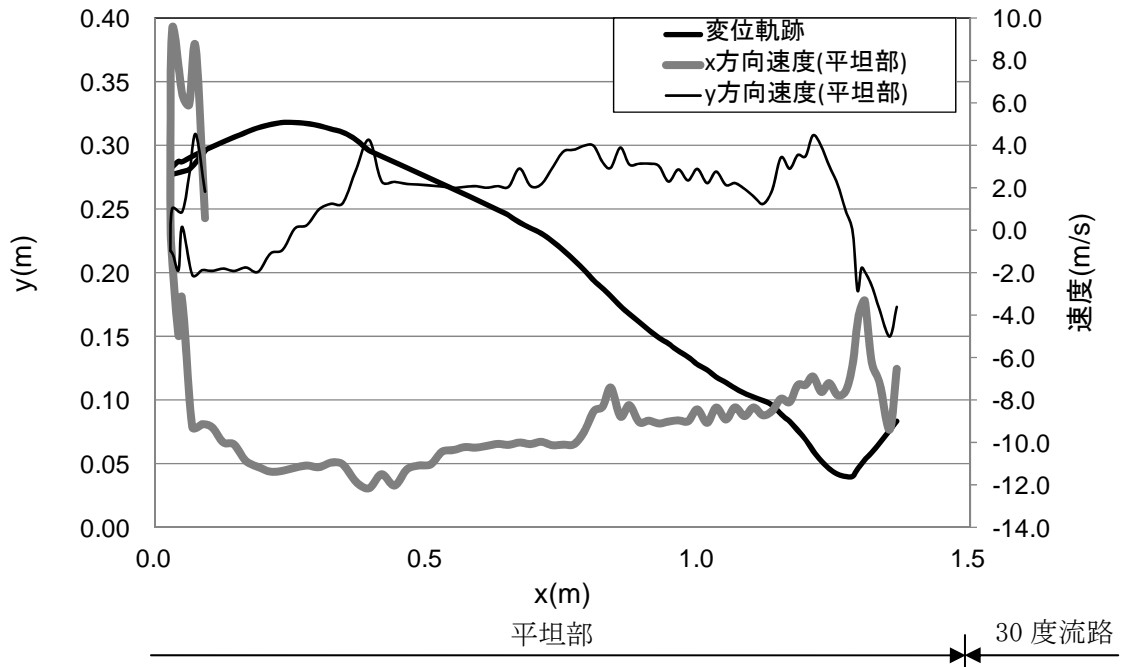


図 9.2.62 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.63 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

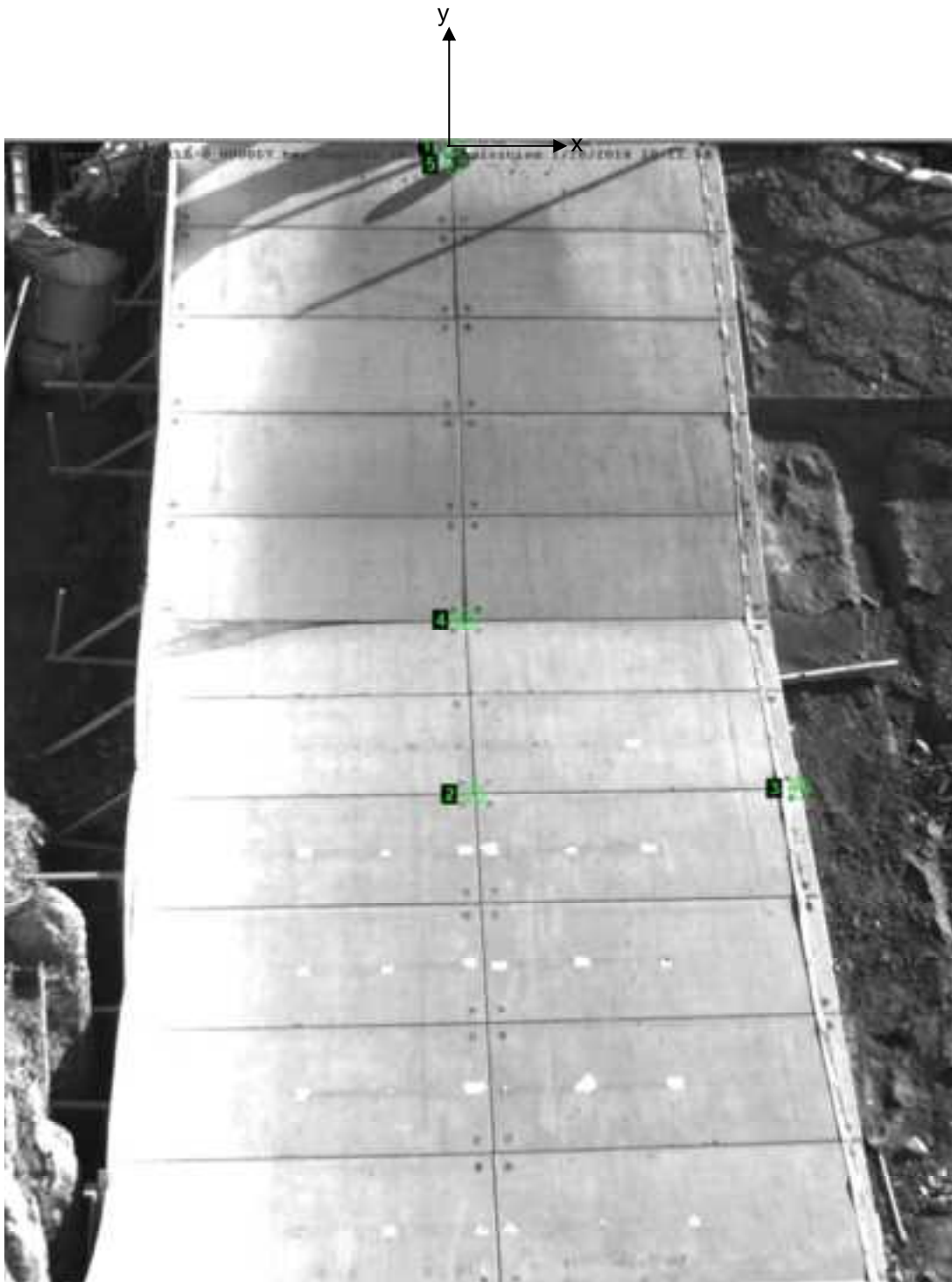


図 9.2.63 解析に用いた標点の位置



図 9. 2. 64 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

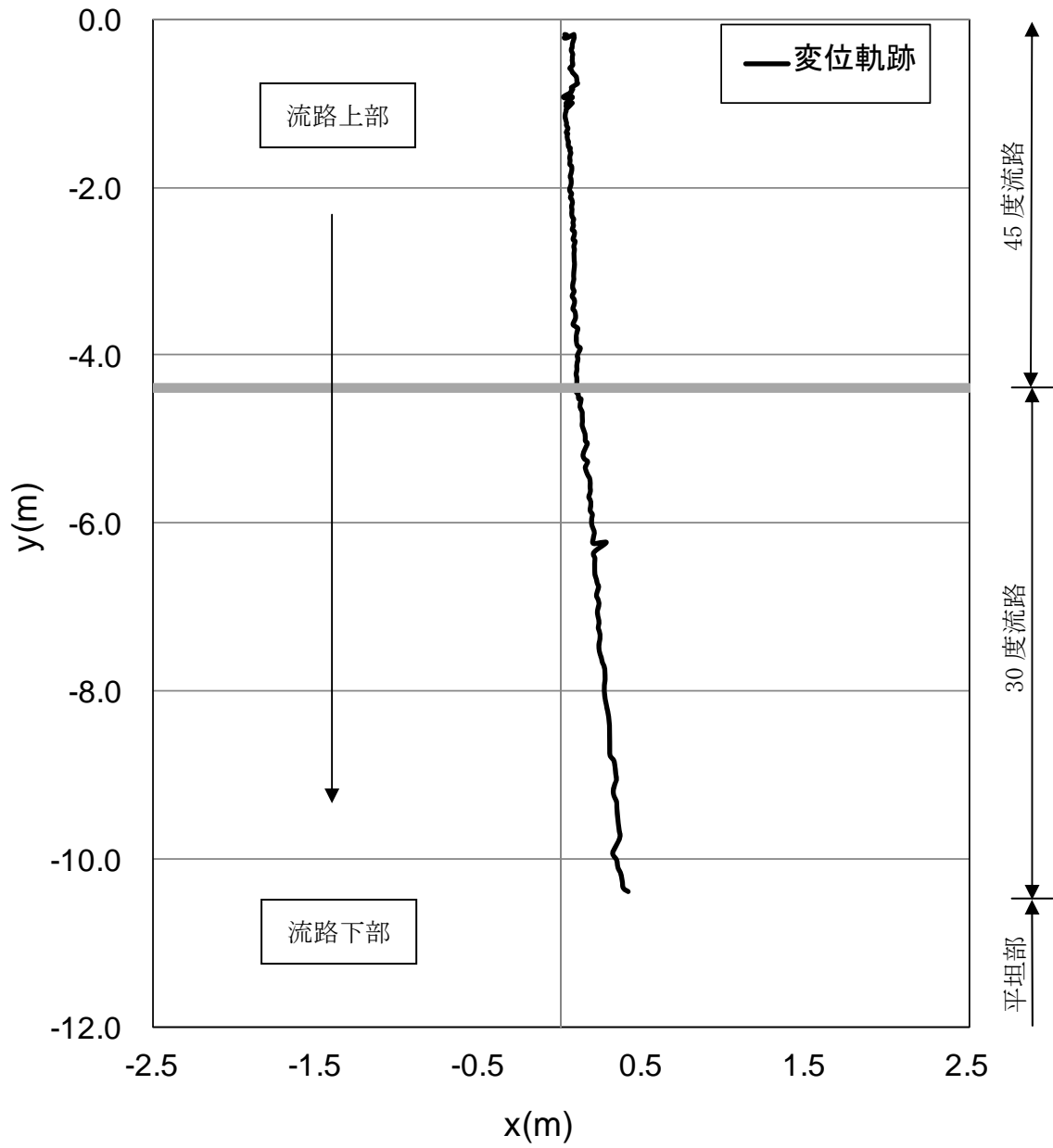


図 9. 2. 64 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.66 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

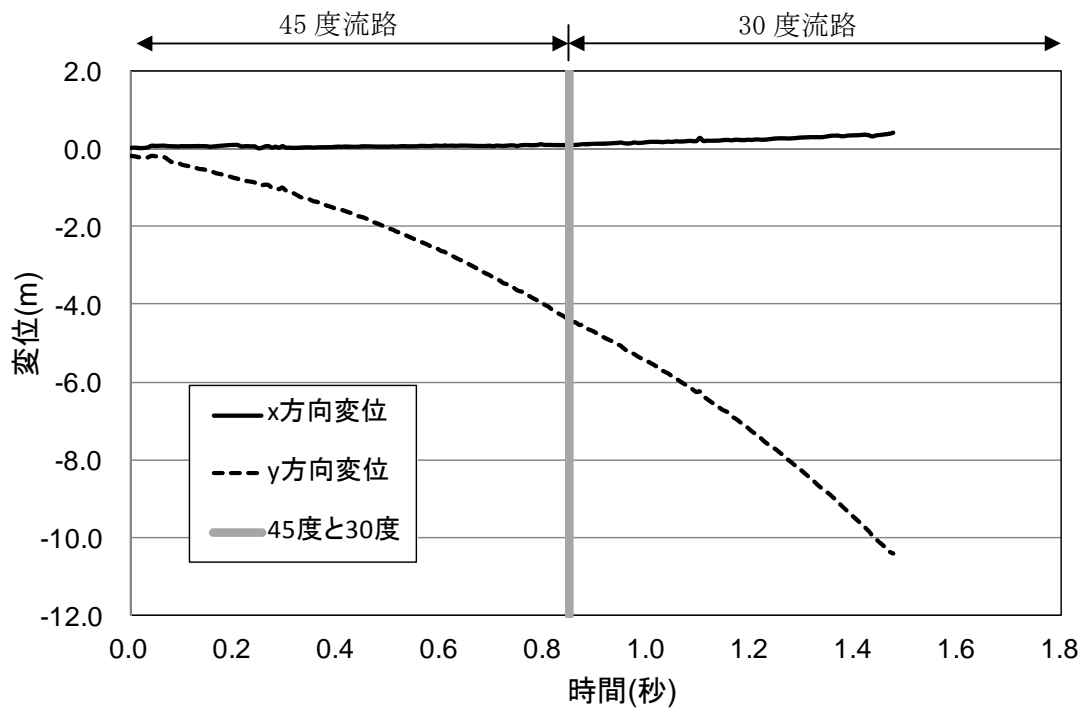


図 9.2.66(a) 岩塊模型の変位履歴

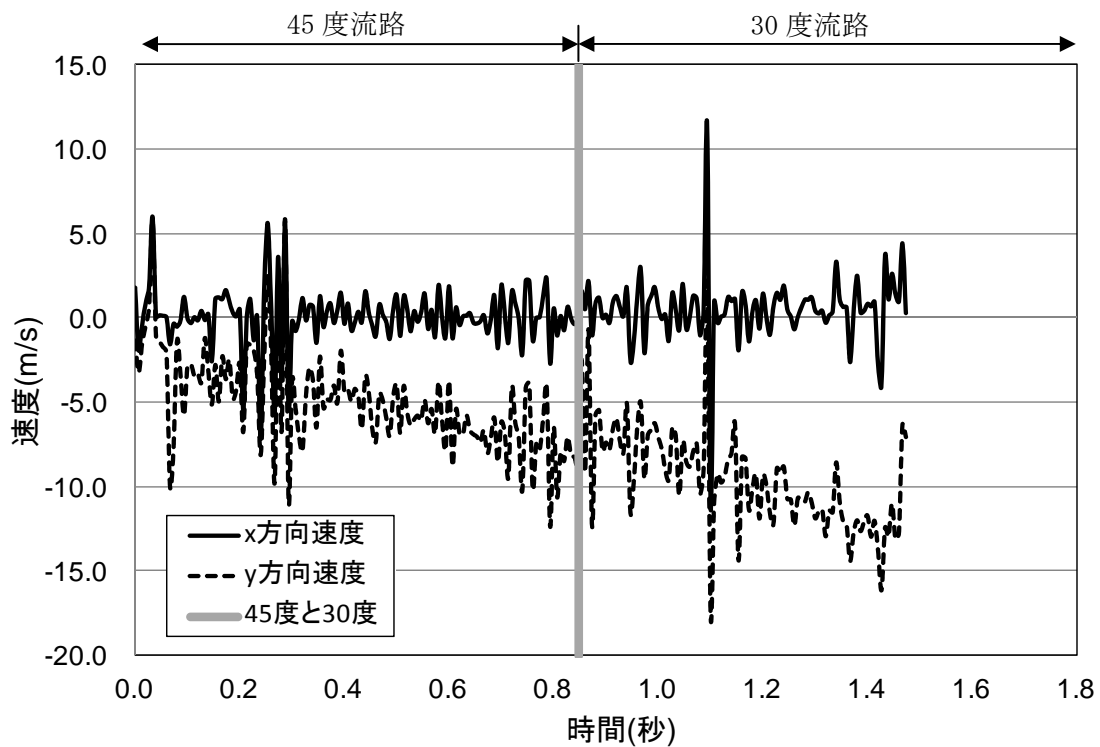


図 9.2.66(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.67 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

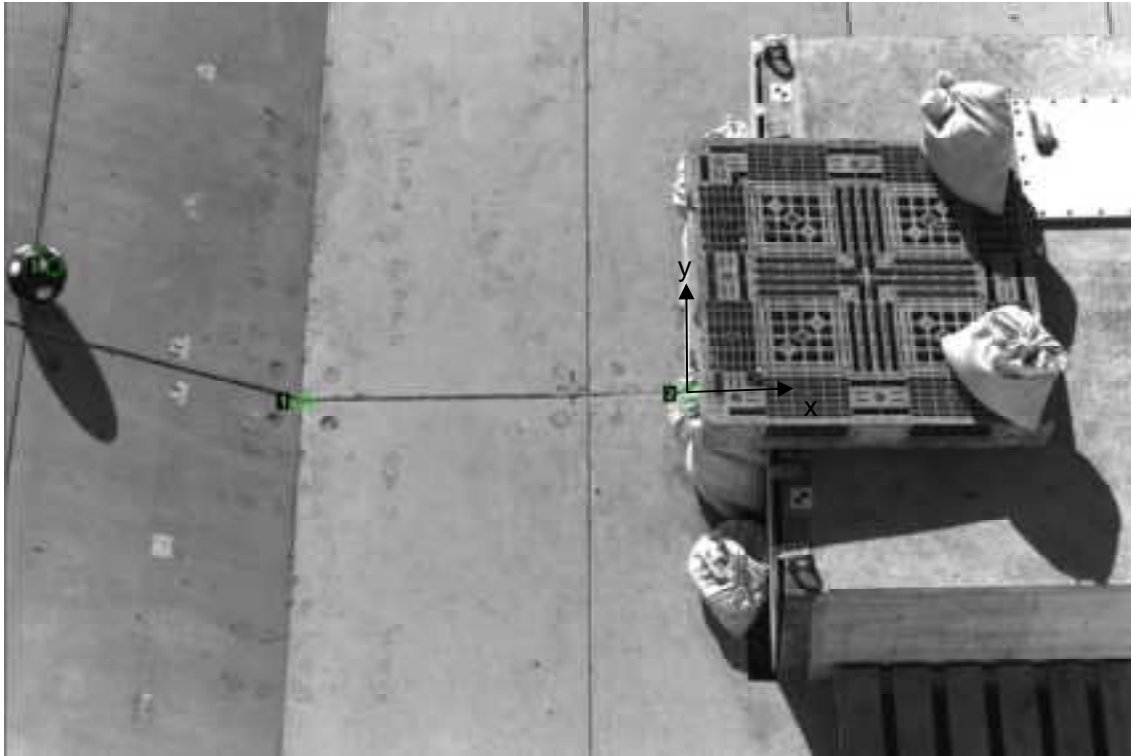


図 9.2.67 解析に用いた標点の位置

図 9.2.68 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

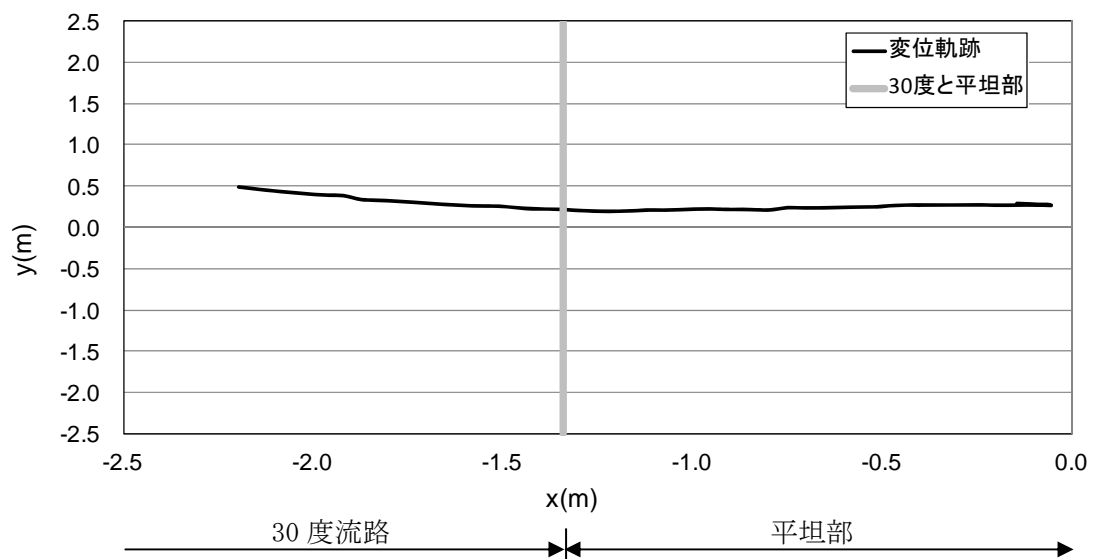


図 9.2.68 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 69 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時に急激な速度低下を示した。

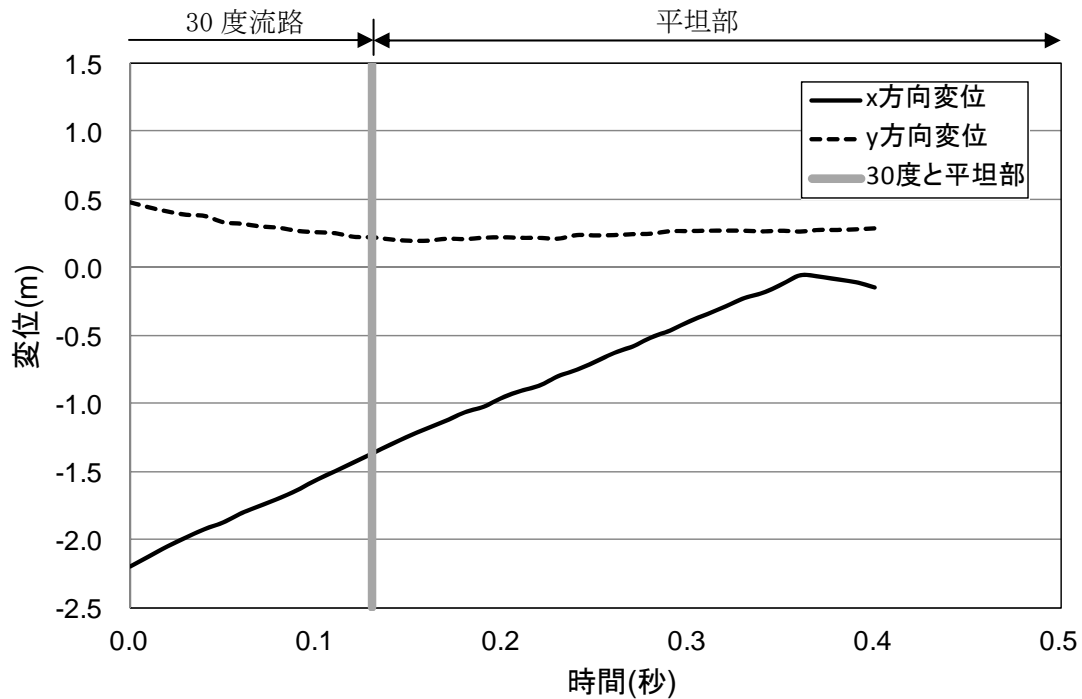


図 9. 2. 69(a) 岩塊模型の変位履歴

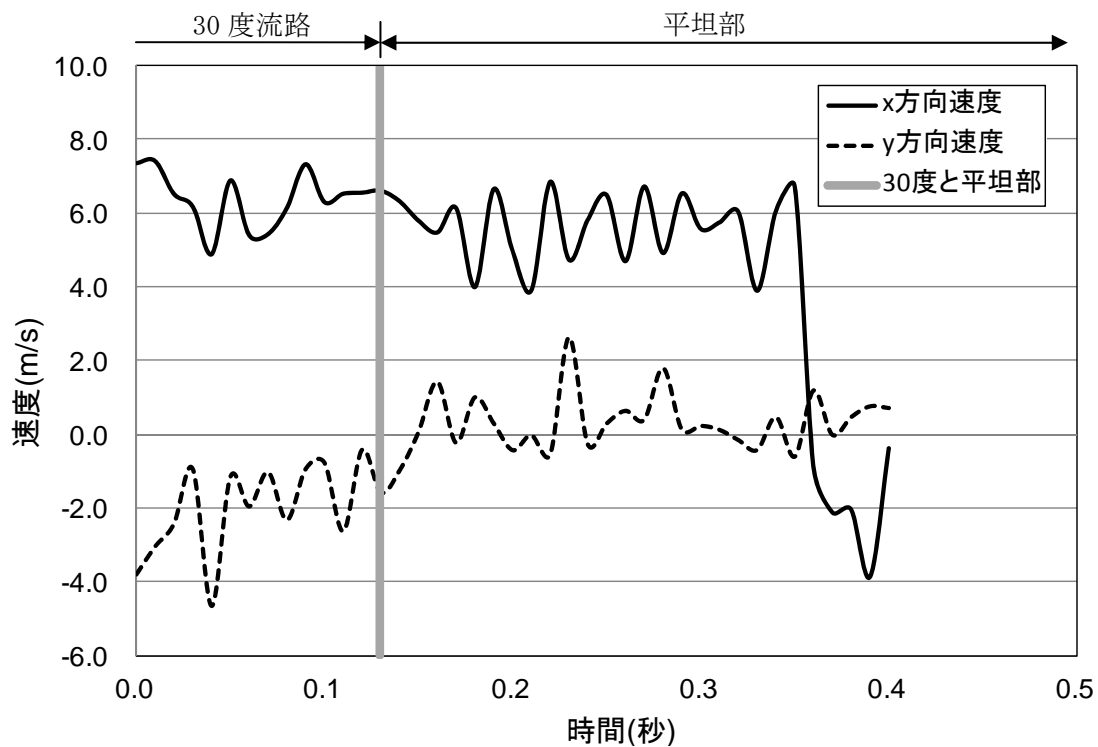


図 9. 2. 69(b) 岩塊模型の速度履歴

(2) No. 6 球形 20cm

① 流路横

図 9.2.70 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.70 解析に用いた標点の位置

図 9.2.71 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

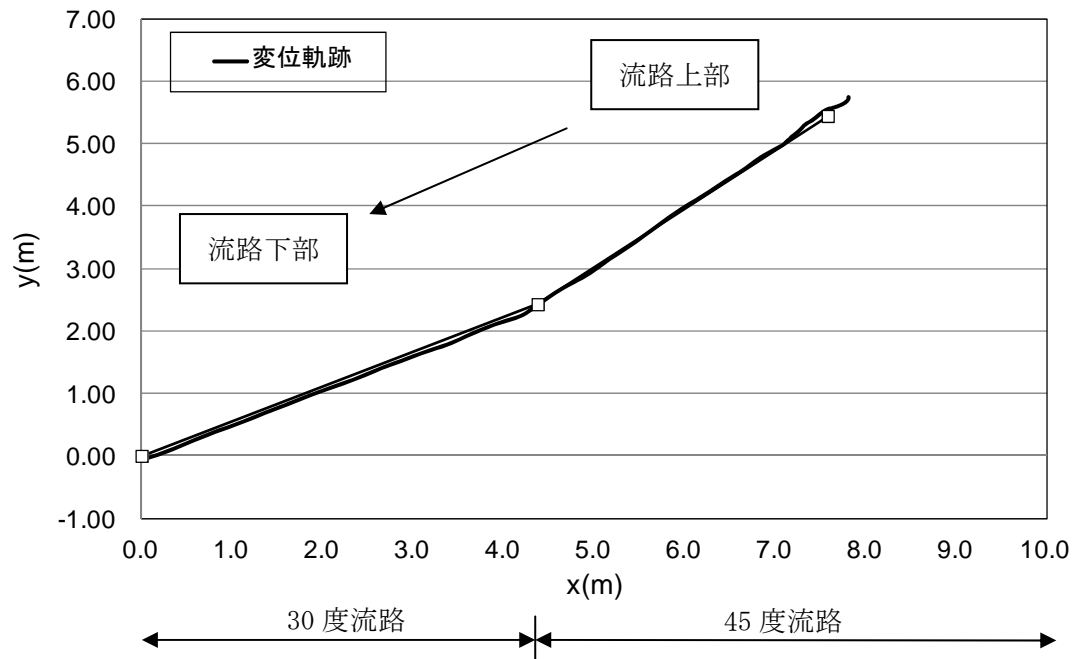


図 9.2.71 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.72 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45 度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30 度流路部では y 方向の落下速度が低下する挙動を示した。

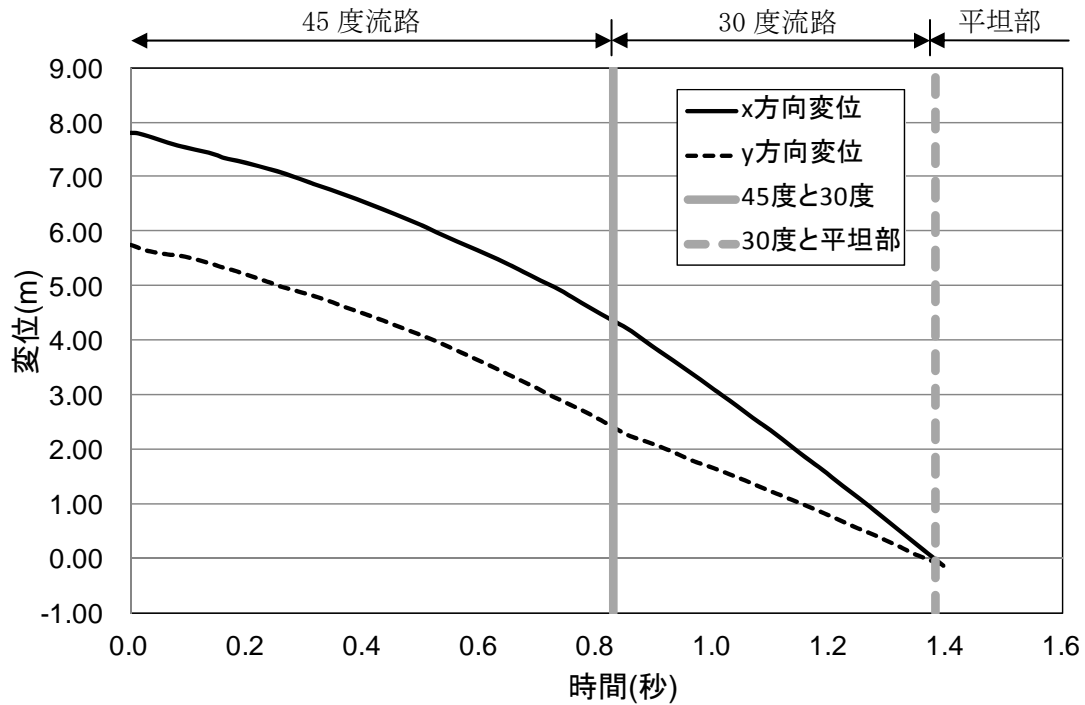


図 9.2.72 (a) 岩塊模型の変位履歴

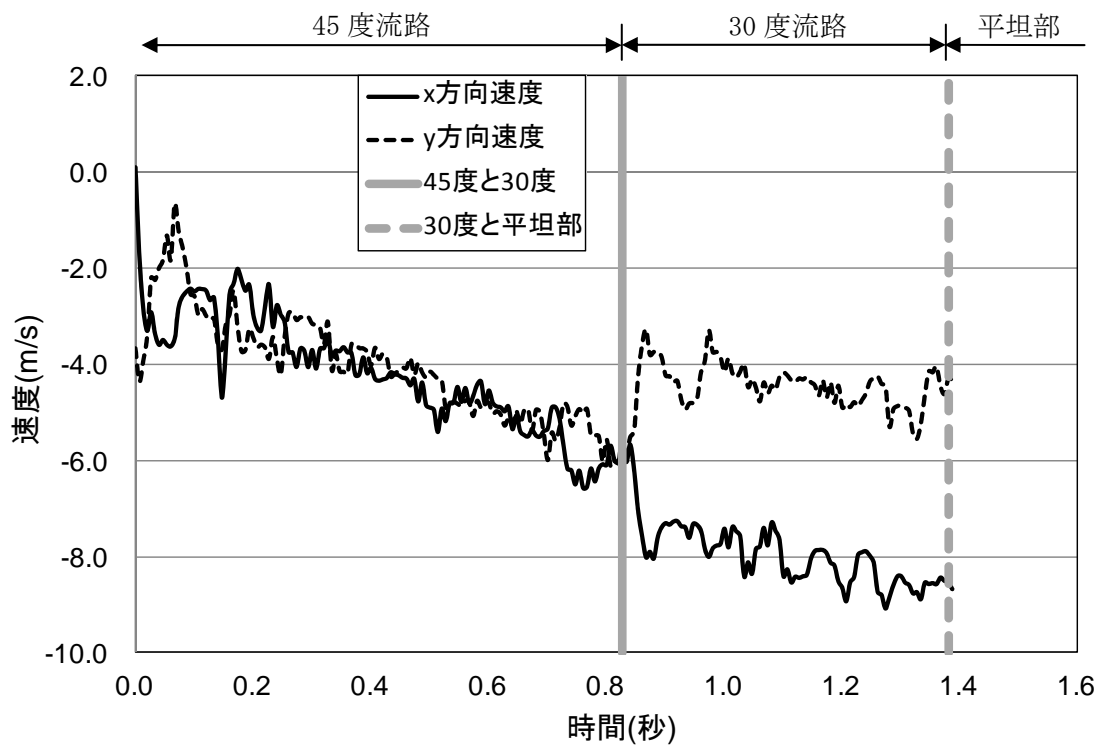


図 9.2.73 (b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.74 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、45 度流路部と 30 度流路部の境界付近では速度が低下し、その後は目立った速度変化は見られなかった。

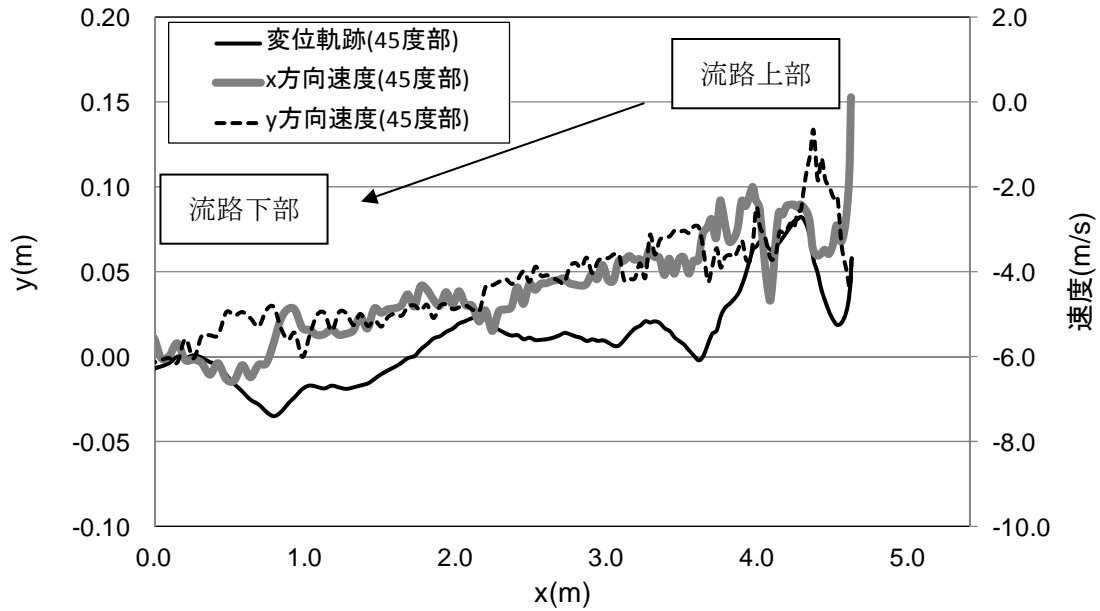


図 9.2.74(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

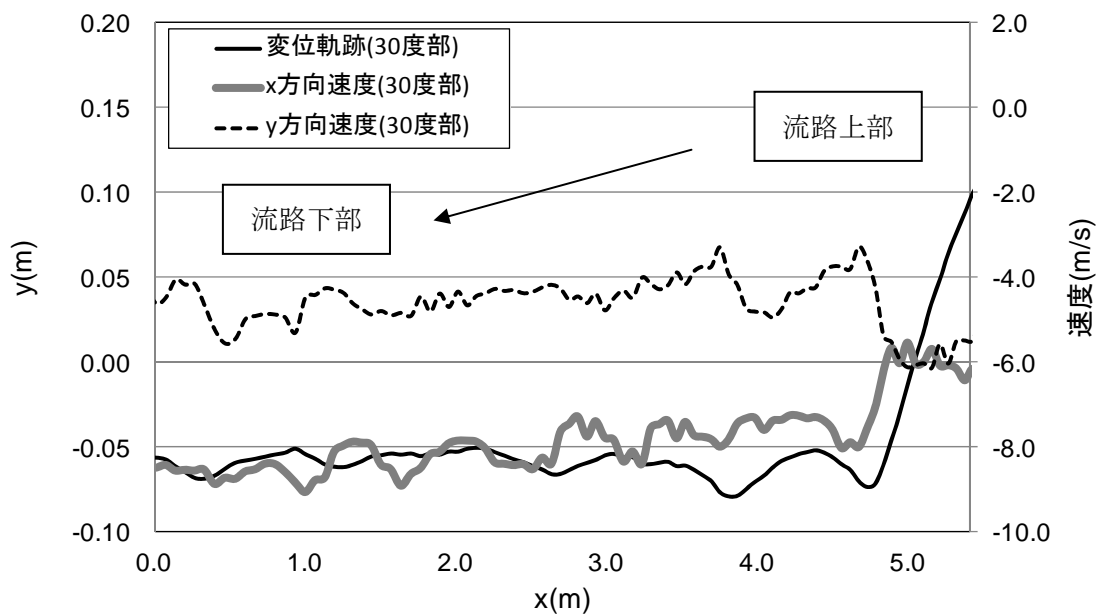


図 9.2.74(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡



② 平坦部横

図 9.2.75 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

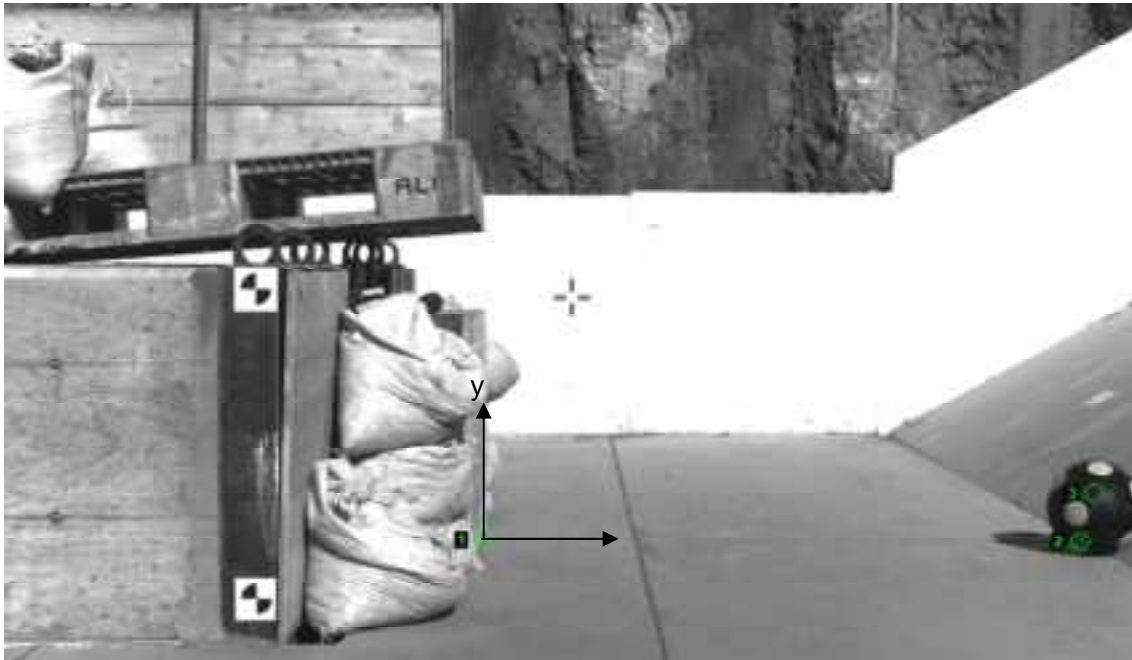


図 9.2.75 解析に用いた標点の位置

図 9.2.76 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

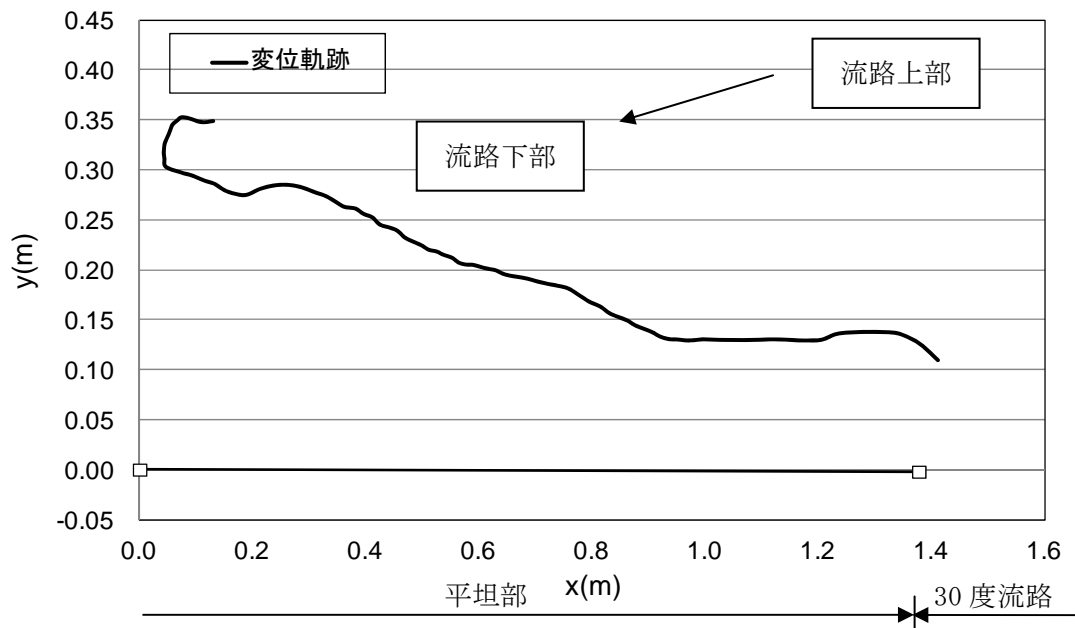


図 9.2.76 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.77 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度が上がったのち、流路下流に向かって速度が増減を繰り返し、y 方向成分は速度が下がったのち、再び速度が上がった。ロードセル衝突時において、x 方向成分に大きく速度変化が見られた。なお、ロードセル衝突時間は 0.15 秒付近である。

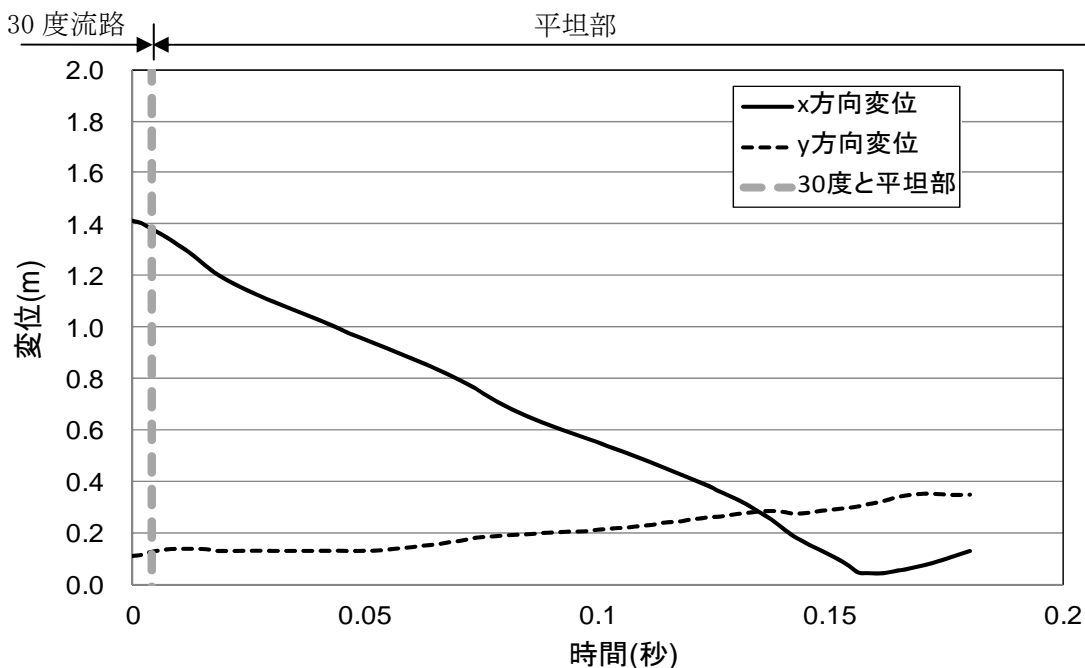


図 9.2.77(a) 岩塊模型の変位履歴

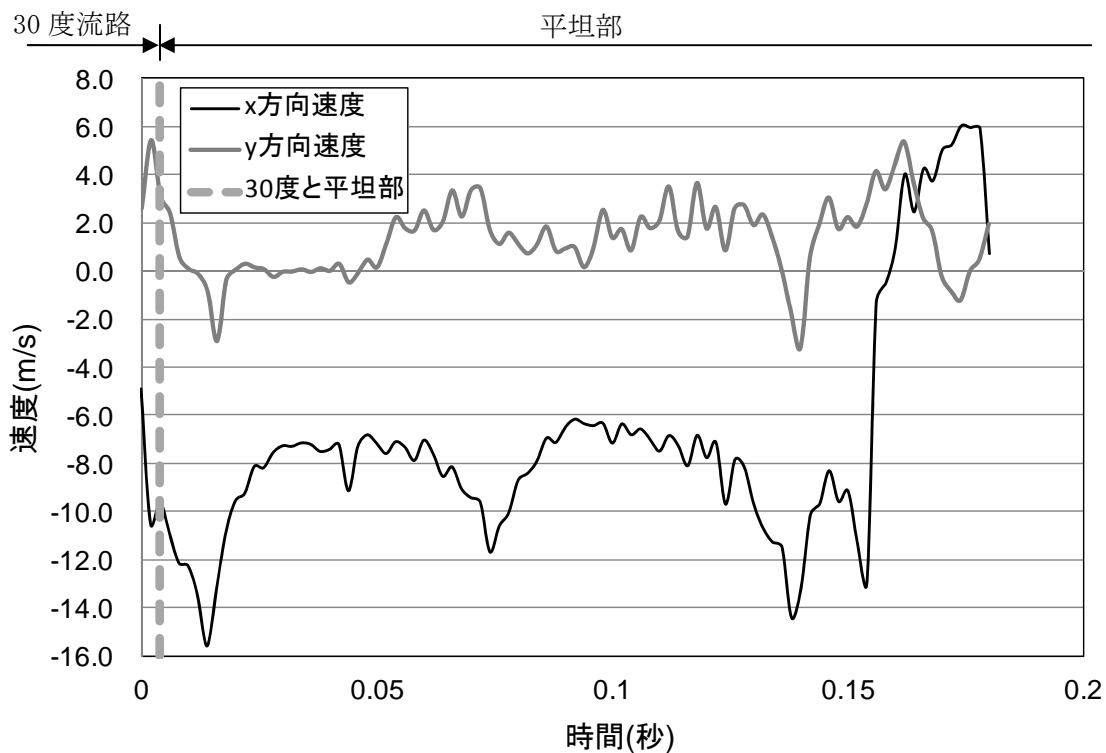


図 9.2.77(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.78 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

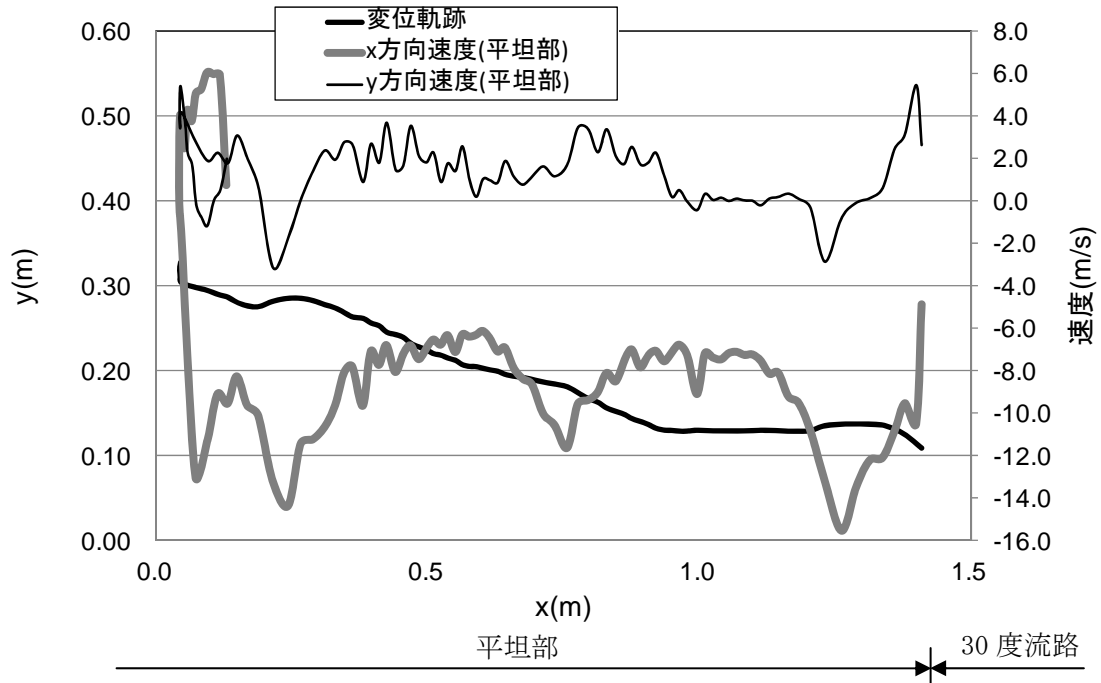


図 9.2.78 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.79 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きを座標補正を行った。

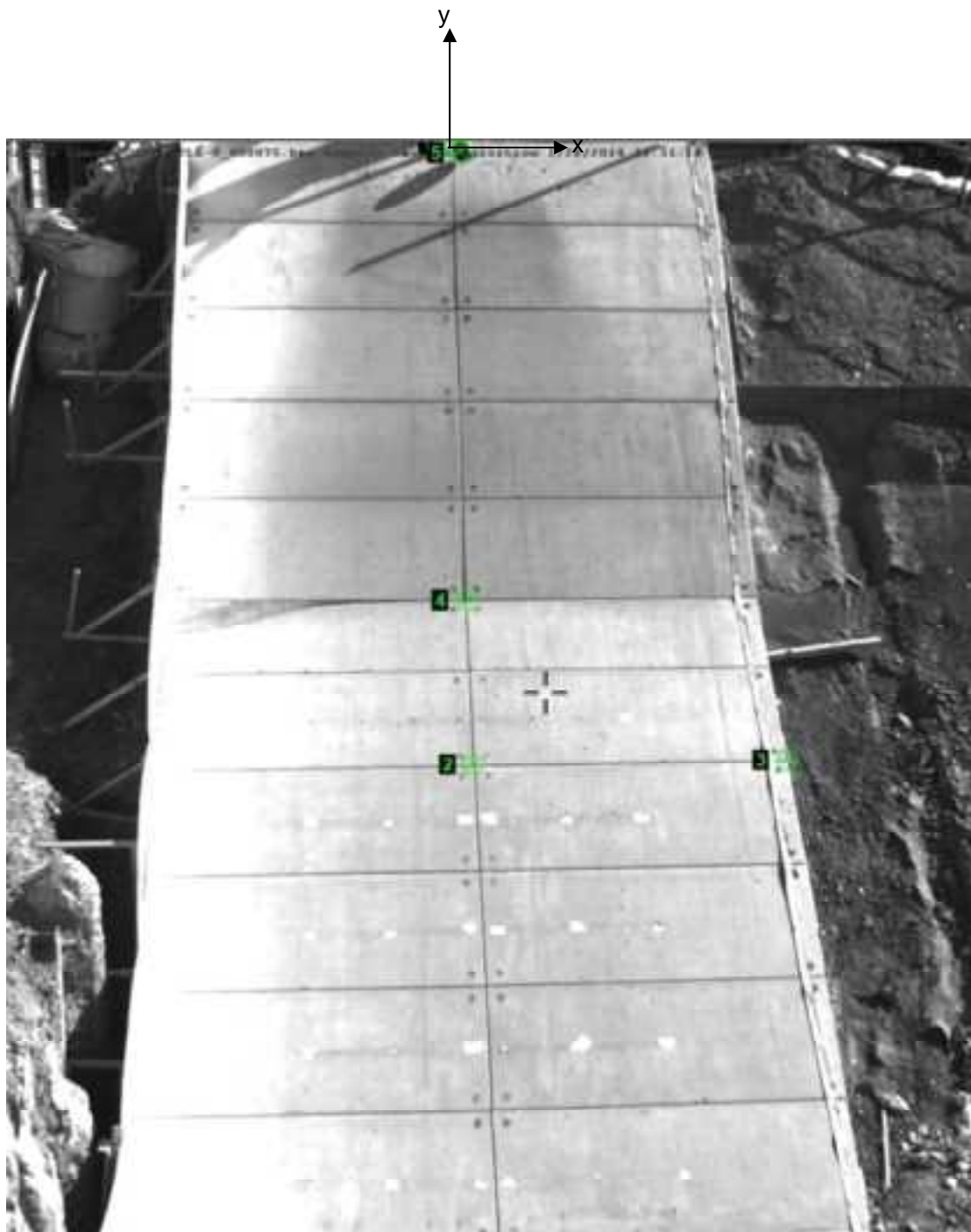


図 9.2.79 解析に用いた標点の位置

図 9.2.80 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

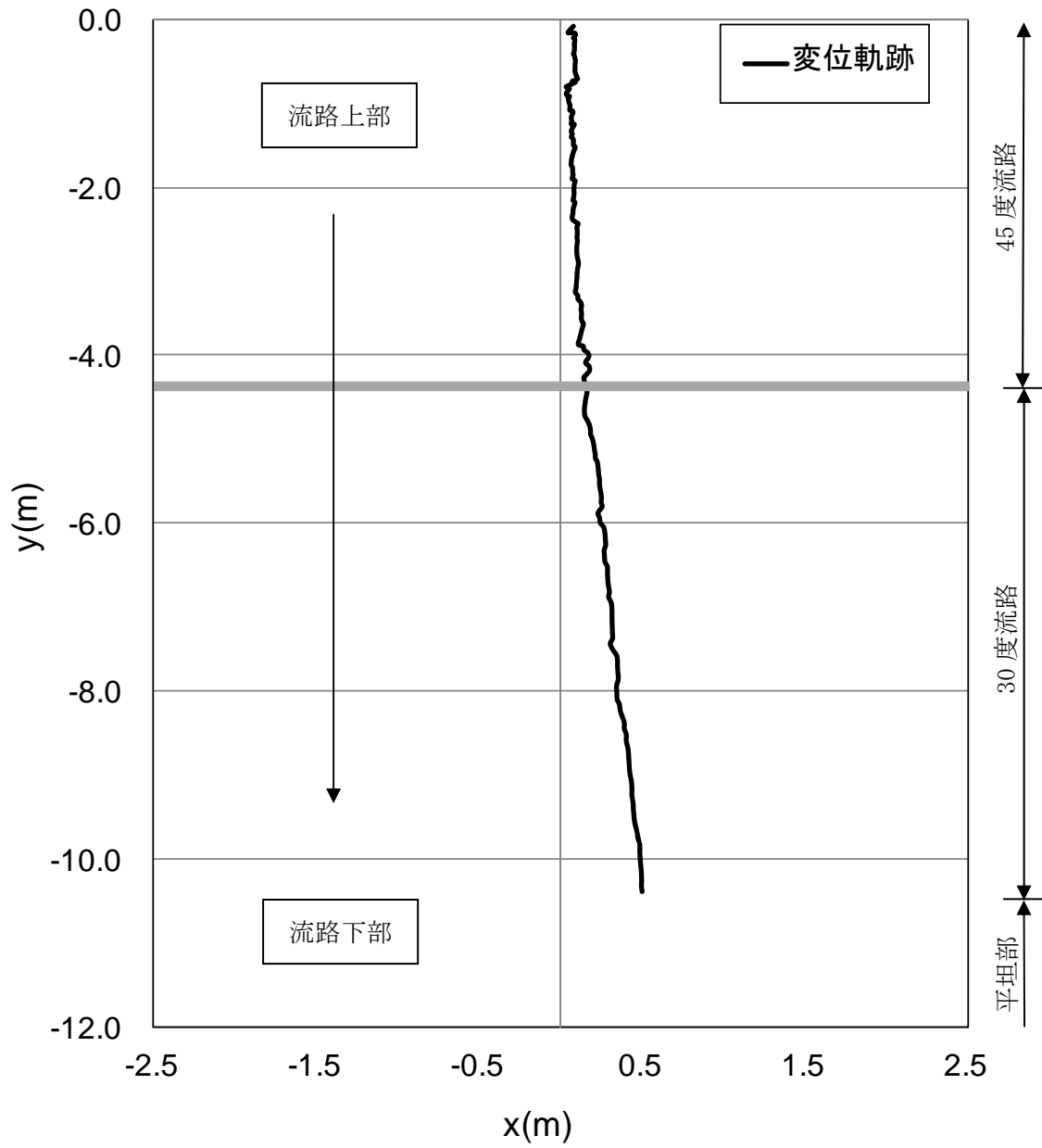


図 9.2.80 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.81 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

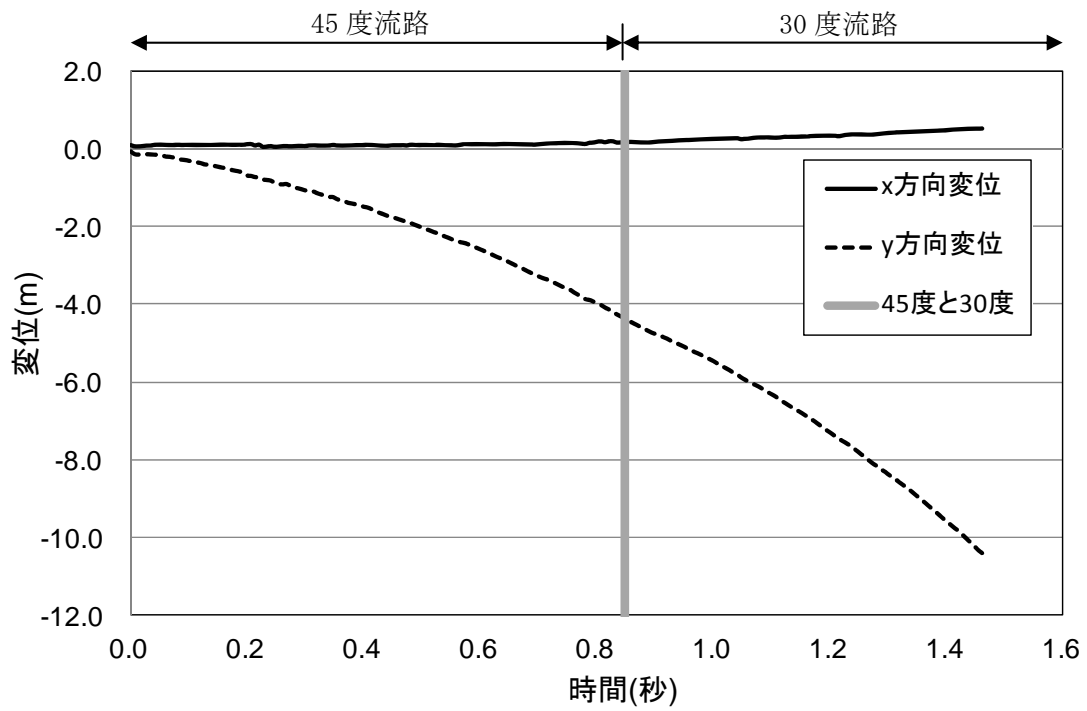


図 9.2.81 (a) 岩塊模型の変位履歴

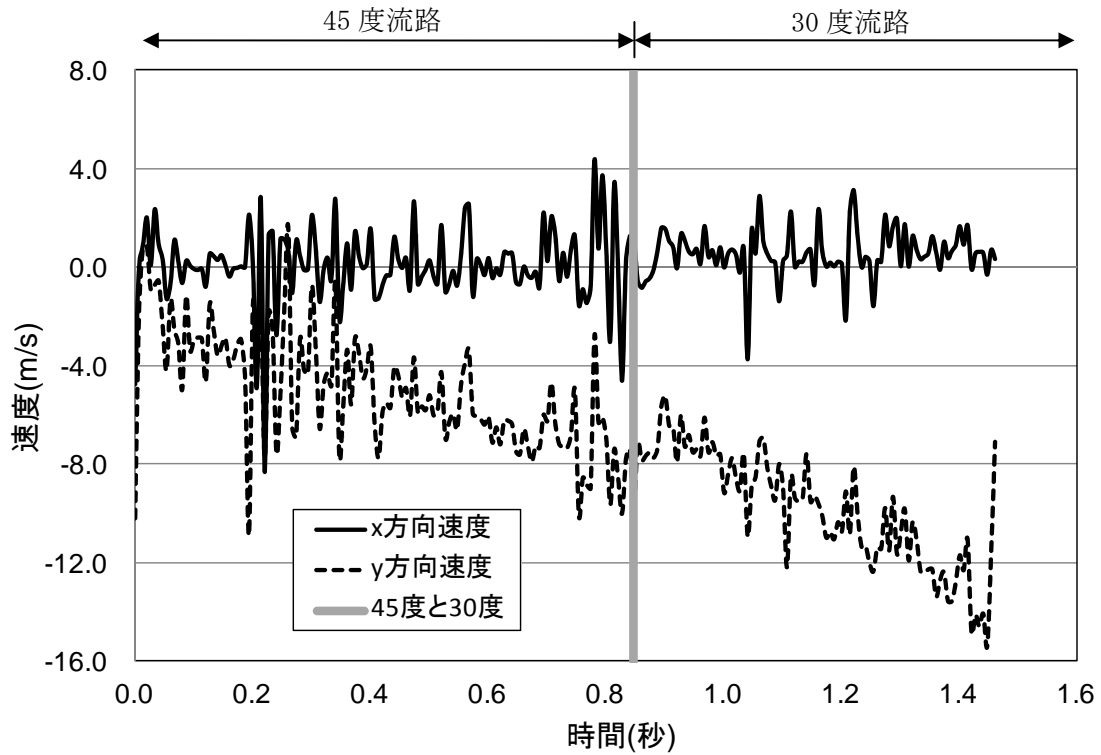


図 9.2.81 (b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.82 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

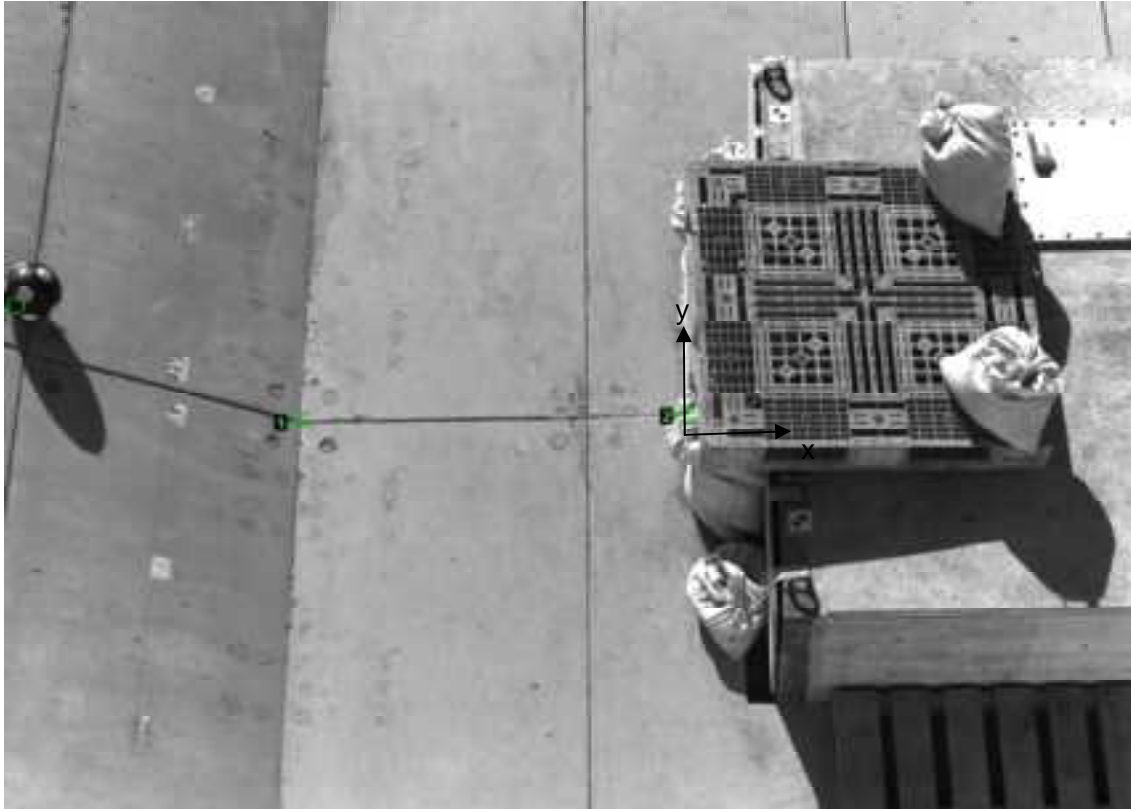


図 9.2.82 解析に用いた標点の位置

図 9.2.83 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

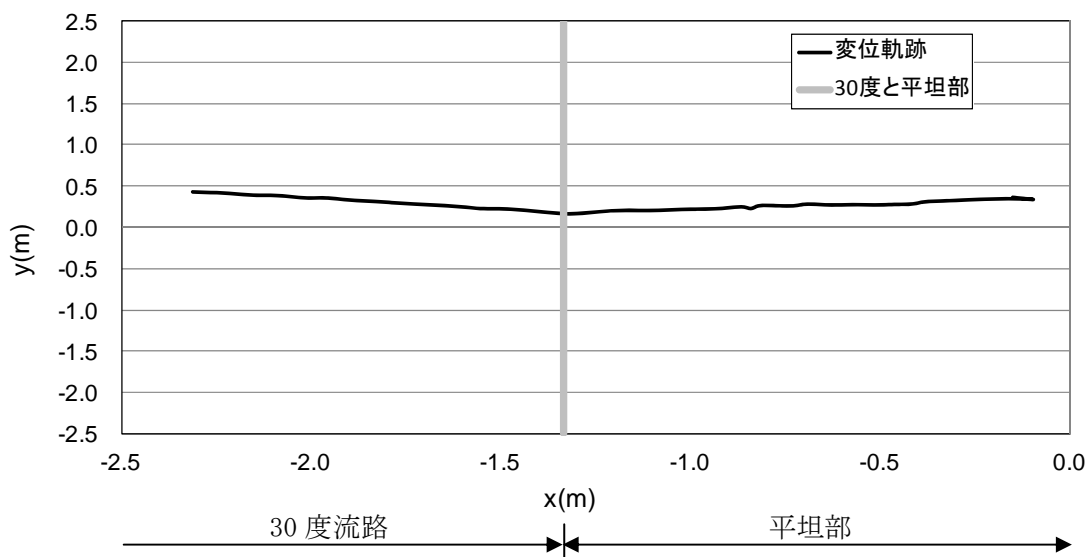


図 9.2.83 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.84 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時に急激な速度低下を示した。

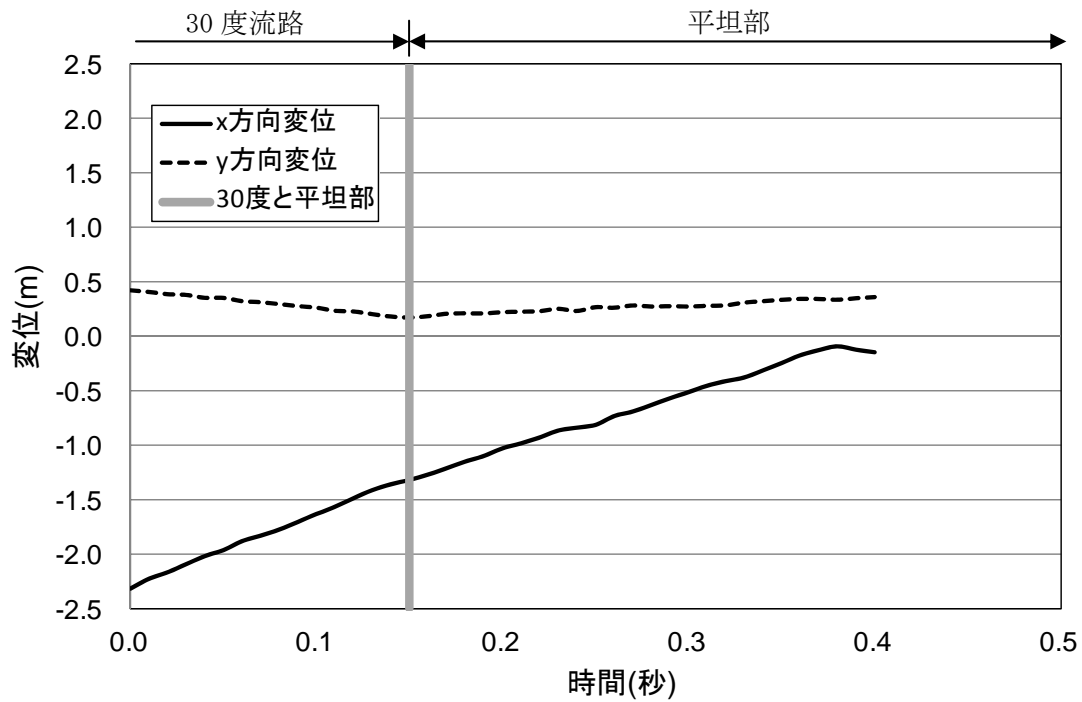


図 9.2.84(a) 岩塊模型の変位履歴

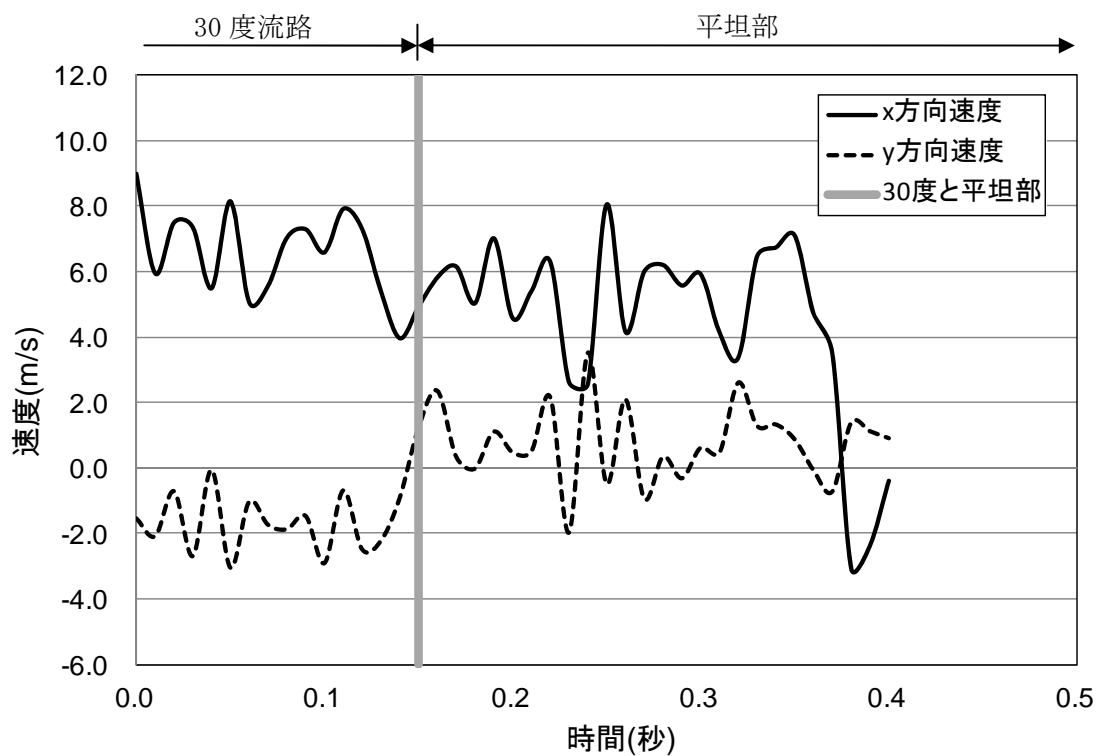


図 9.2.84(b) 岩塊模型の速度履歴



(3) No.7 球形 20cm

① 流路横

図 9.2.85 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.85 解析に用いた標点の位置

図 9.2.86 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

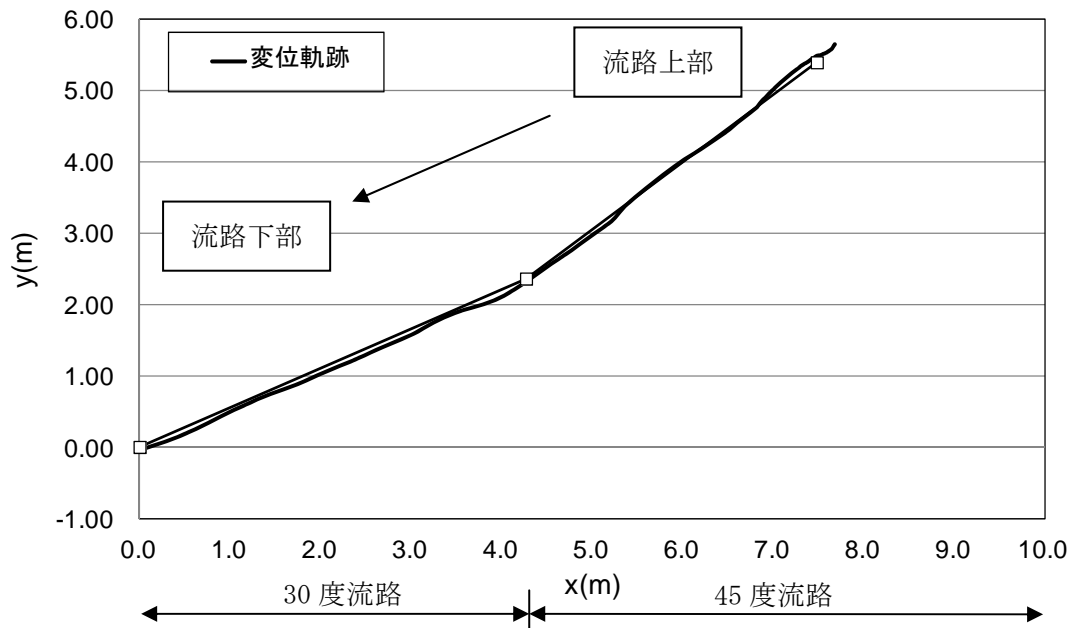


図 9.2.86 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.87 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45 度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30 度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

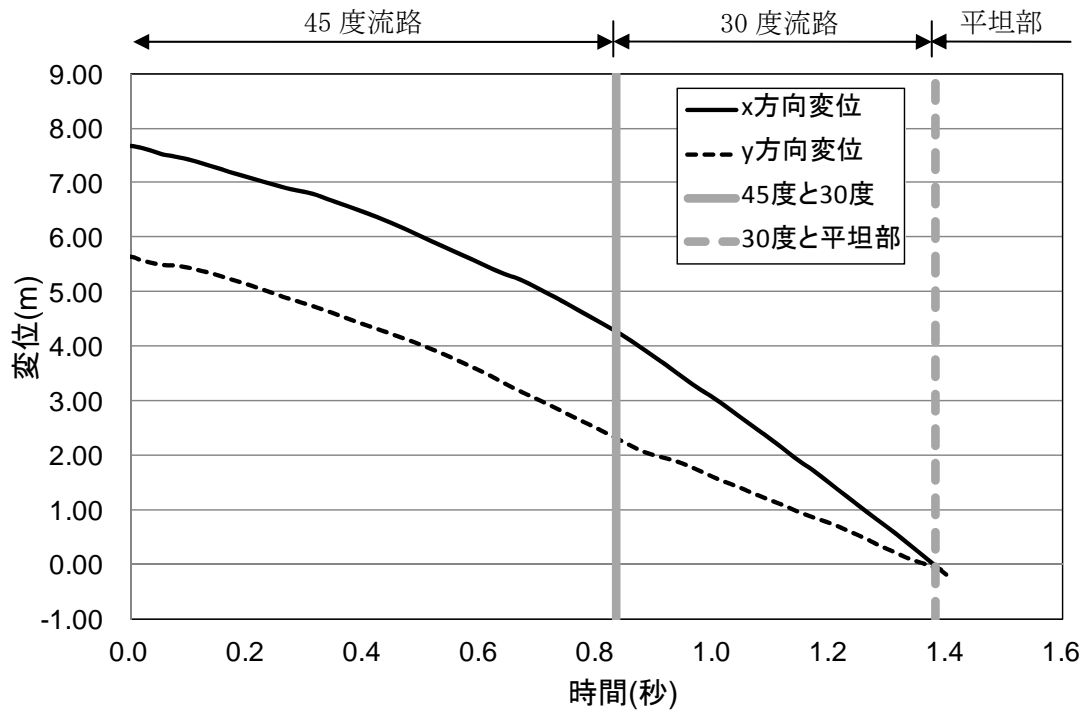


図 9.2.87 (a) 岩塊模型の変位履歴

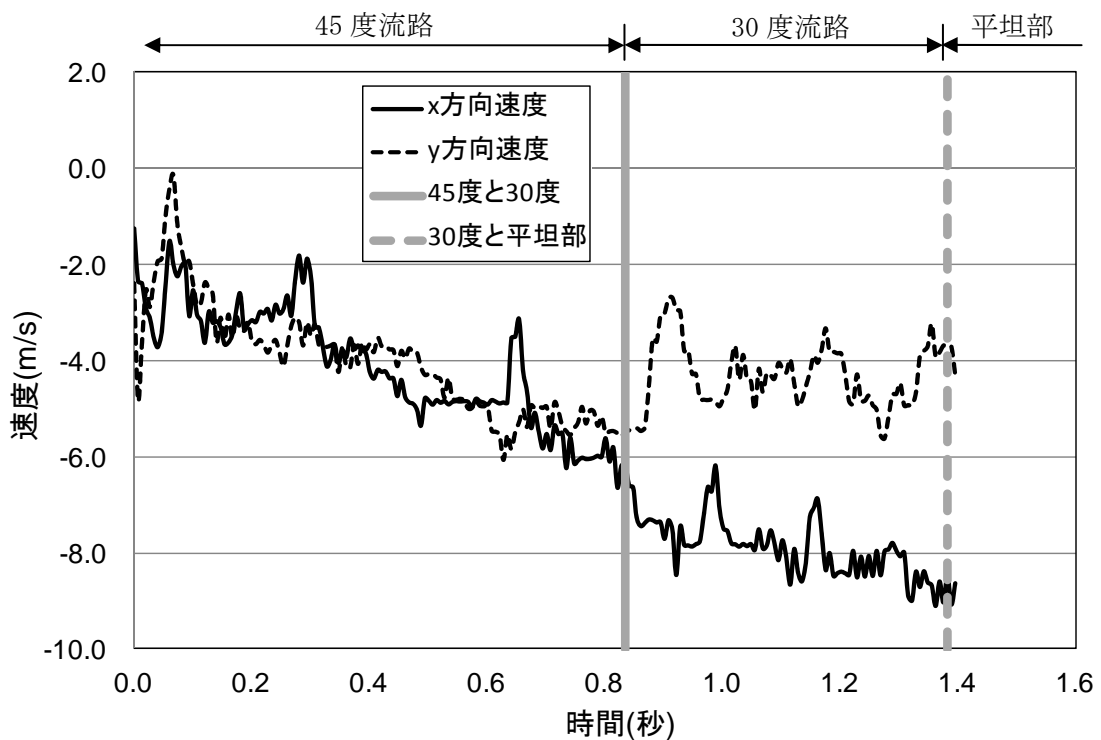


図 9.2.87 (b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.88 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、45 度流路部と 30 度流路部の境界付近では速度が低下し、その後は目立った速度変化は見られなかった。

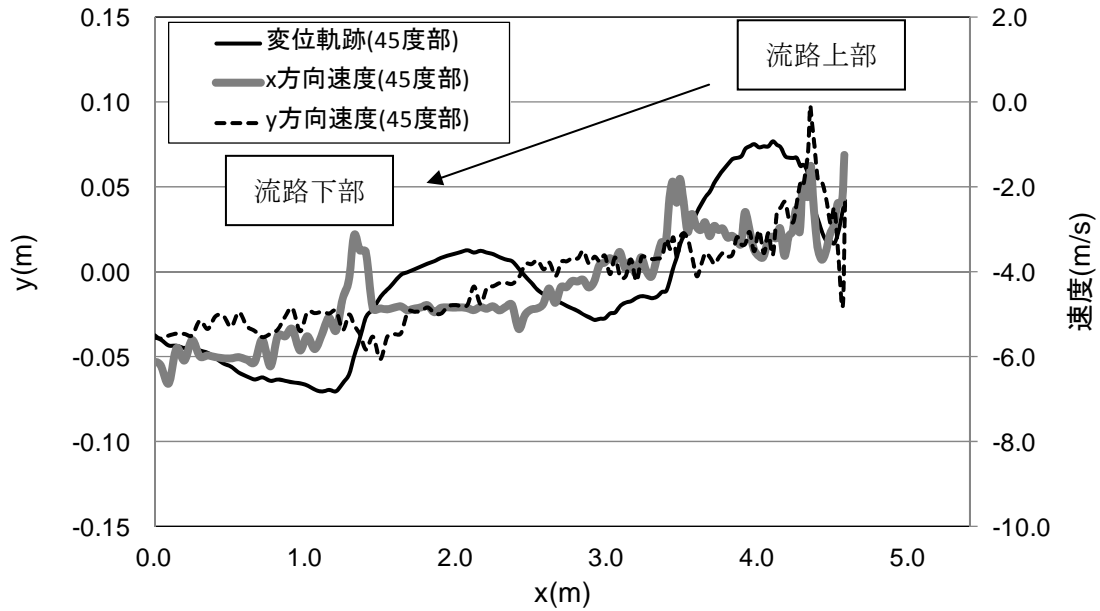


図 9.2.88(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

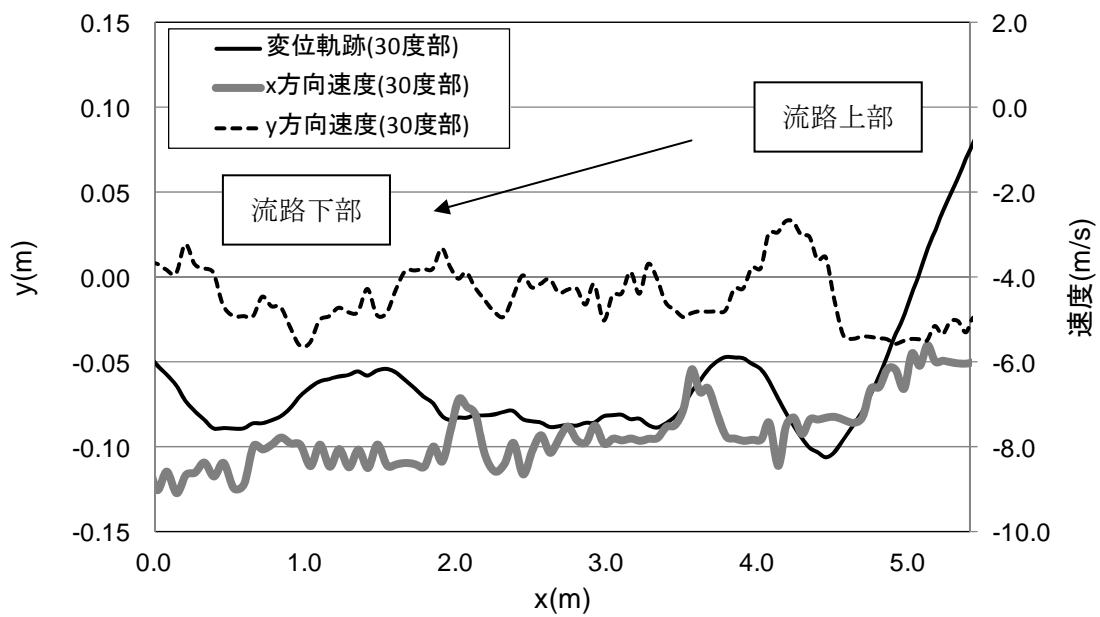


図 9.2.88(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.89 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

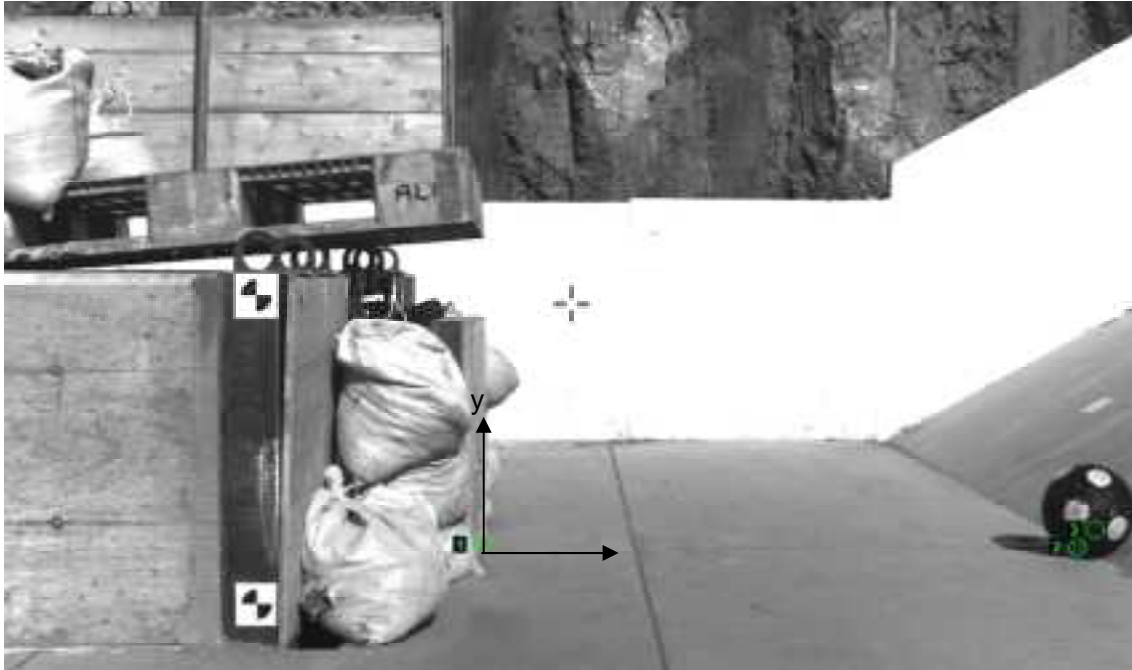


図 9.2.89 解析に用いた標点の位置

図 9.2.90 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

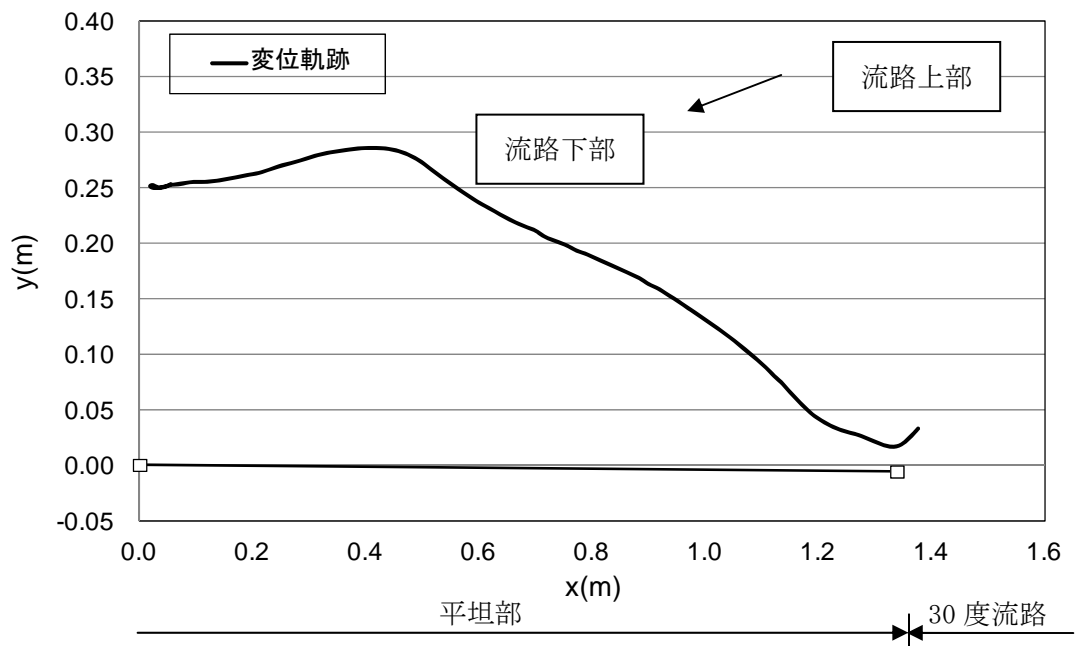


図 9.2.90 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.91 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度が上がったのち、流路下流に向かって速度が増減を繰り返し、y 方向成分は速度が上がったのち、ゼロに収束する挙動を示した。ロードセル衝突時において、x 方向成分に大きく速度変化が見られた。なお、ロードセル衝突時間は 0.15 秒付近である。

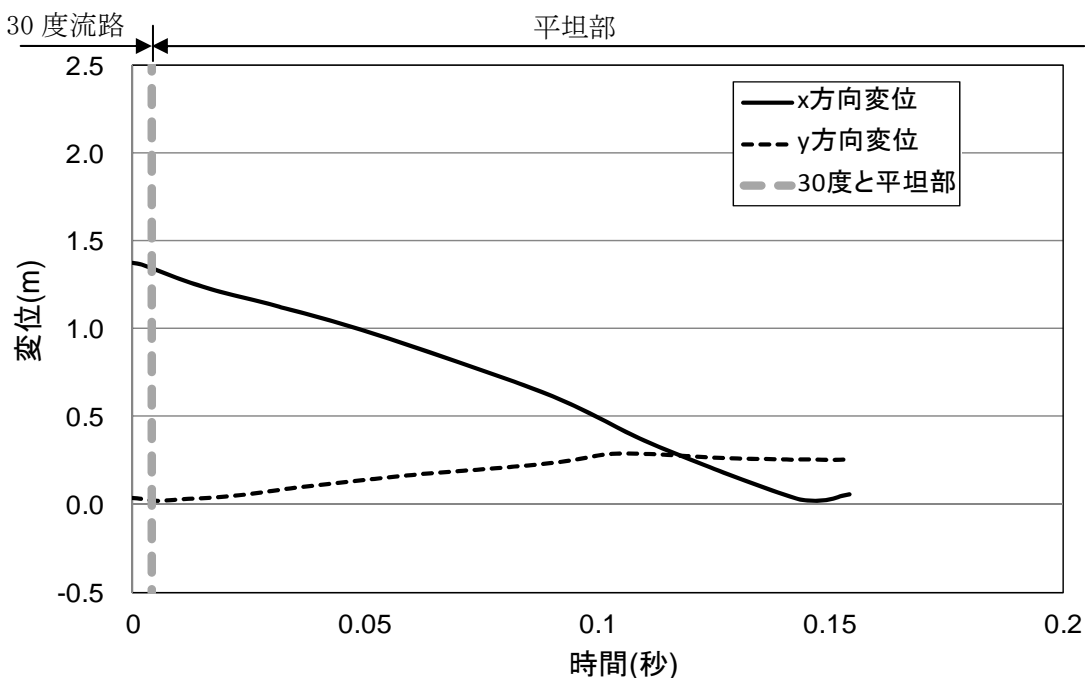


図 9.2.91(a) 岩塊模型の変位履歴

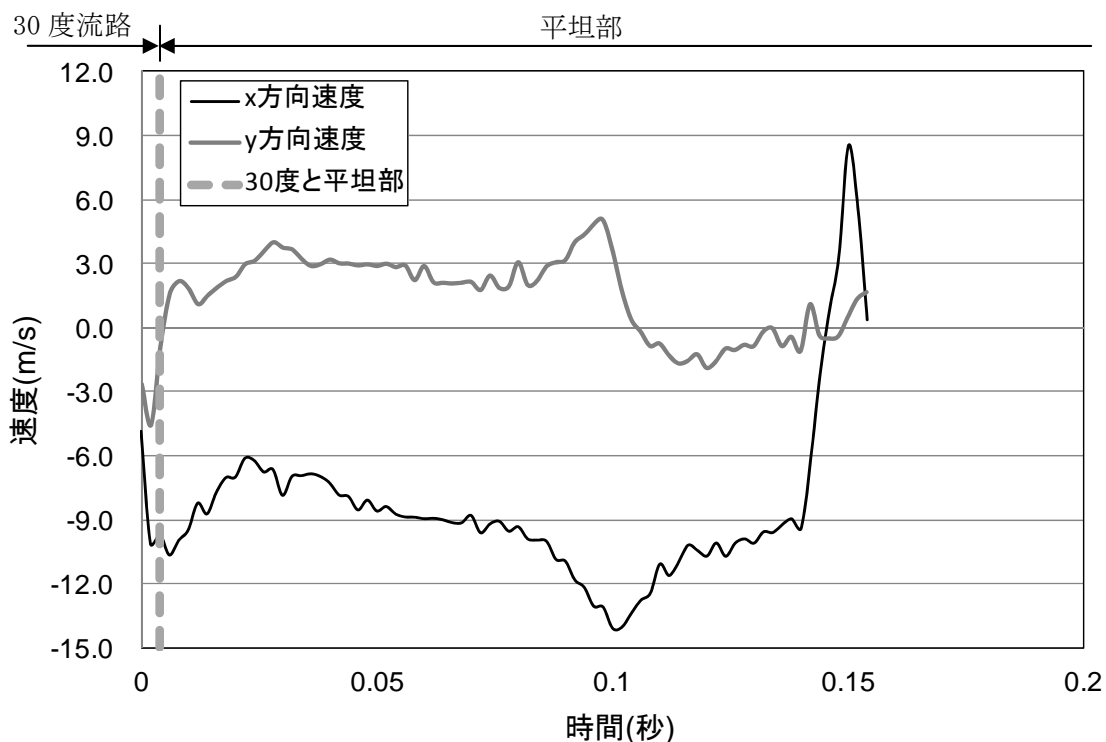


図 9.2.91(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.92 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

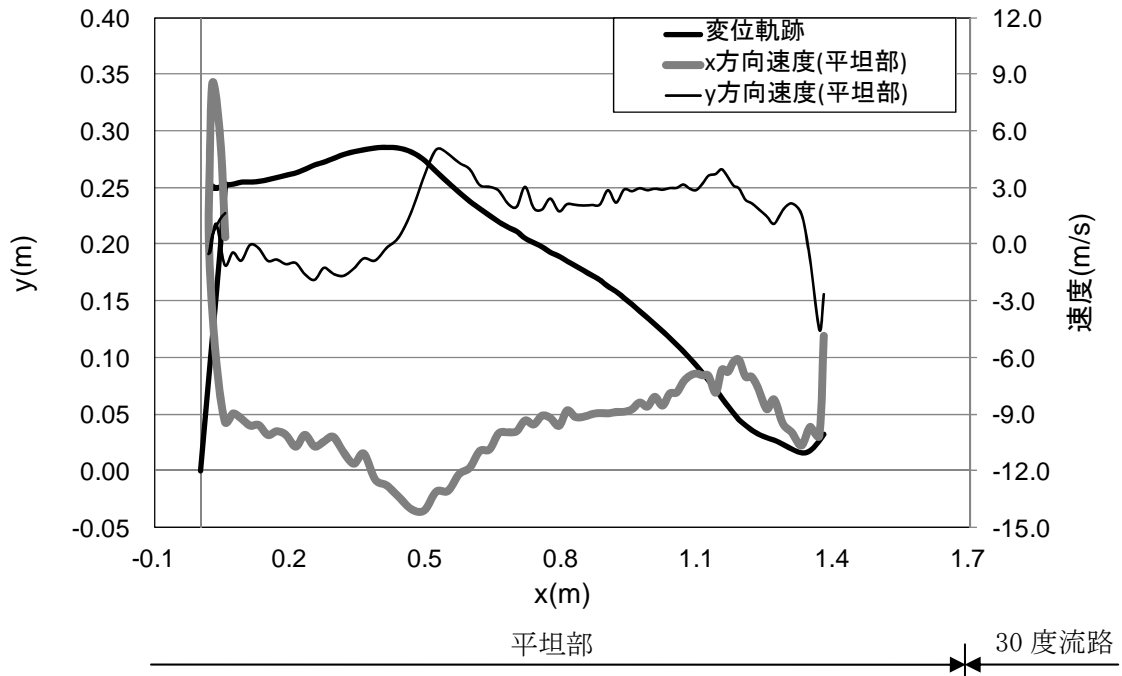


図 9.2.92 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.93 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

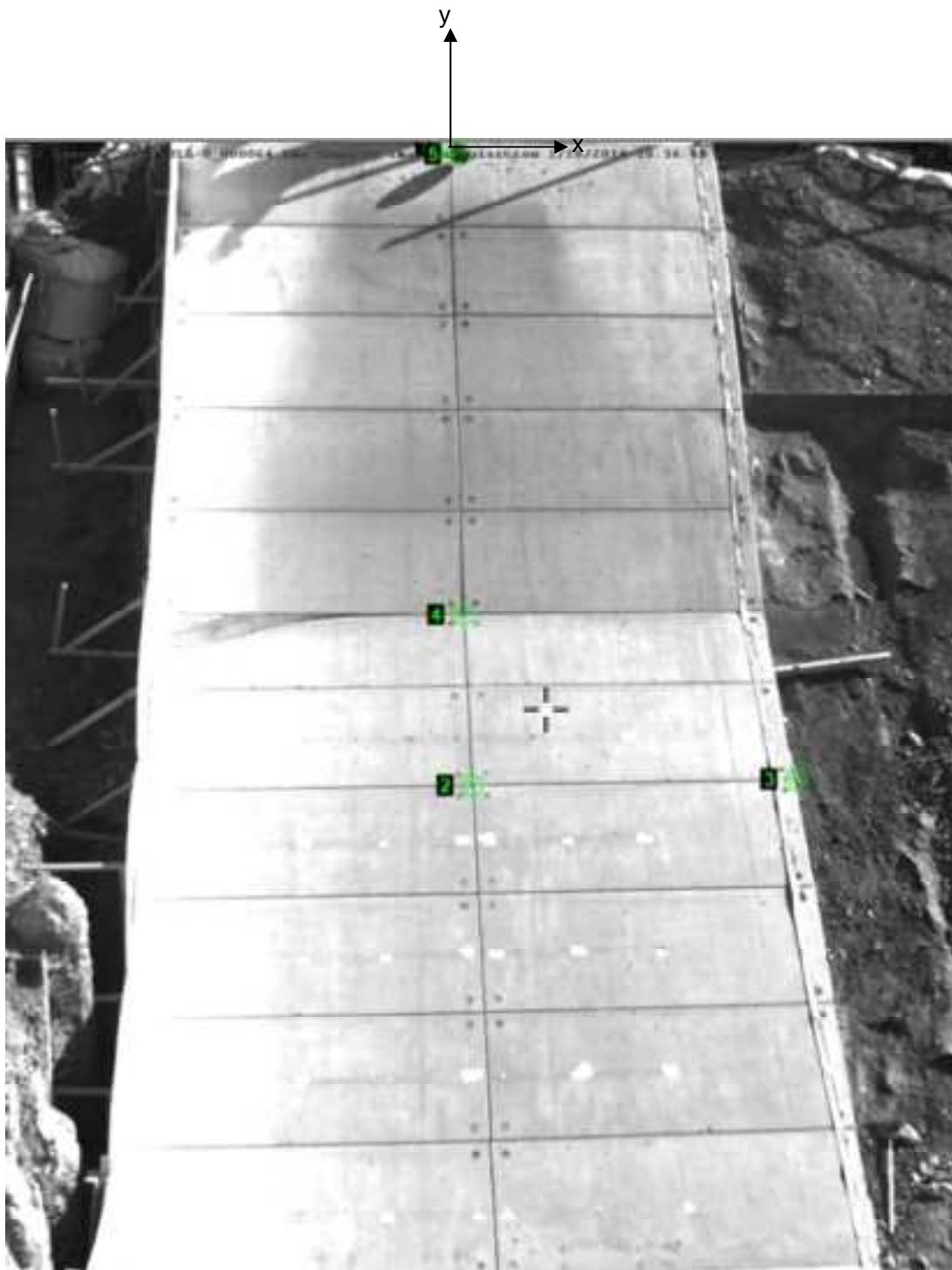


図 9.2.93 解析に用いた標点の位置



図 9. 2. 94 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

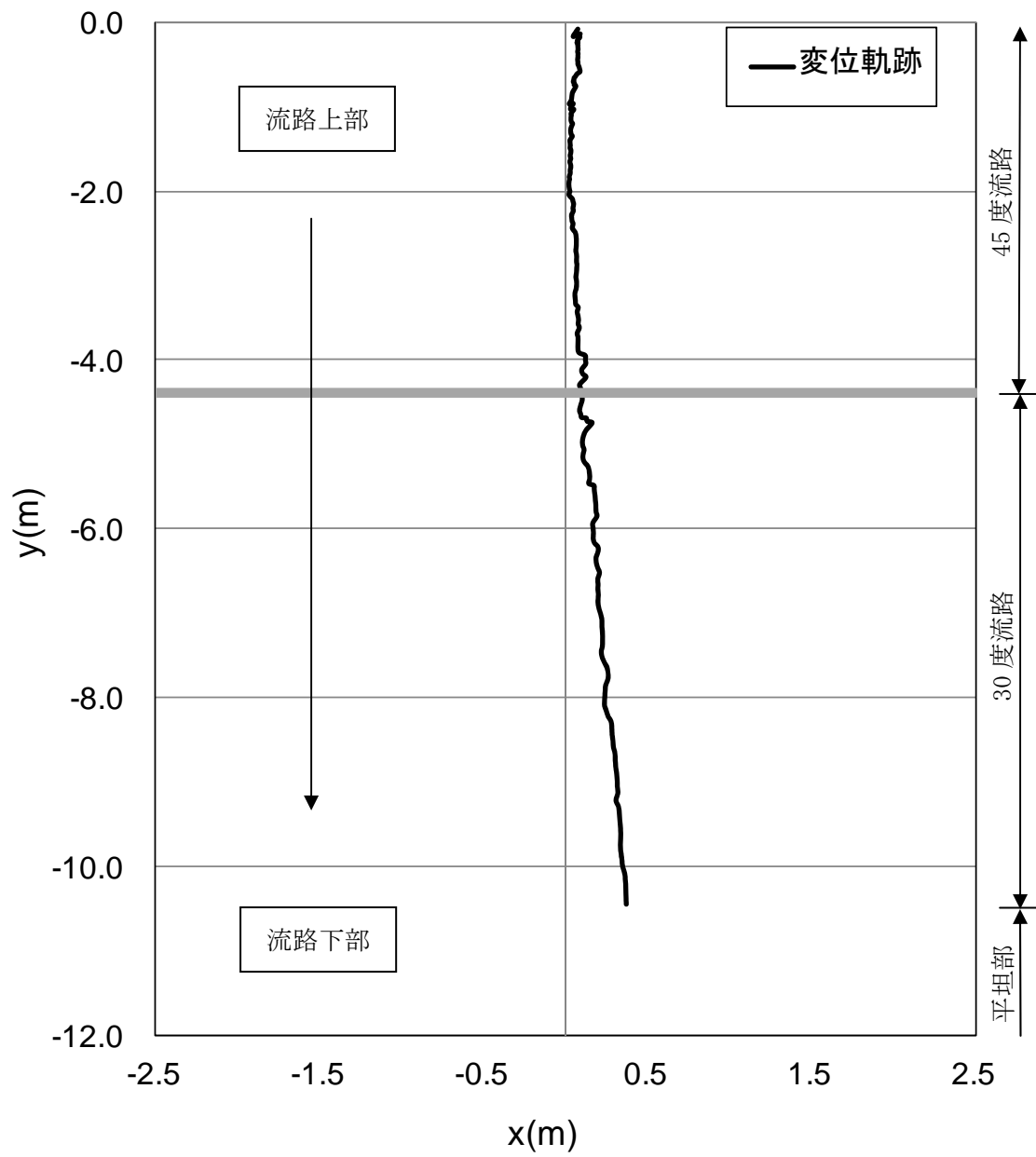


図 9. 2. 94 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 95 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

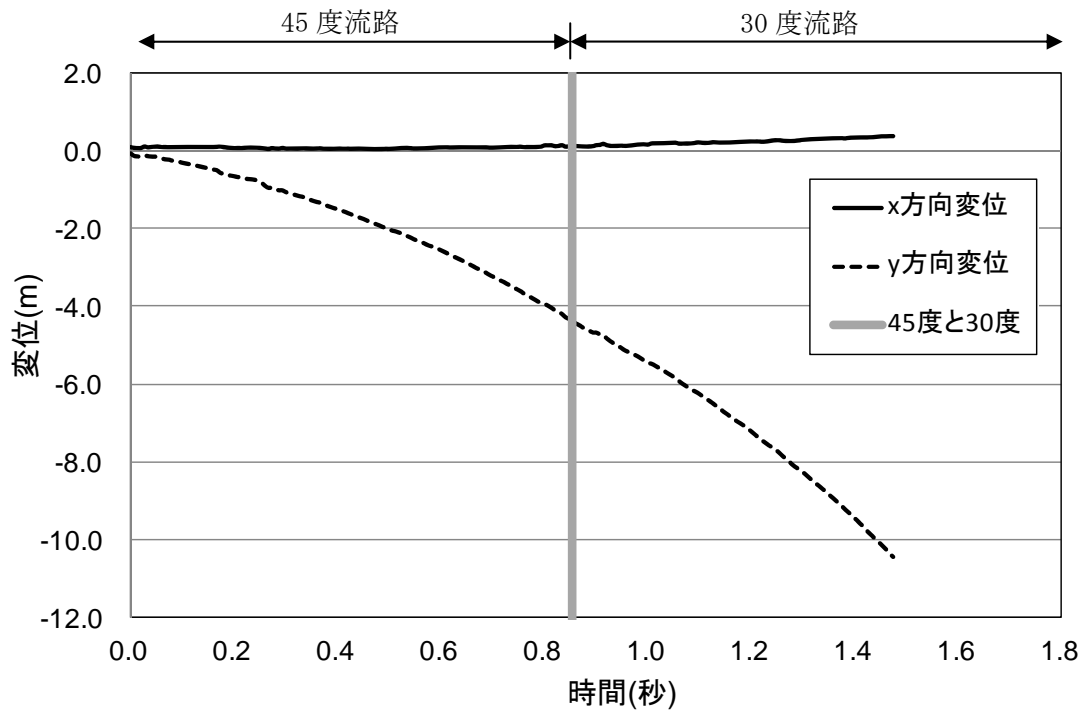


図 9. 2. 95 (a) 岩塊模型の変位履歴

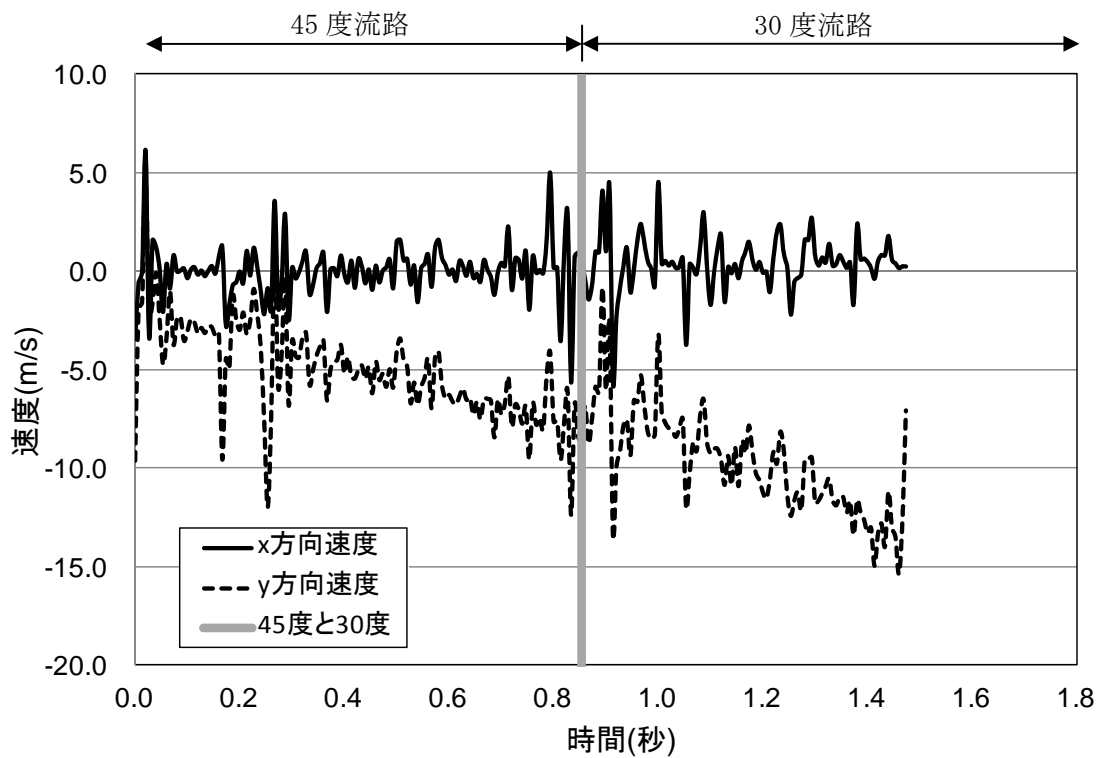


図 9. 2. 95 (b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.96 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

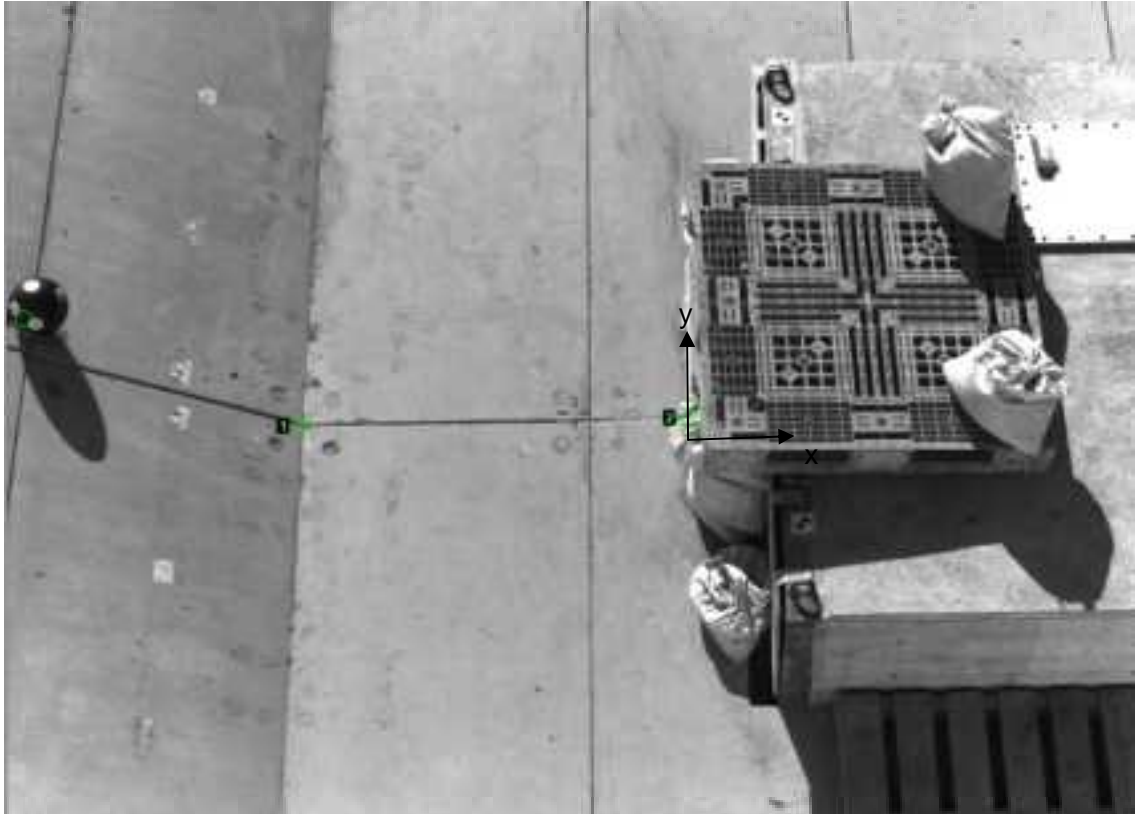


図 9.2.96 解析に用いた標点の位置

図 9.2.97 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

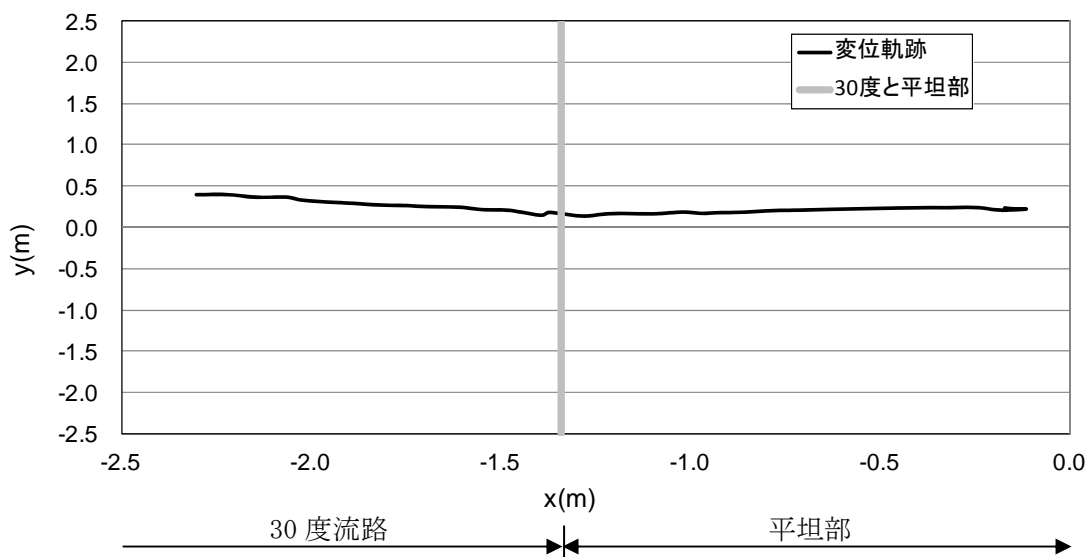


図 9.2.97 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 98 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時に急激な速度低下を示した。

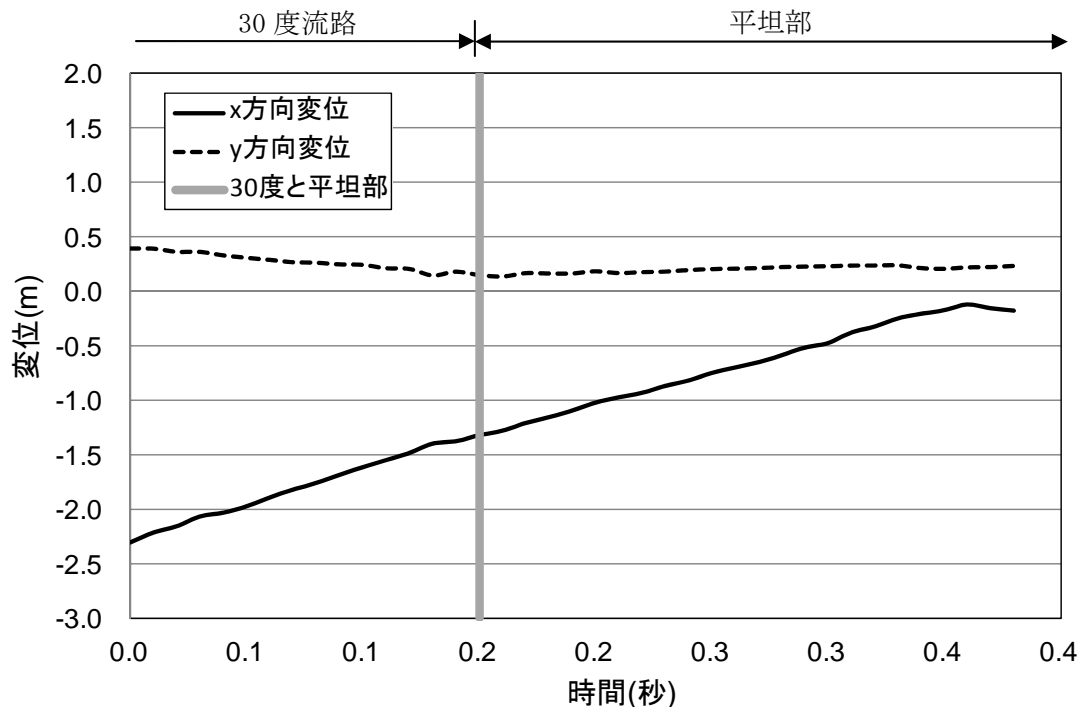


図 9. 2. 98(a) 岩塊模型の変位履歴

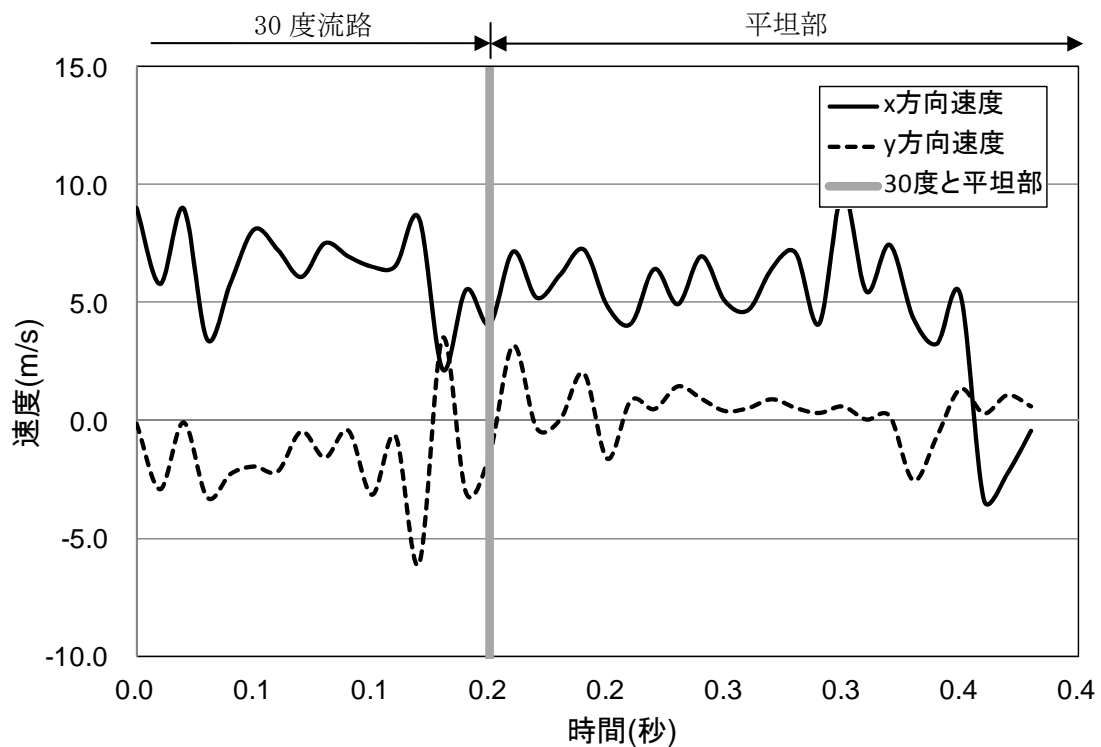


図 9. 2. 98(b) 岩塊模型の速度履歴

(4) No. 8 塊状 20cm 平面上

① 流路横

図 9.2.99 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.99 解析に用いた標点の位置

図 9.2.100 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

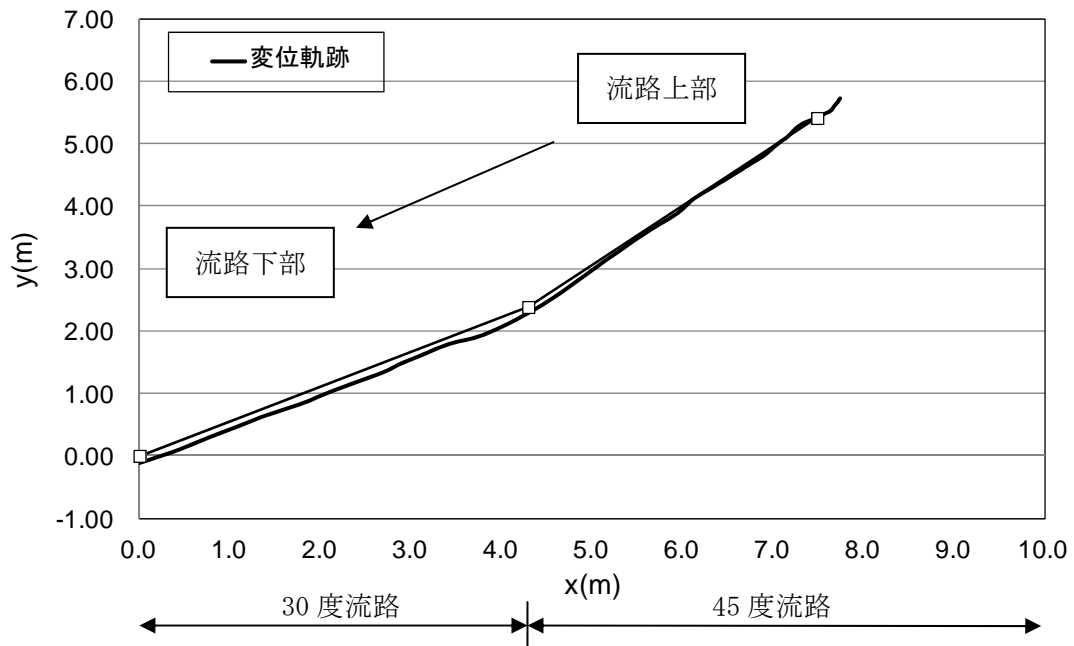


図 9.2.100 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.101 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

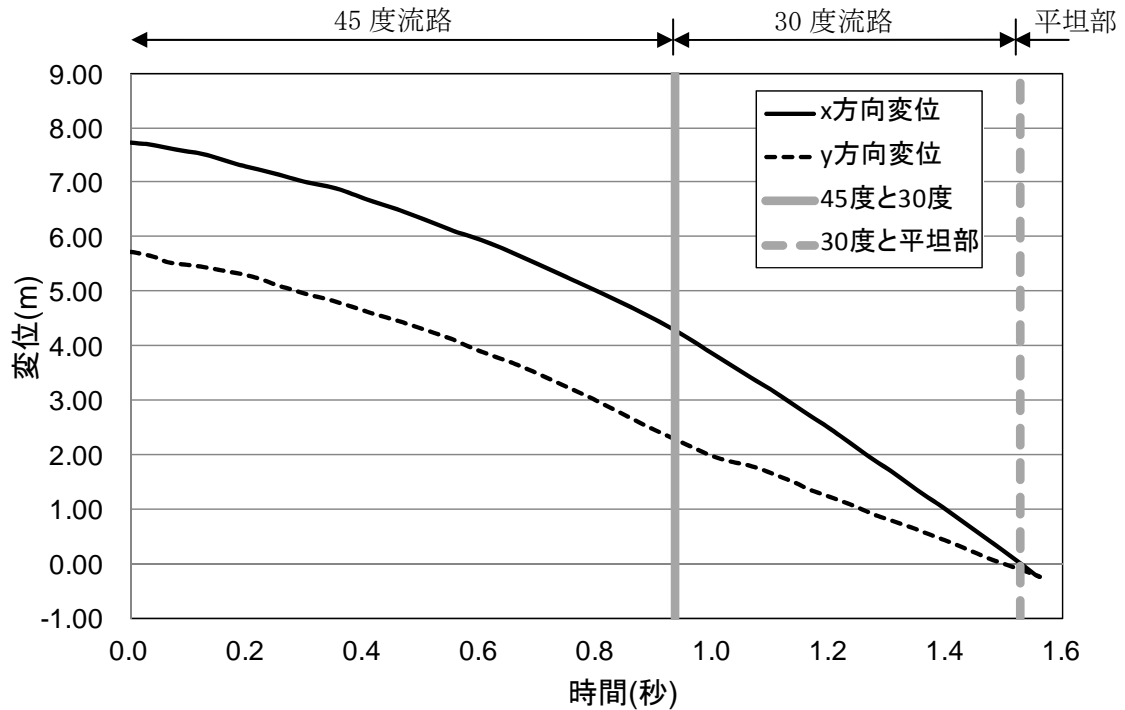


図 9.2.101(a) 岩塊模型の変位履歴

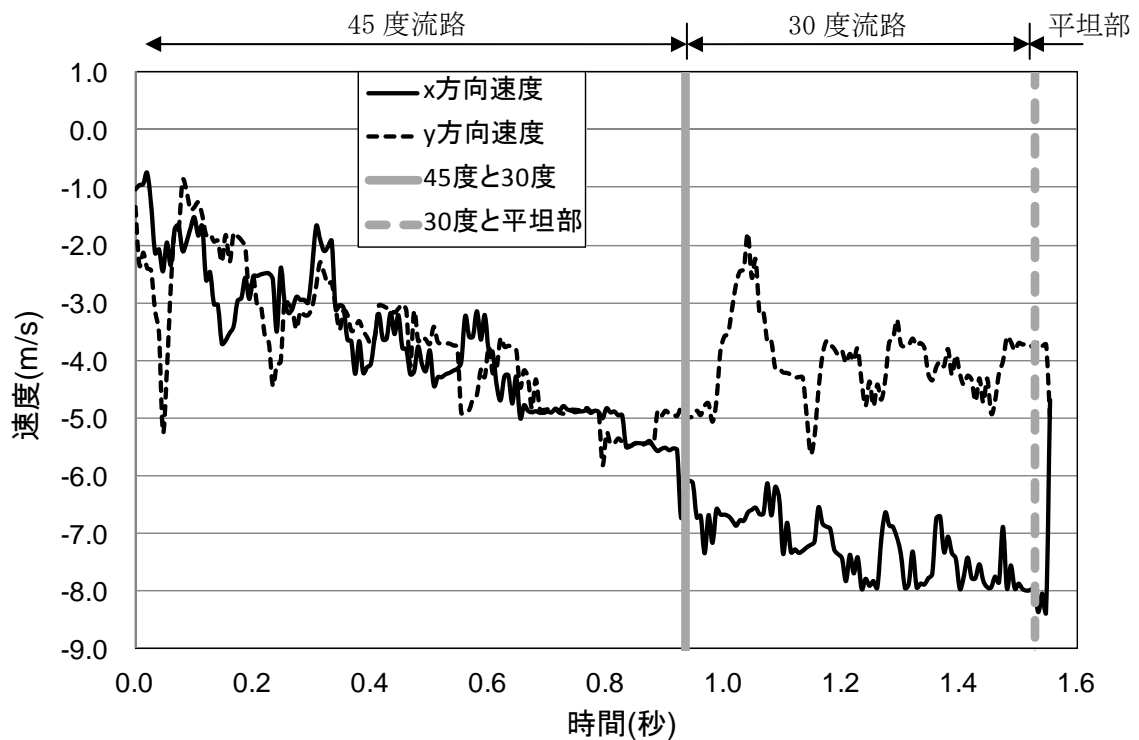


図 9.2.101(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 102 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、45 度流路部と 30 度流路部の境界付近では速度が低下し、その後目立った速度変化は見られなかった。

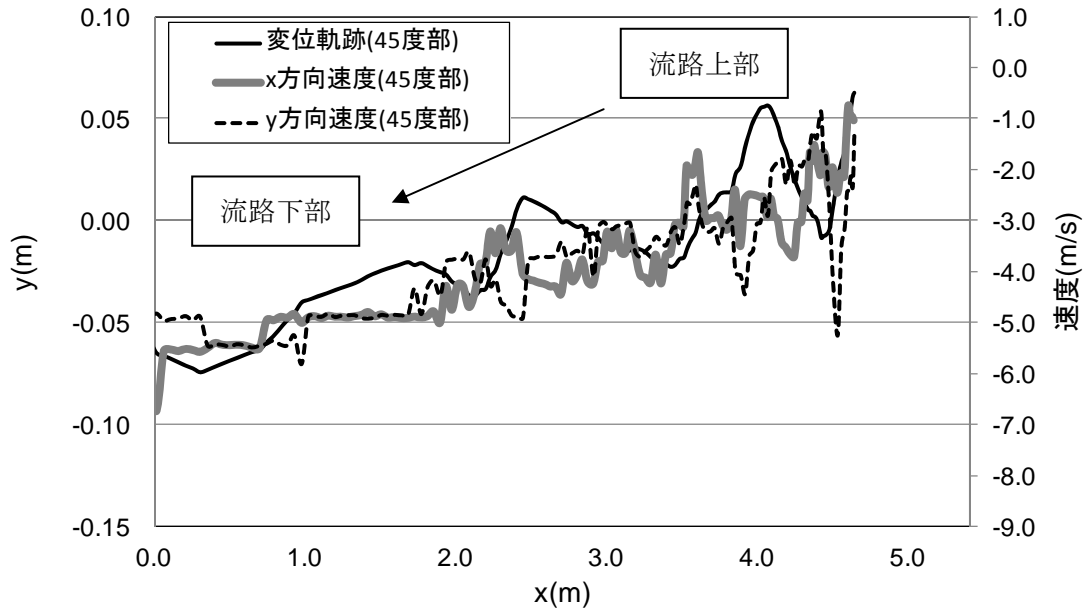


図 9. 2. 102 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

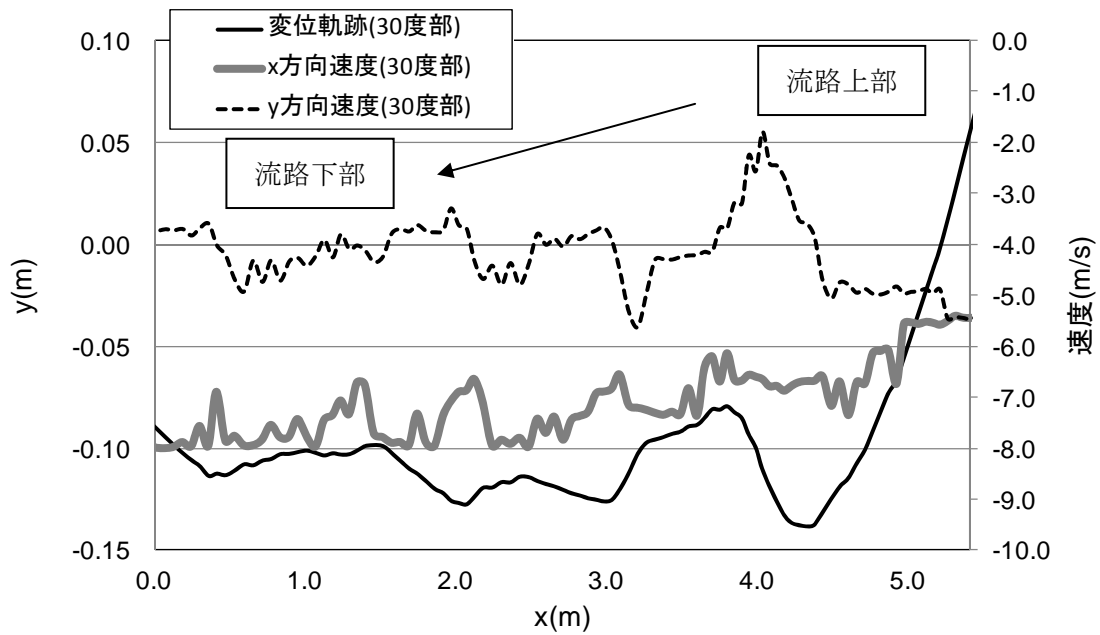


図 9. 2. 102 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡



② 平坦部横

図 9.2.103 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

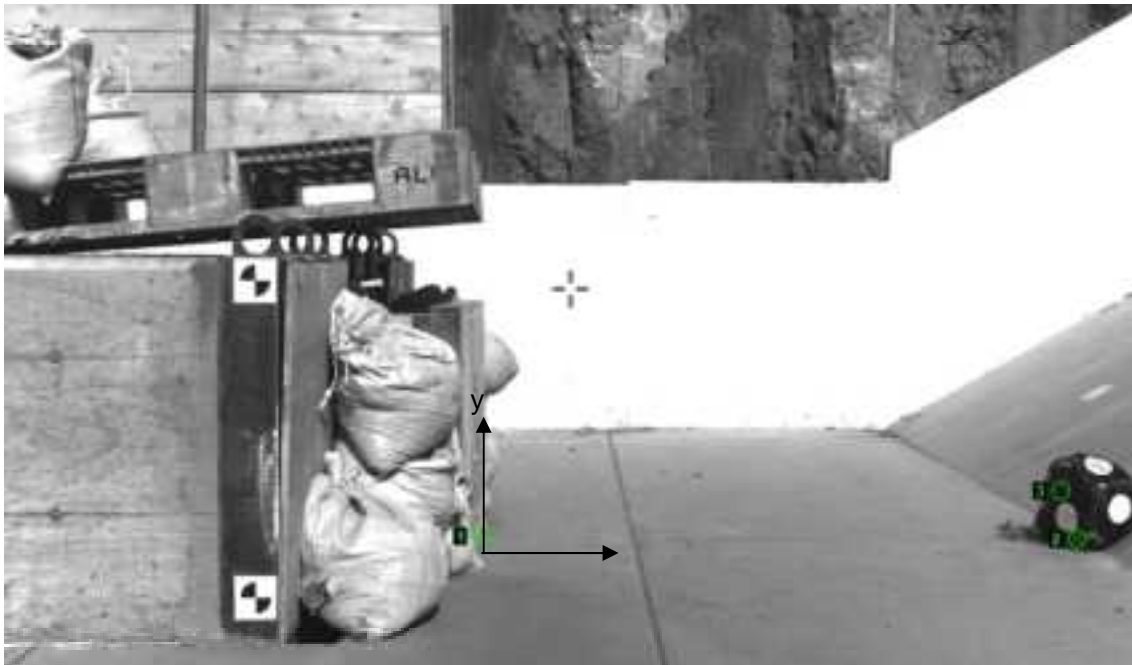


図 9.2.103 解析に用いた標点の位置

図 9.2.104 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

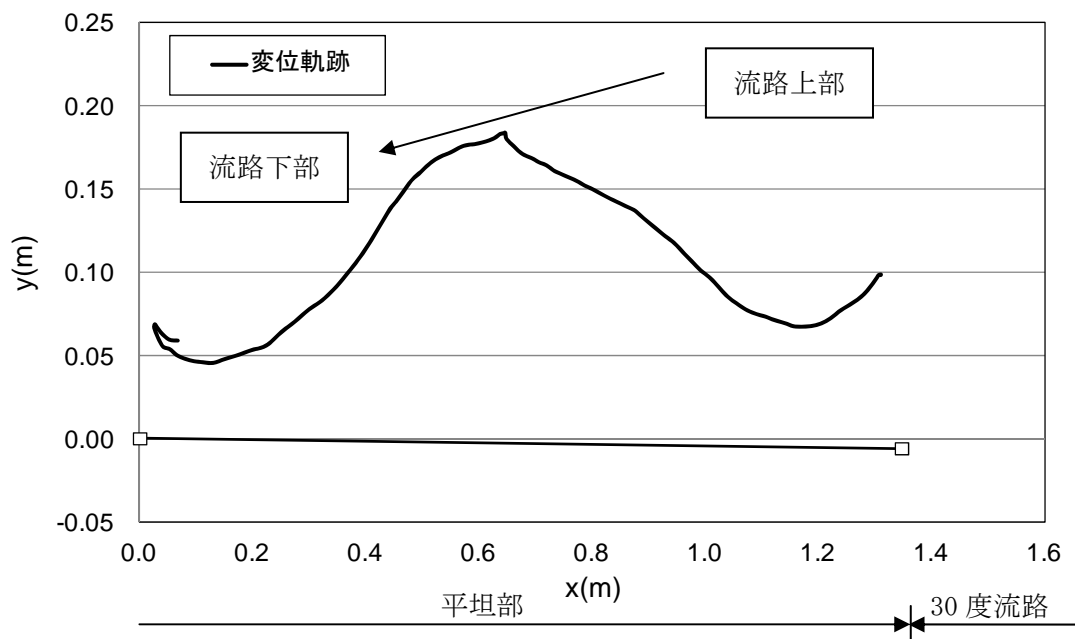


図 9.2.104 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.105 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度が上がったのち、流路下流に向かって速度が増減を繰り返し、y 方向成分は速度が上がったのち、ゼロに収束する挙動を示した。ロードセル衝突時において、x 方向成分に大きく速度変化が見られた。なお、ロードセル衝突時間は 0.15~0.20 秒付近である。

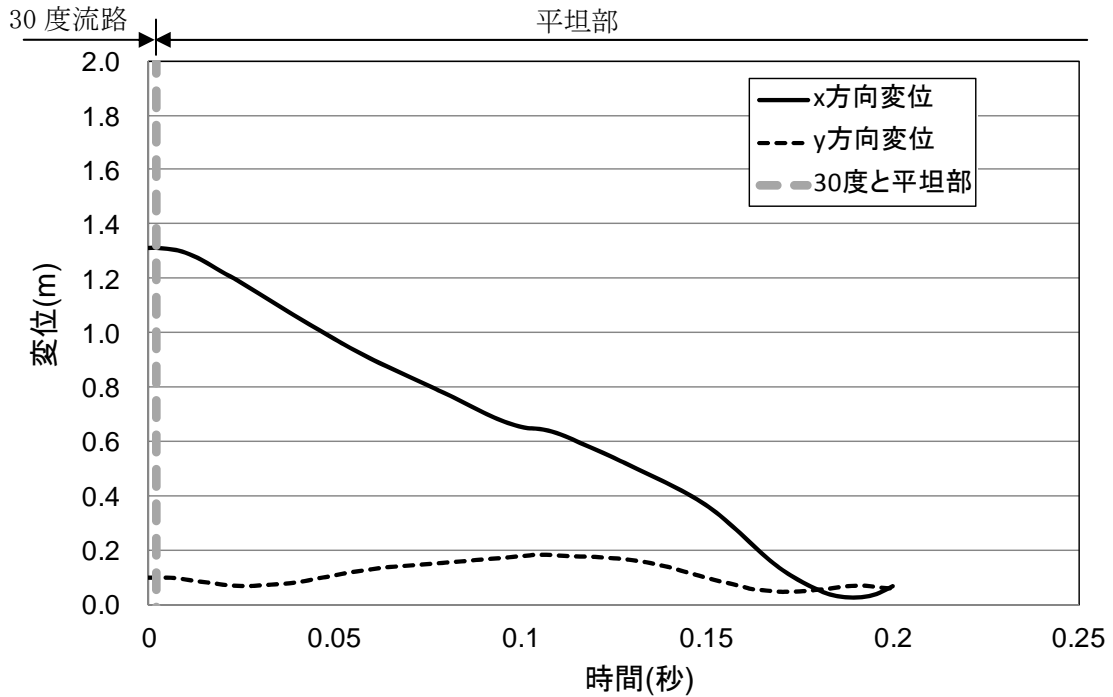


図 9.2.105(a) 岩塊模型の変位履歴

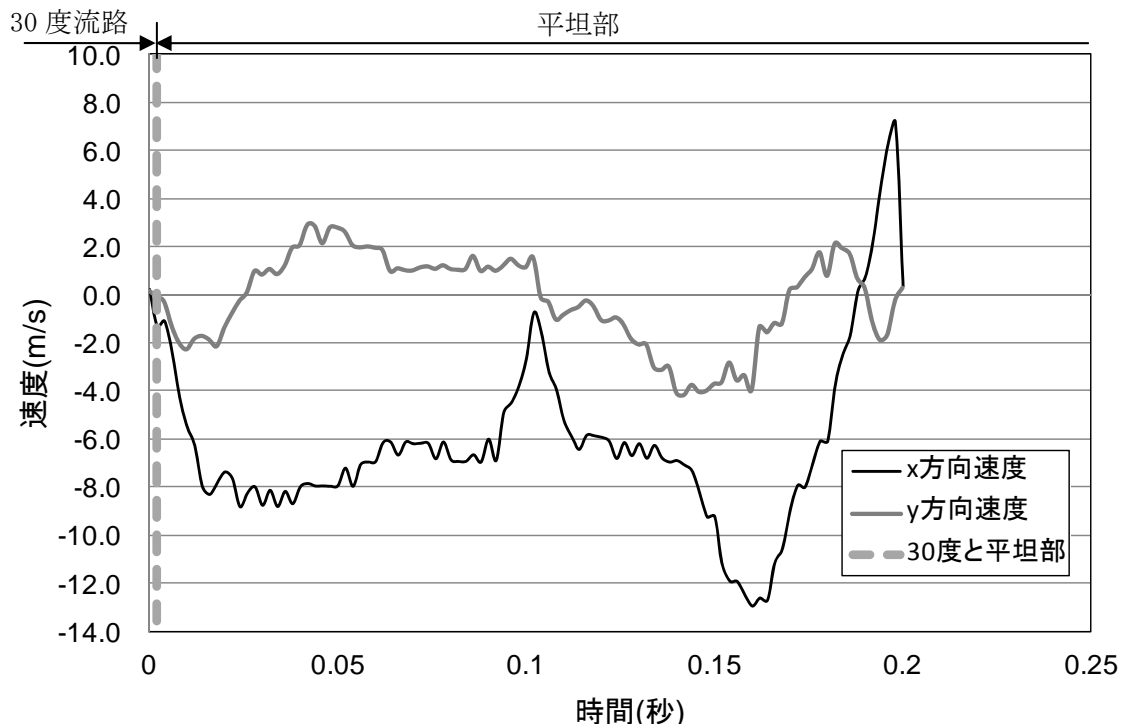


図 9.2.105(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.106 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

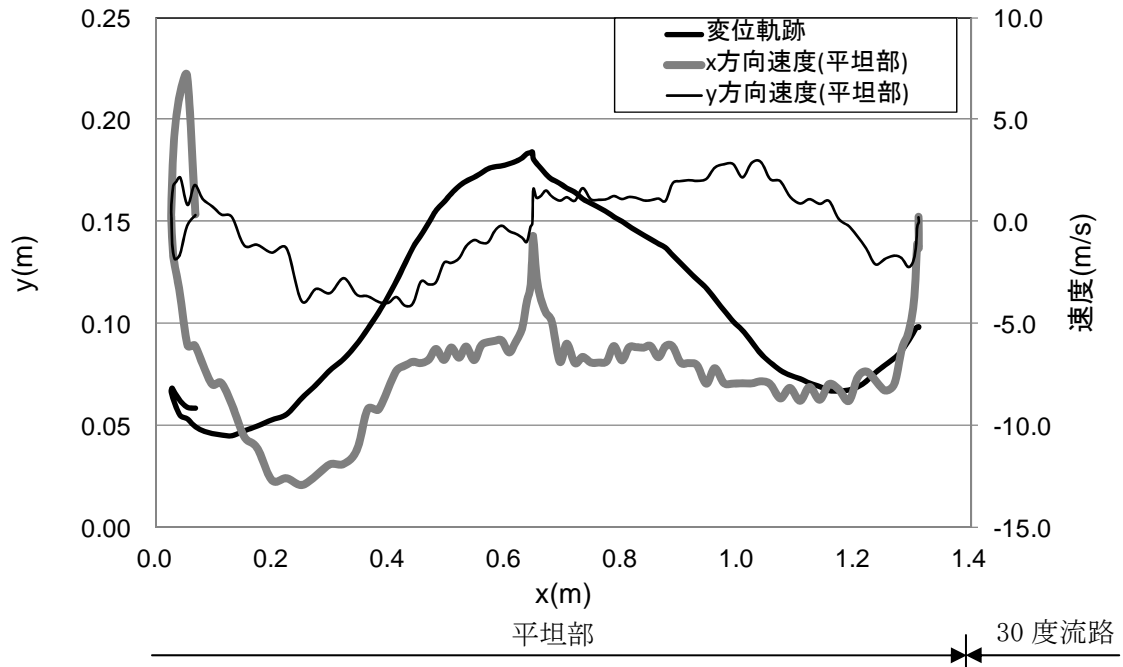


図 9.2.106 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.107 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向き座標補正を行った。

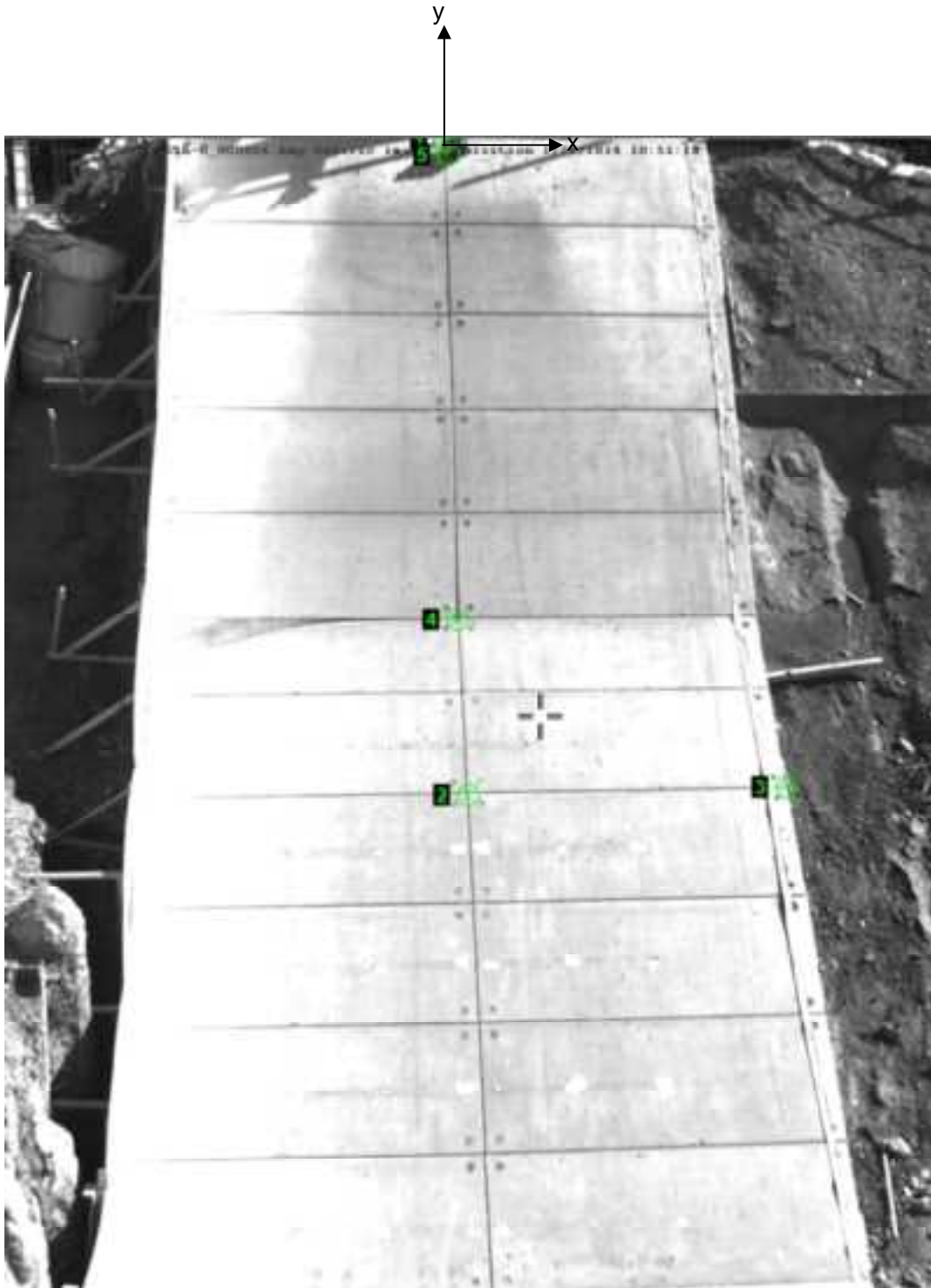


図 9.2.107 解析に用いた標点の位置

図 9.2.108 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

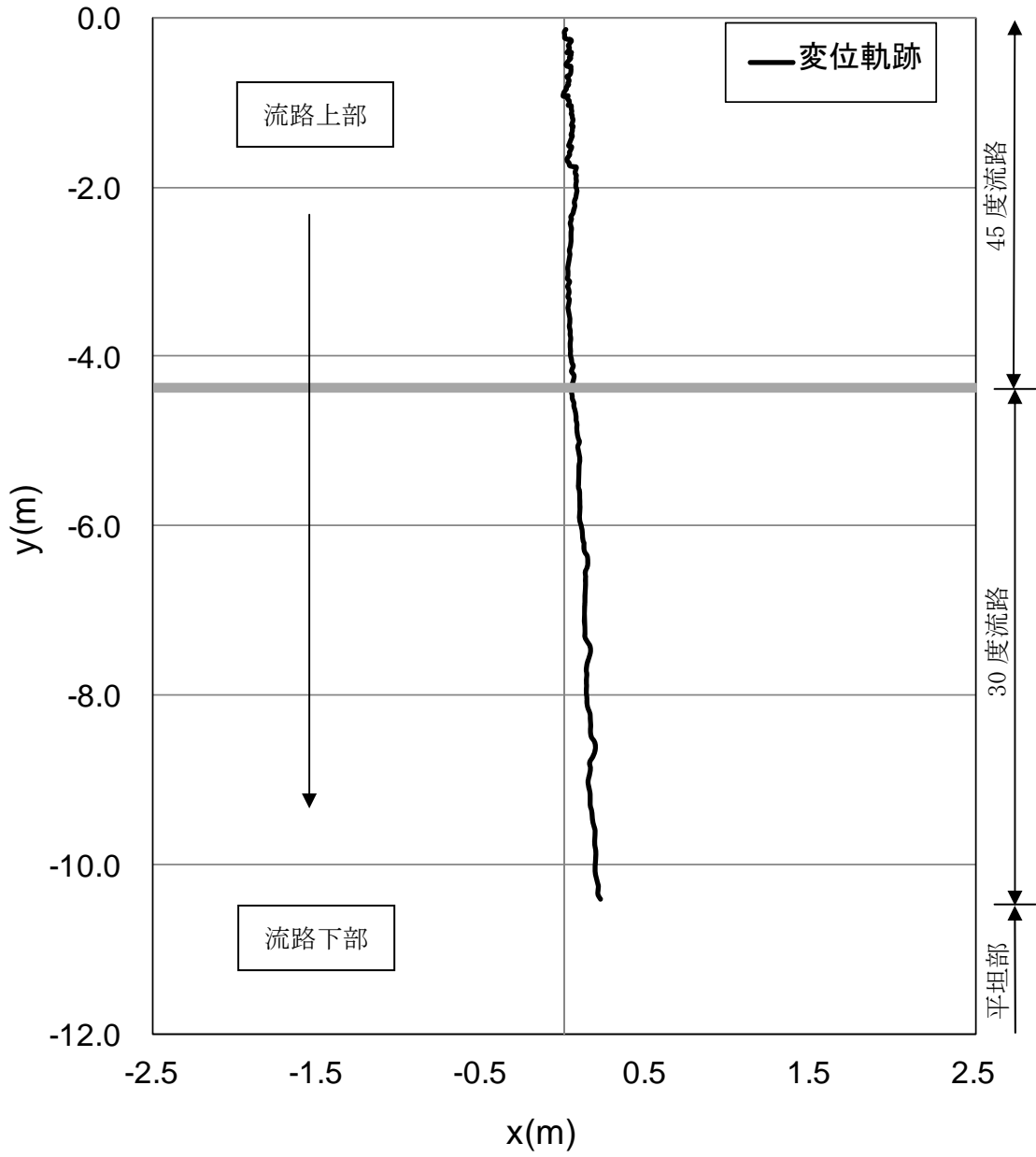


図 9.2.108 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.109 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

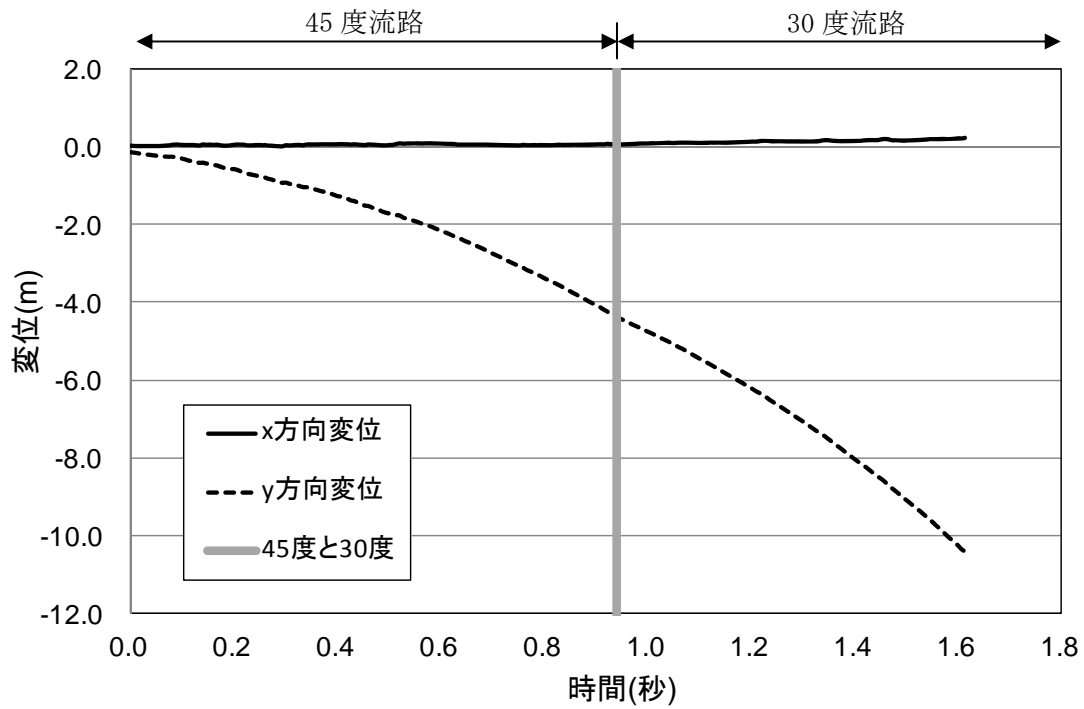


図 9.2.109(a) 岩塊模型の変位履歴

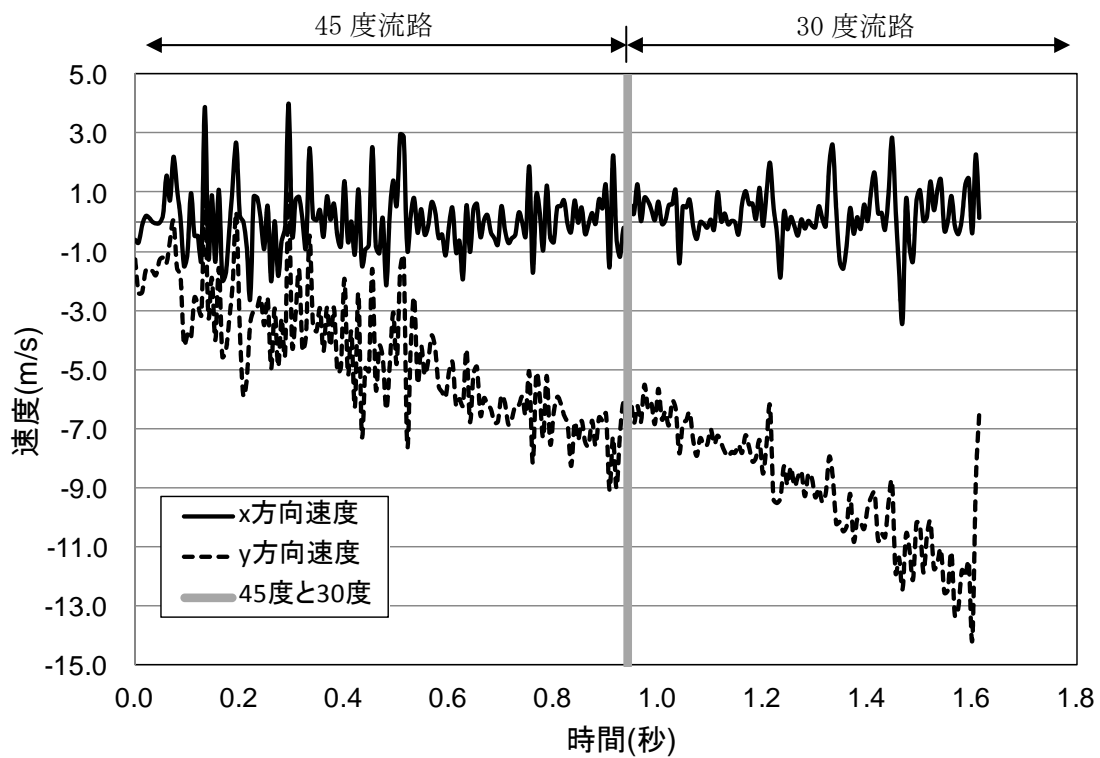


図 9.2.109(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.110 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

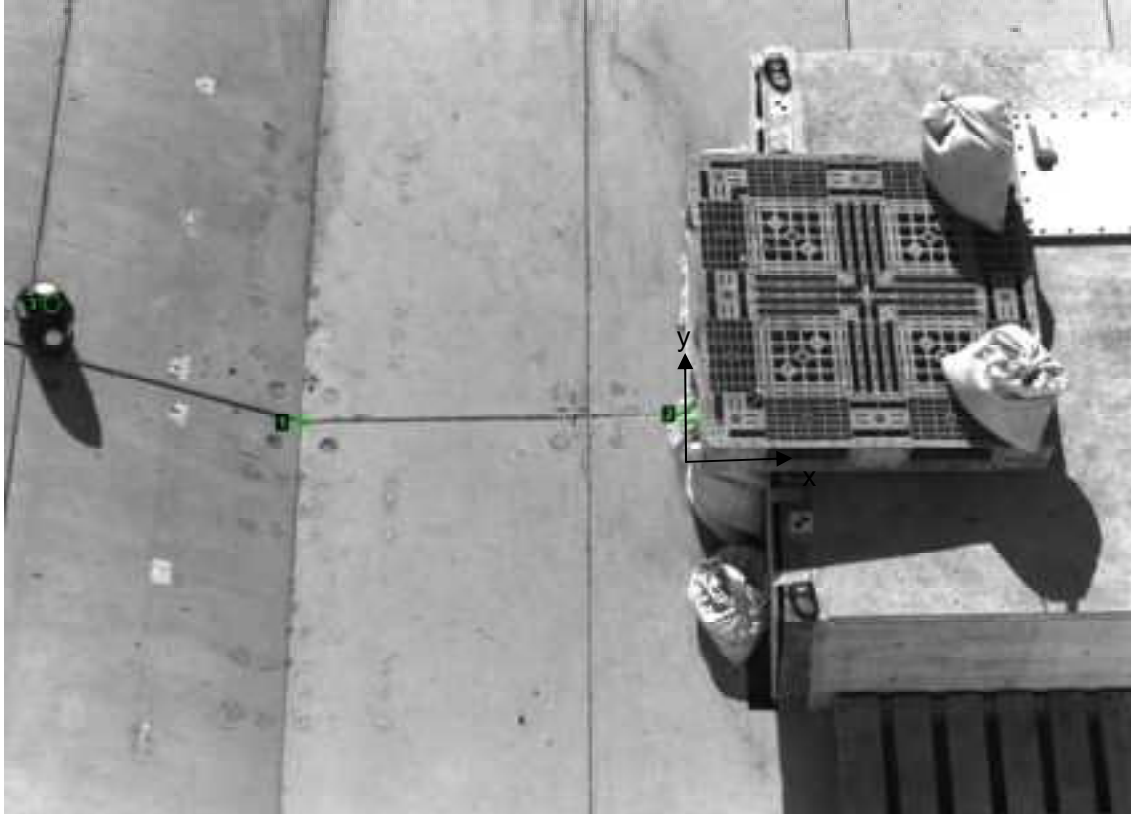


図 9.2.110 解析に用いた標点の位置

図 9.2.111 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

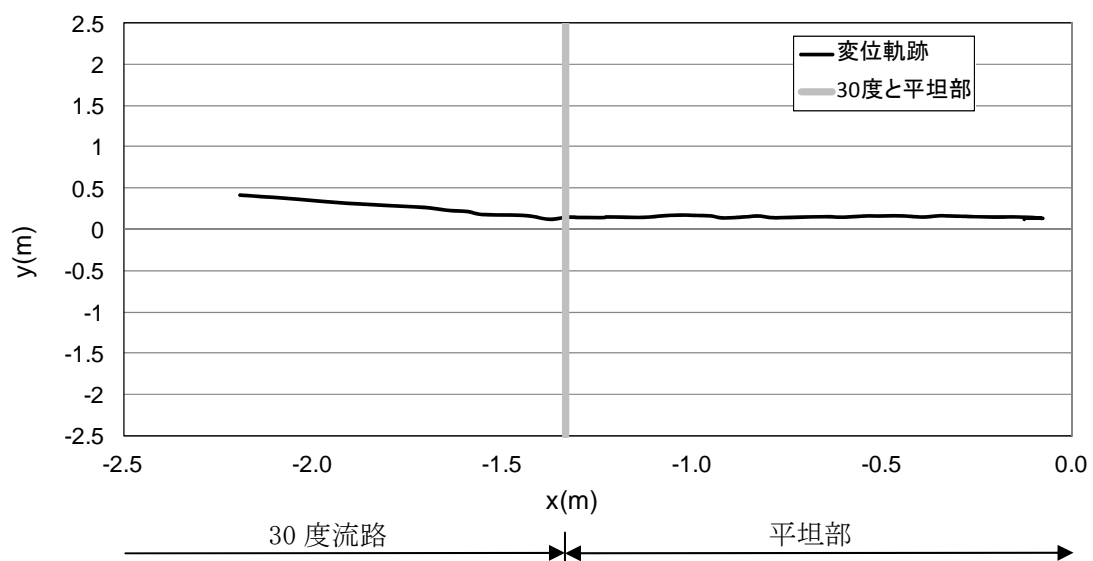


図 9.2.111 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.112 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時に急激な速度低下を示した。

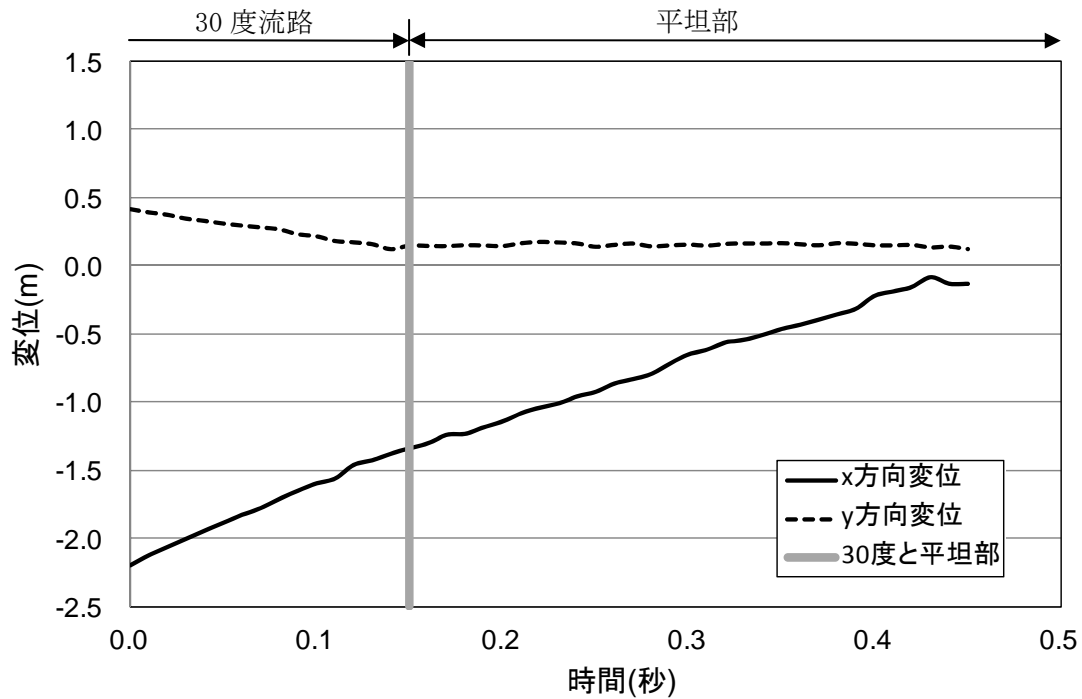


図 9.2.112(a) 岩塊模型の変位履歴

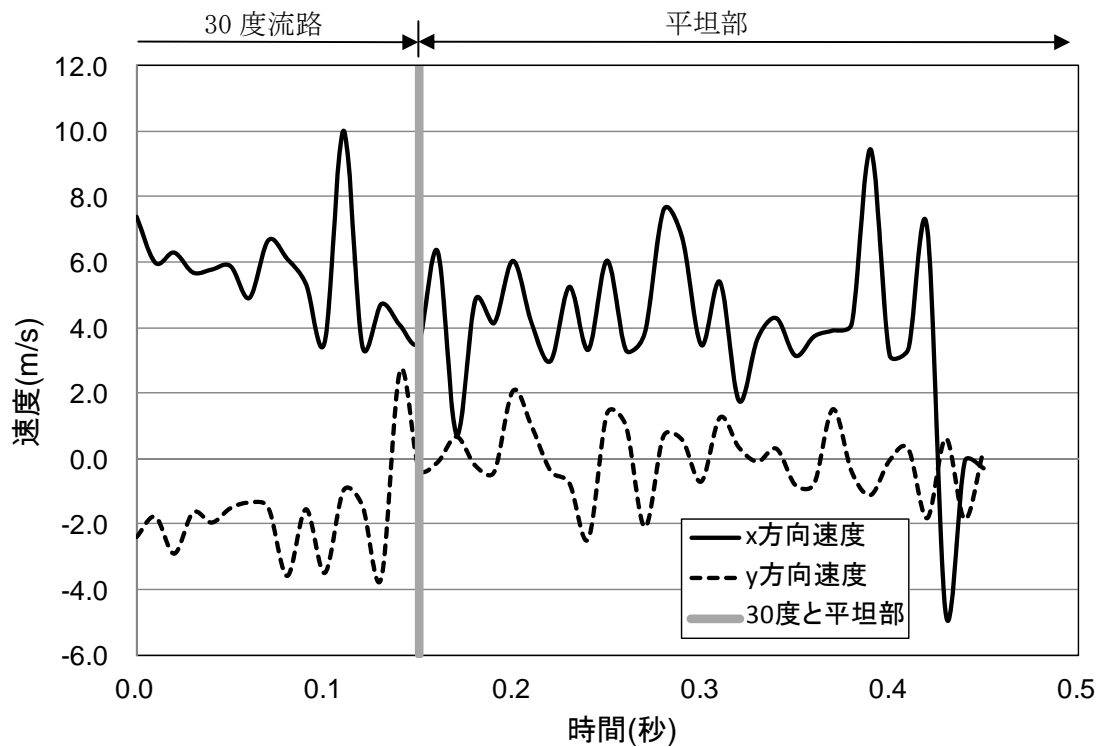


図 9.2.112(b) 岩塊模型の速度履歴



(5) No.9 塊状 20cm 平面上

① 流路横

図 9.2.113 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.113 解析に用いた標点の位置

図 9.2.114 に岩塊模型の変位軌跡を示す。目立った跳ね返りは見られず、岩塊の回転挙動が見られた。

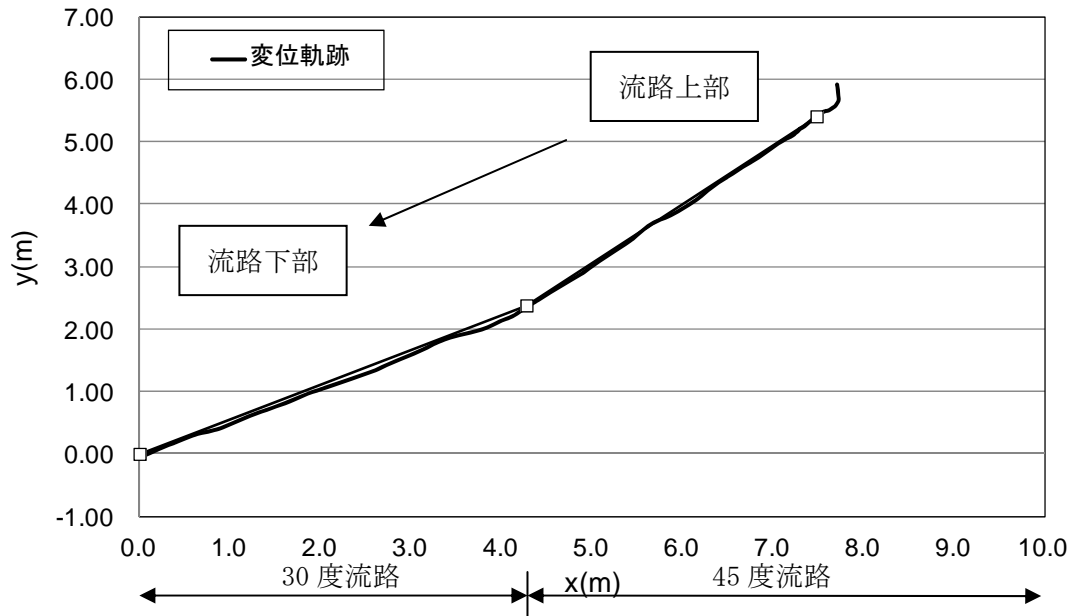


図 9.2.114 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.115 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

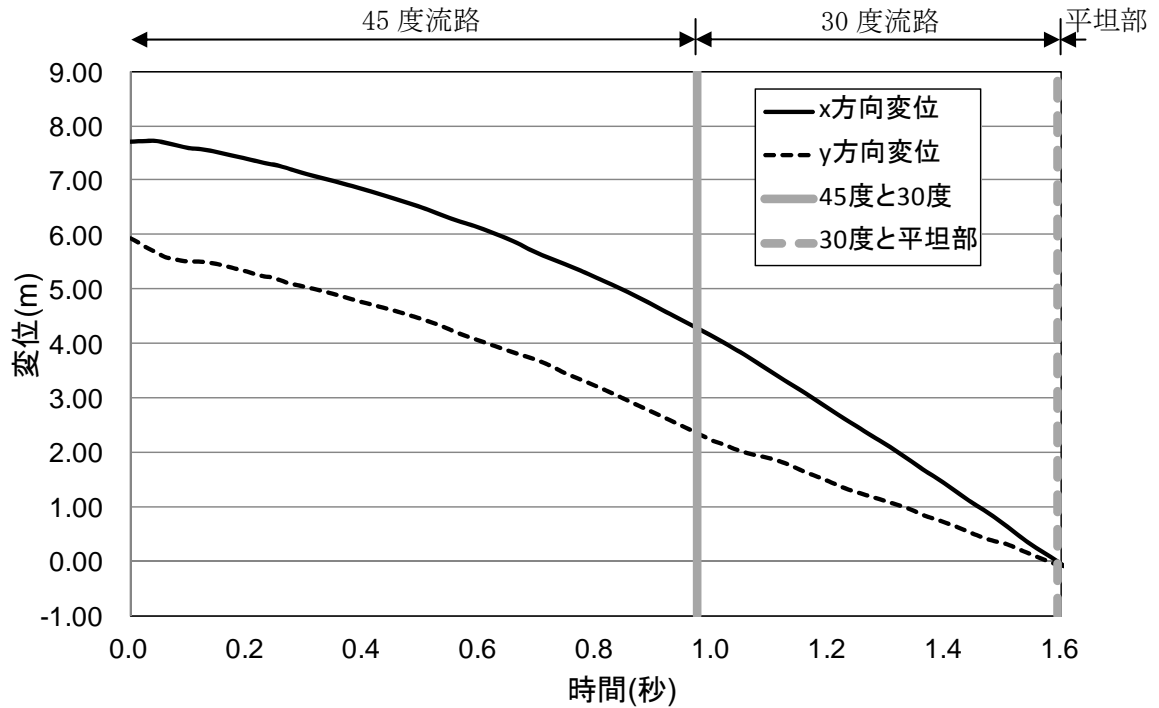


図 9.2.115(a) 岩塊模型の変位履歴

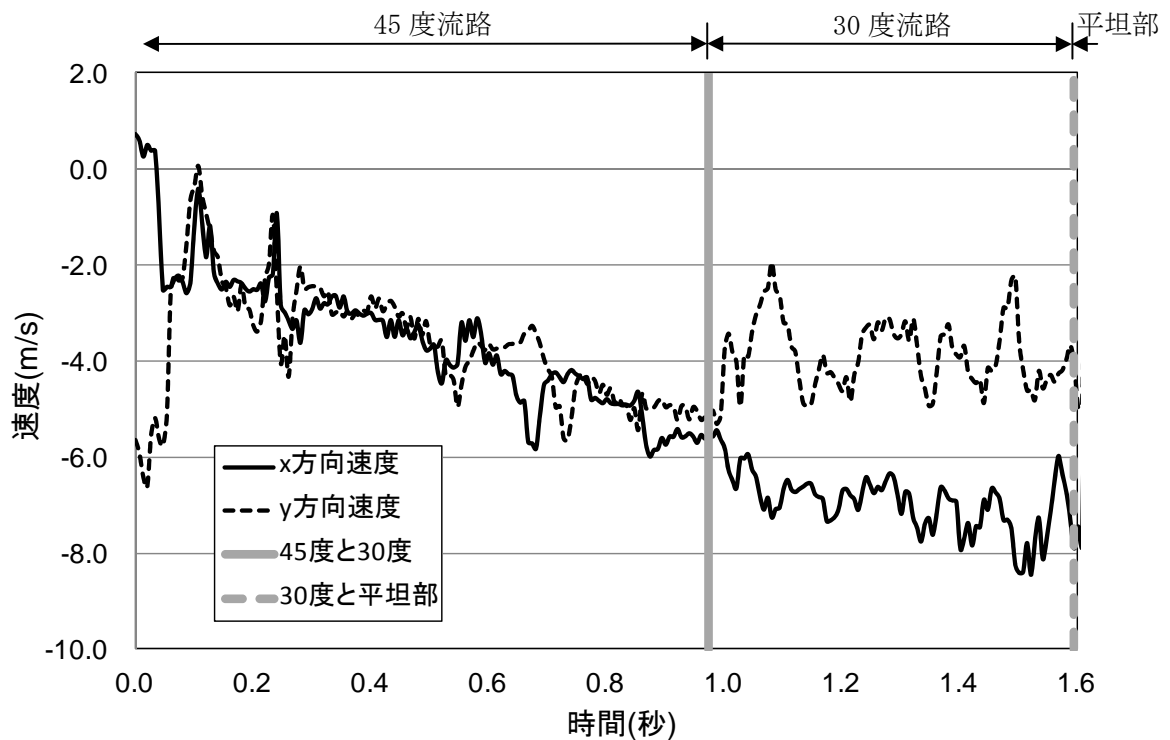


図 9.2.115(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.116 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡からは目立った挙動は見られなかった。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、45 度流路部と 30 度流路部の境界付近では速度が低下し、その後は目立った速度変化は見られなかった。

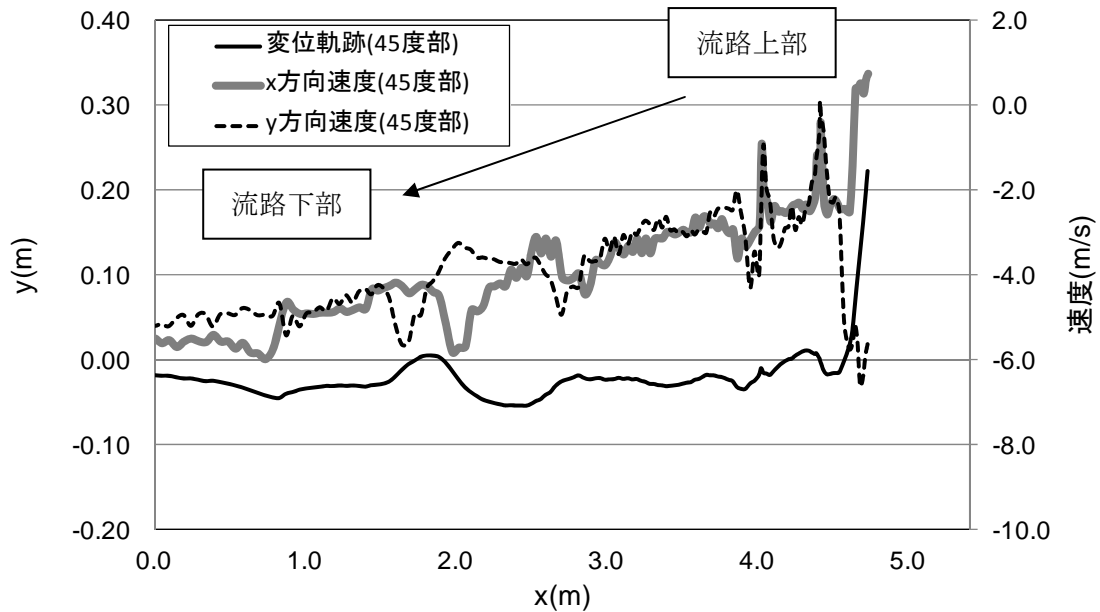


図 9.2.116+(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

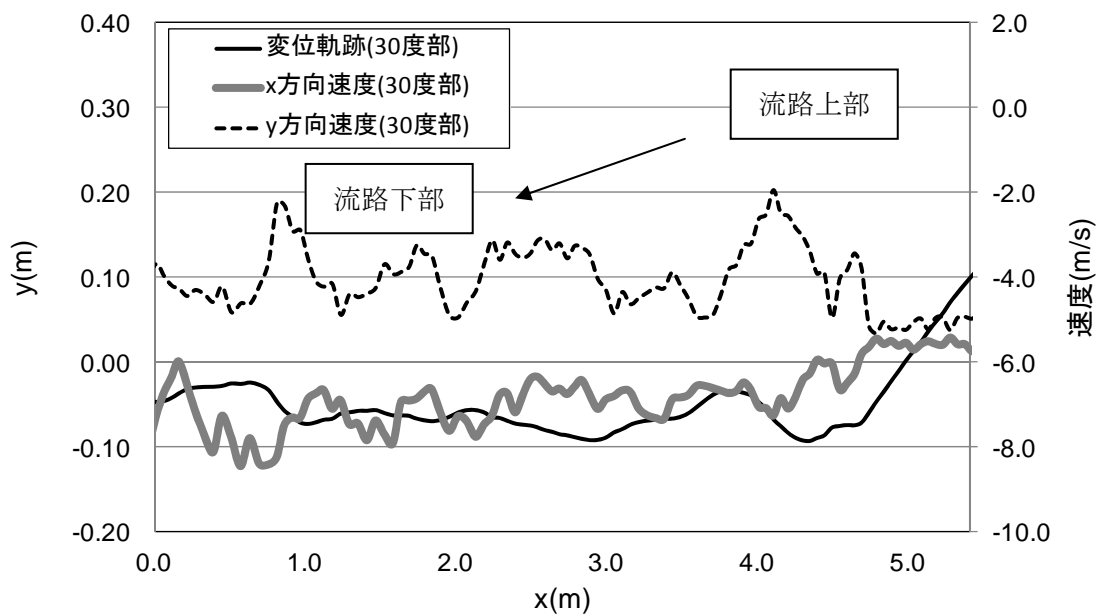


図 9.2.116(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.117 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

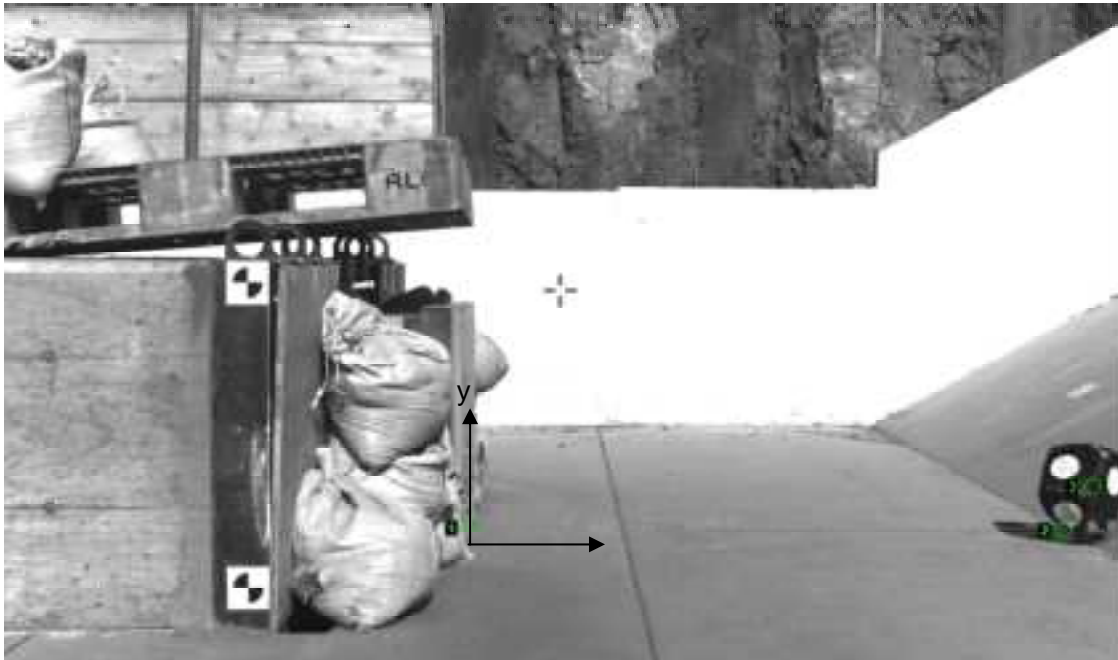


図 9.2.117 解析に用いた標点の位置

図 9.2.118 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

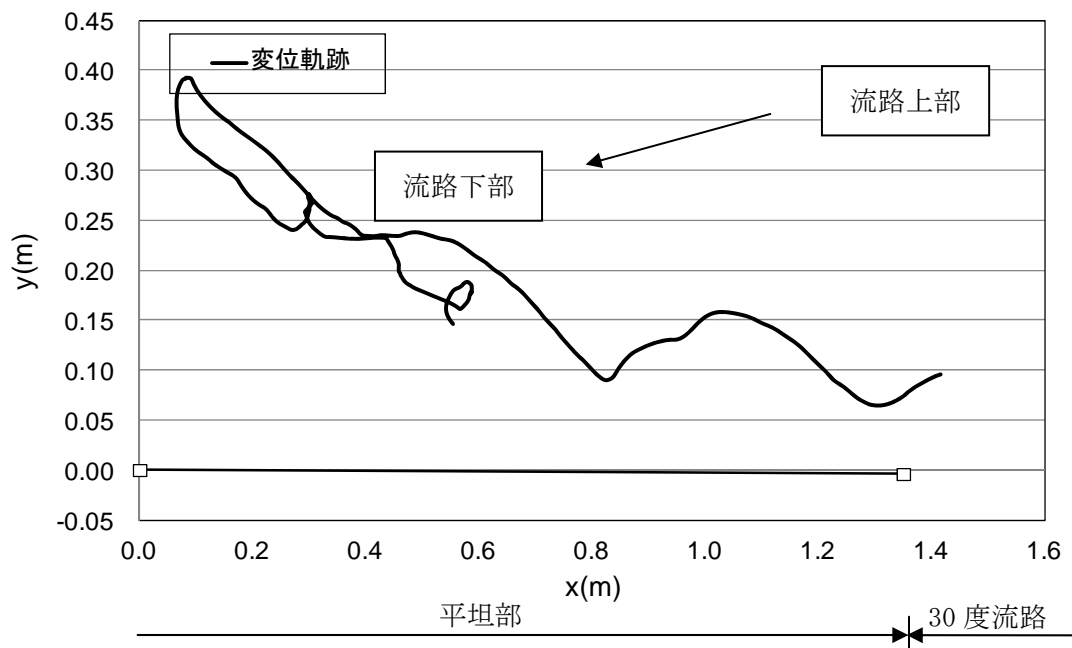


図 9.2.118 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.119 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度低下が生じ、y 方向成分は速度が上がり、両成分ともロードセル衝突時に速度が低下し、その後、ゼロに収束する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.2 秒付近である。

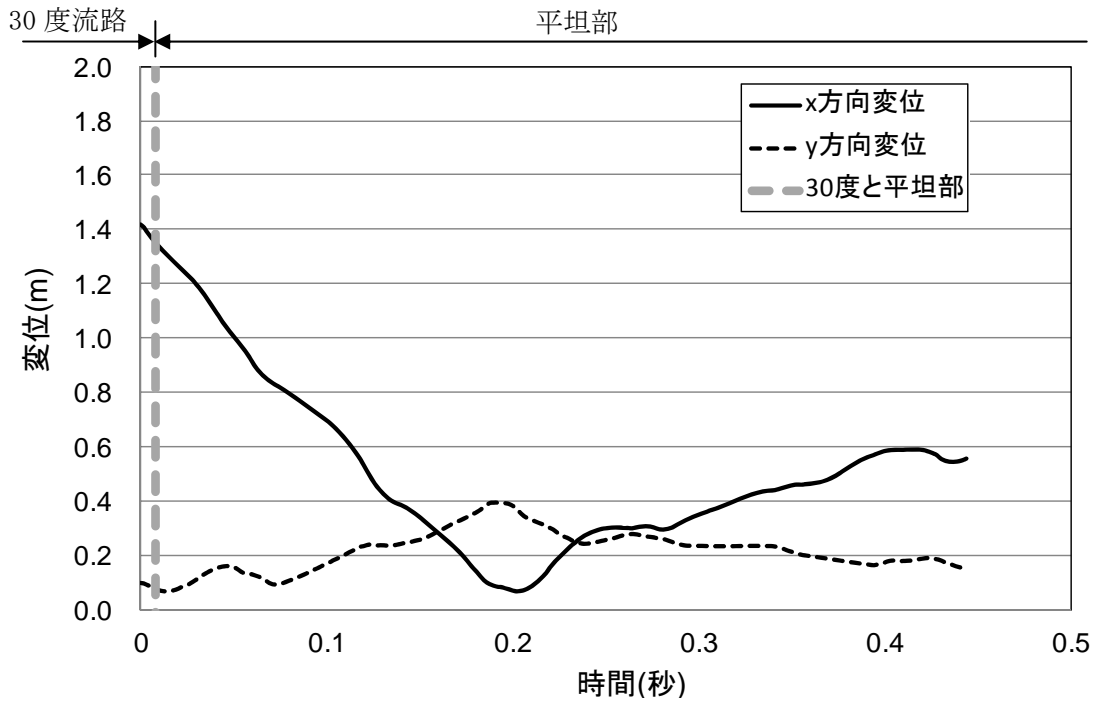


図 9.2.119(a) 岩塊模型の変位履歴

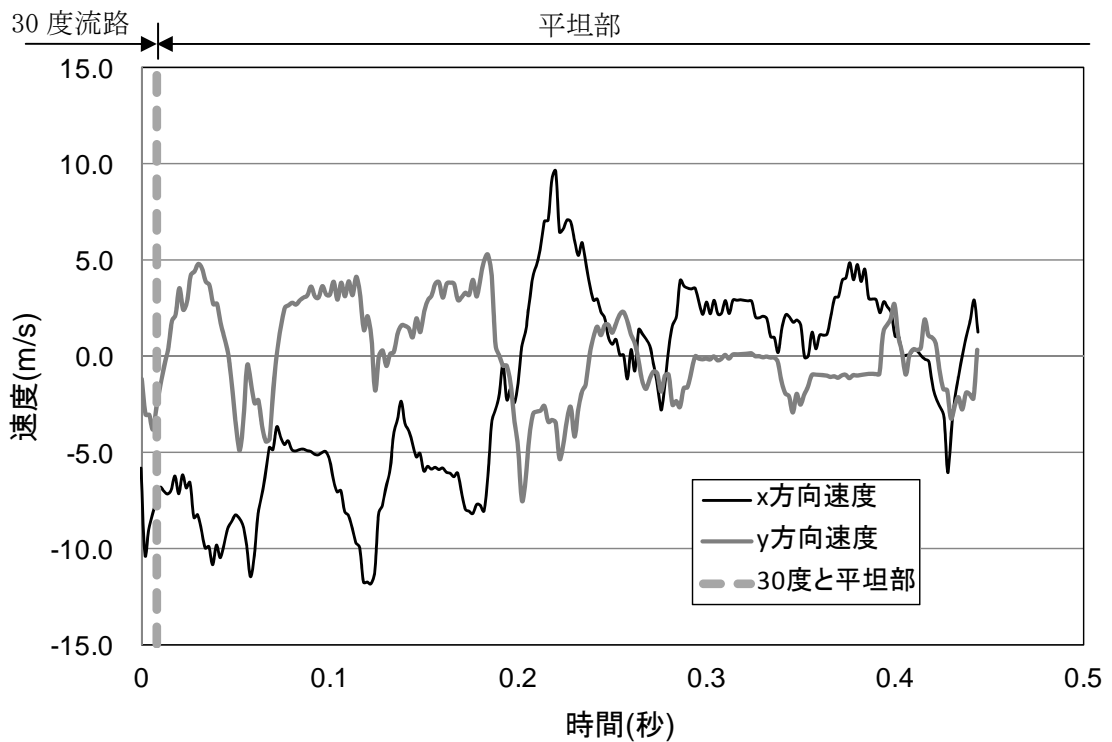


図 9.2.119(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.120 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

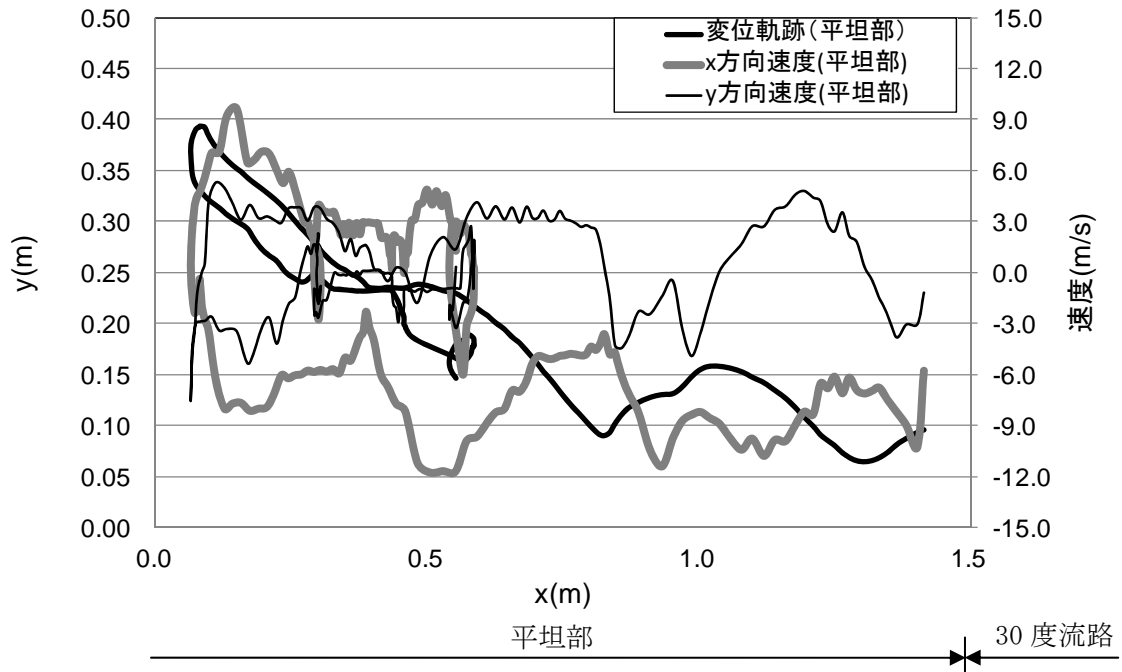


図 9.2.120 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.121 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

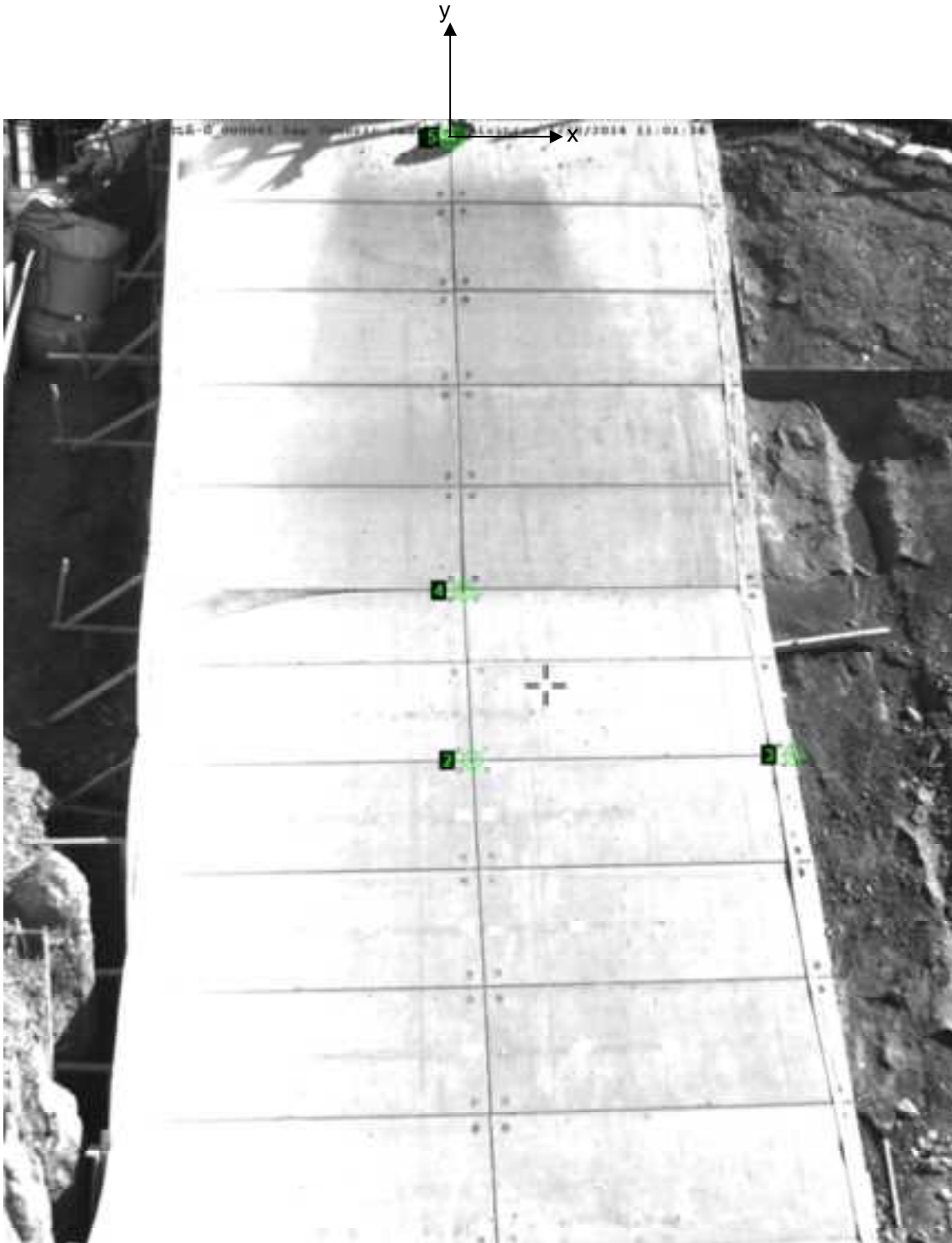


図 9.2.121 解析に用いた標点の位置



図 9.2.122 に岩塊模型の変位軌跡を示す。30 度流路部中間で左右に揺れながら落下する挙動があるものの、基本的には流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

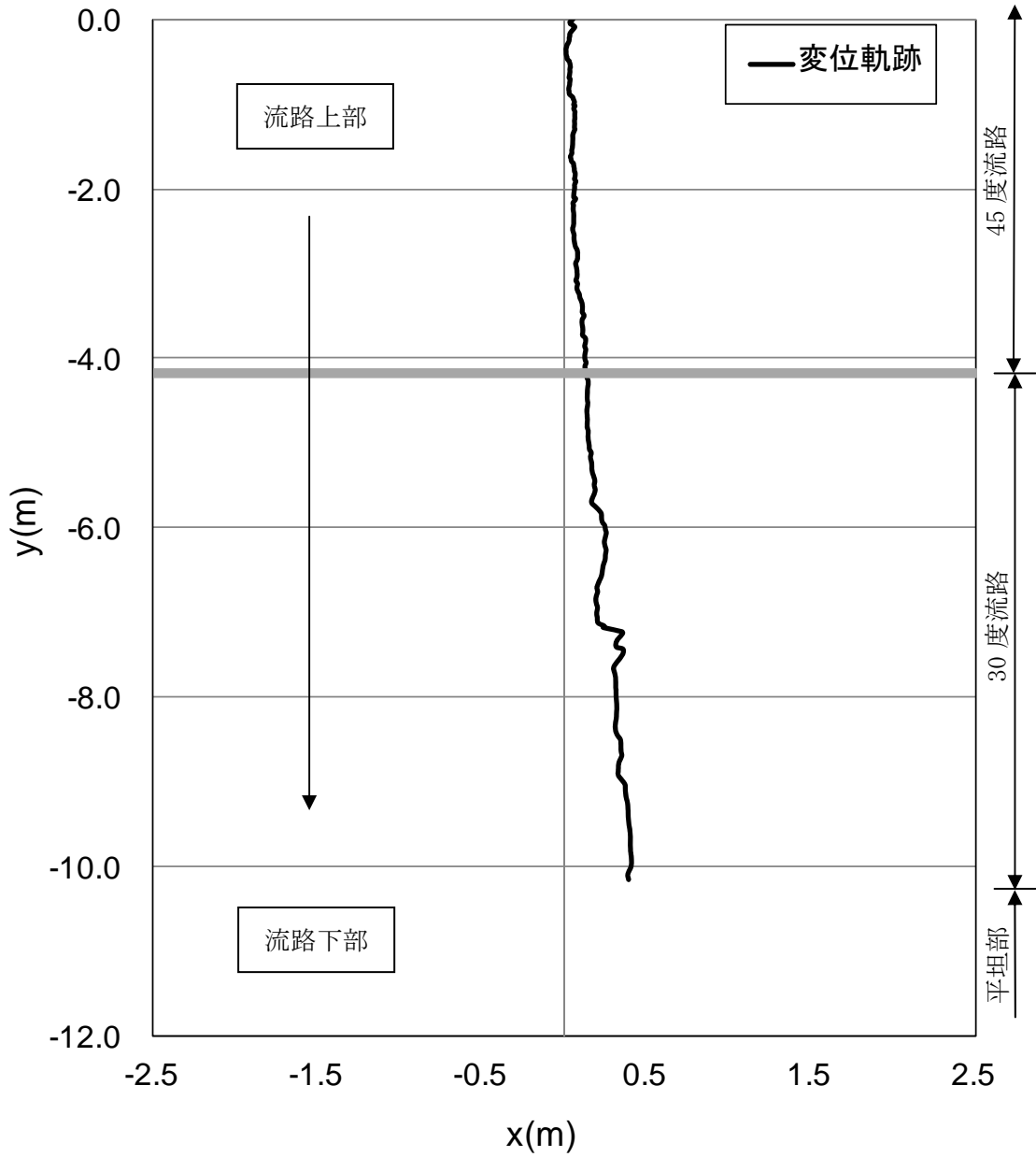


図 9.2.122 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.123 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

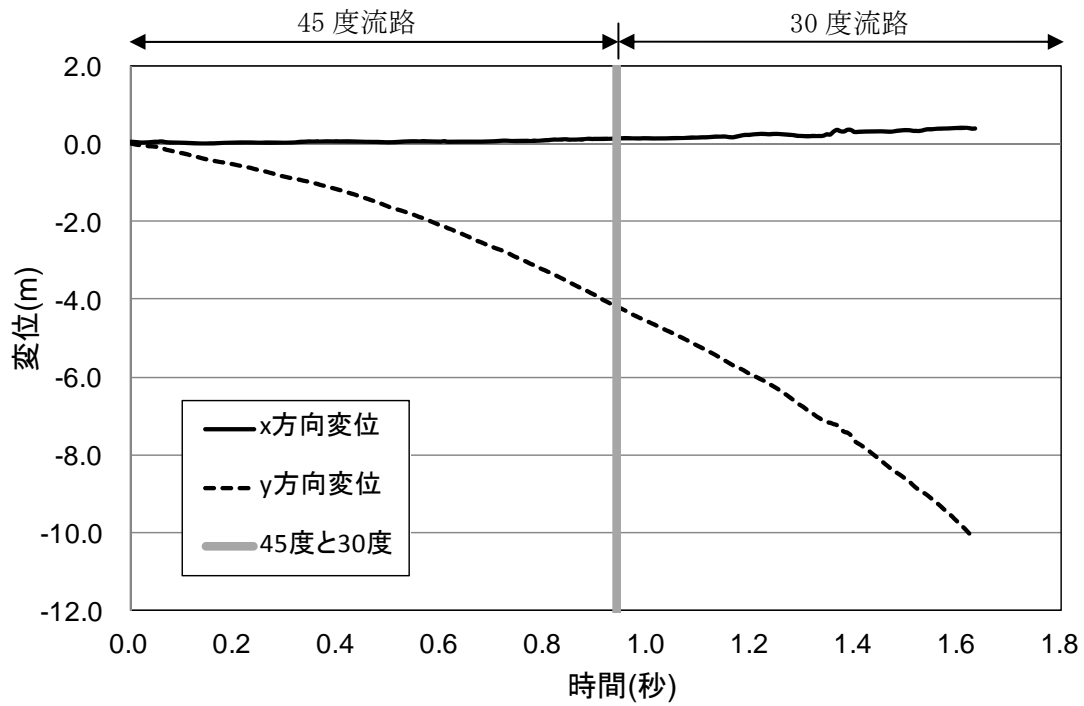


図 9.2.123(a) 岩塊模型の変位履歴

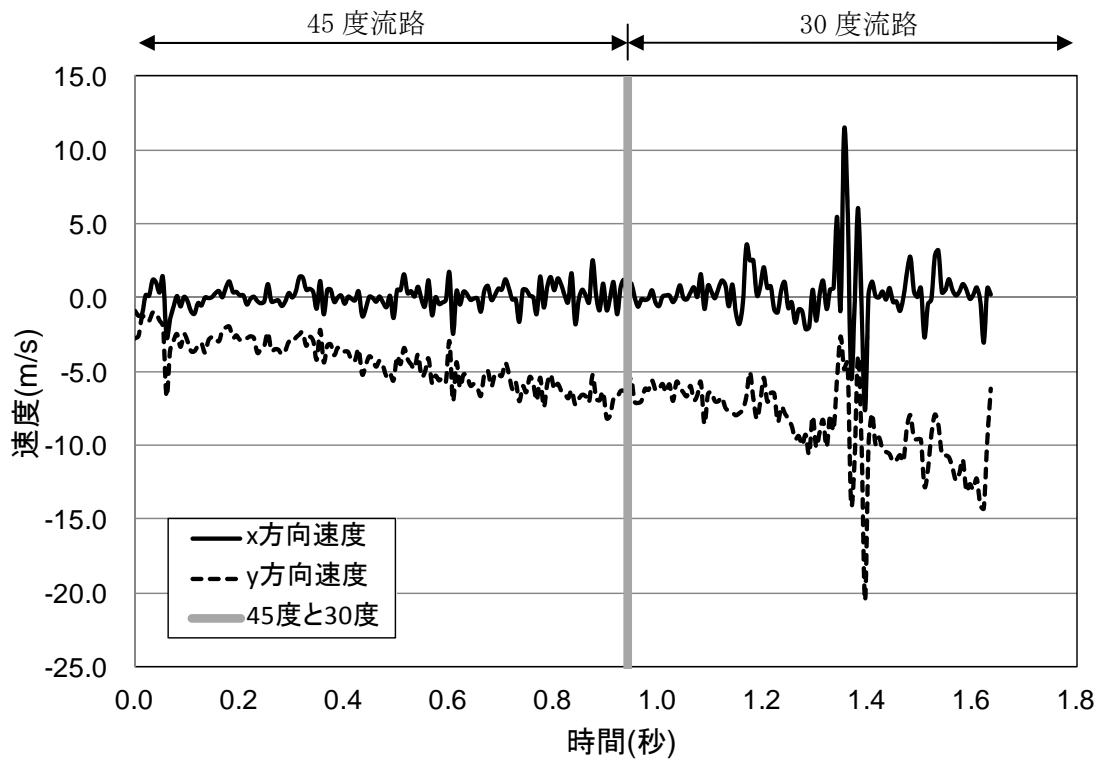


図 9.2.123(b) 岩塊模型の速度履歴

#### ④ 平坦部上

図 9.2.124 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

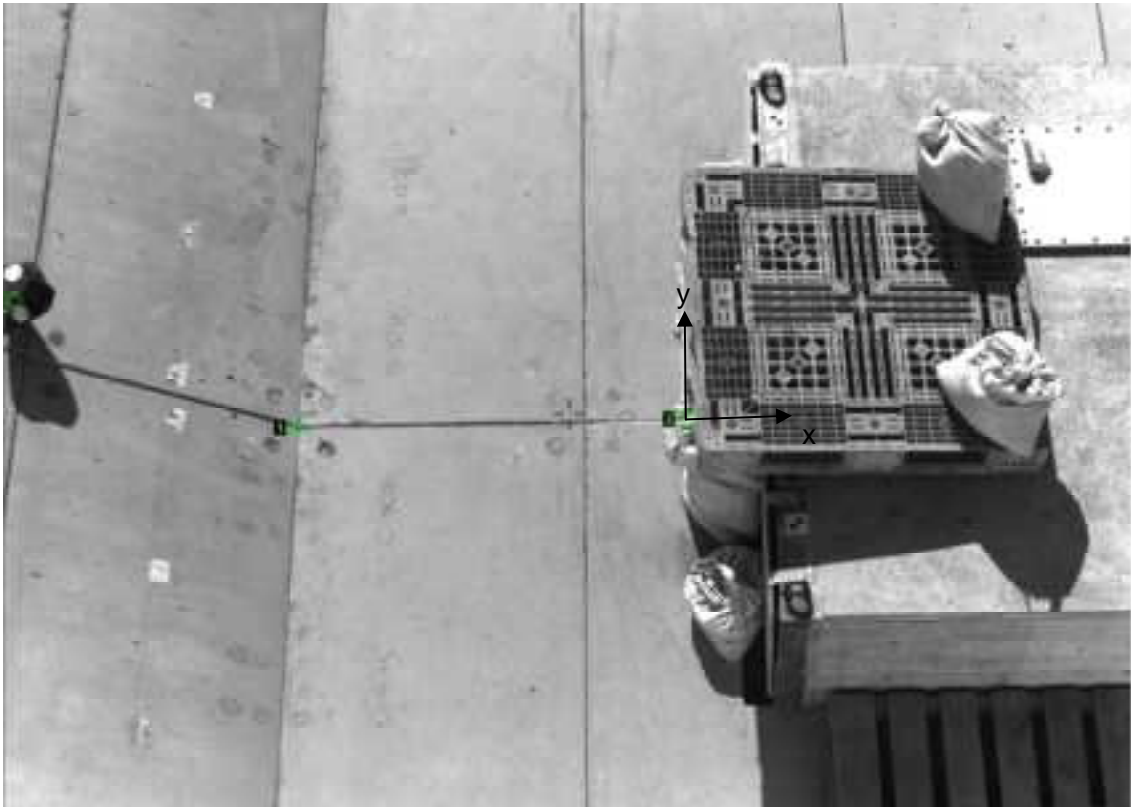


図 9.2.124 解析に用いた標点の位置

図 9.2.125 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

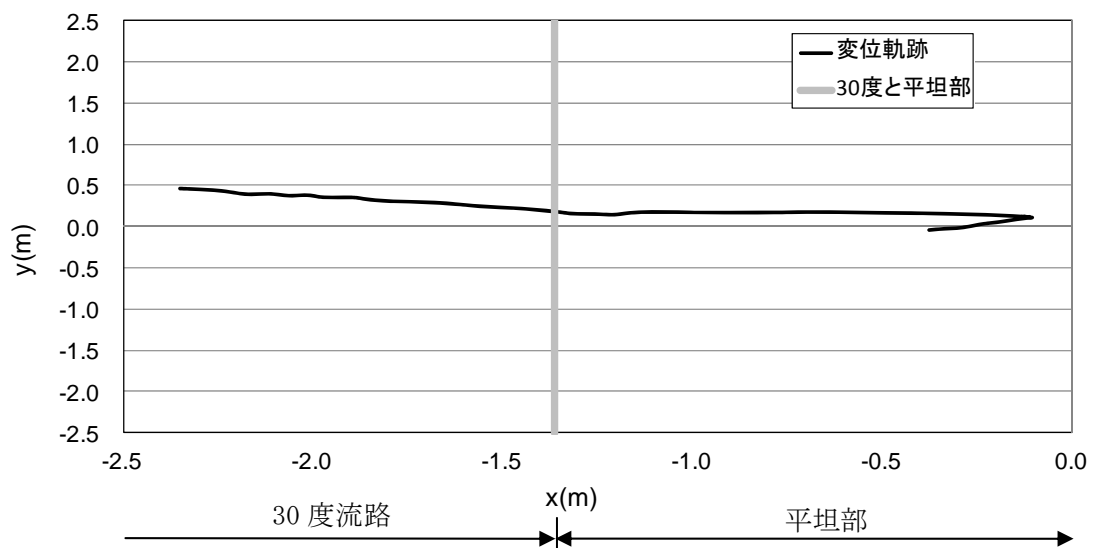


図 9.2.125 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 126 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

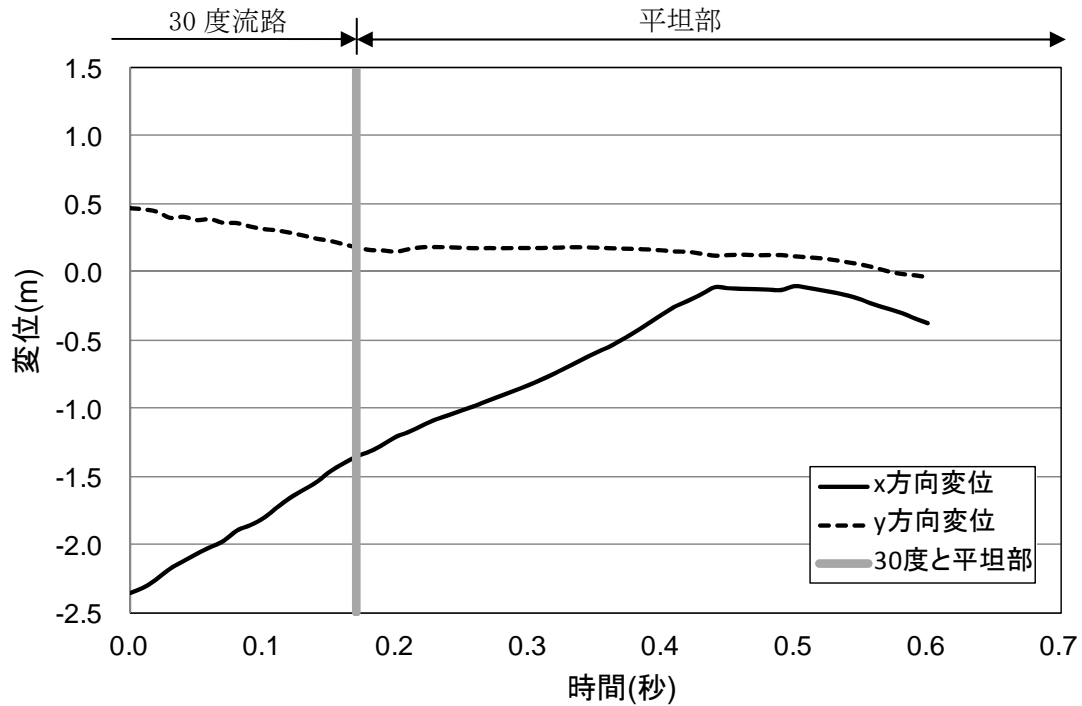


図 9. 2. 126(a) 岩塊模型の変位履歴

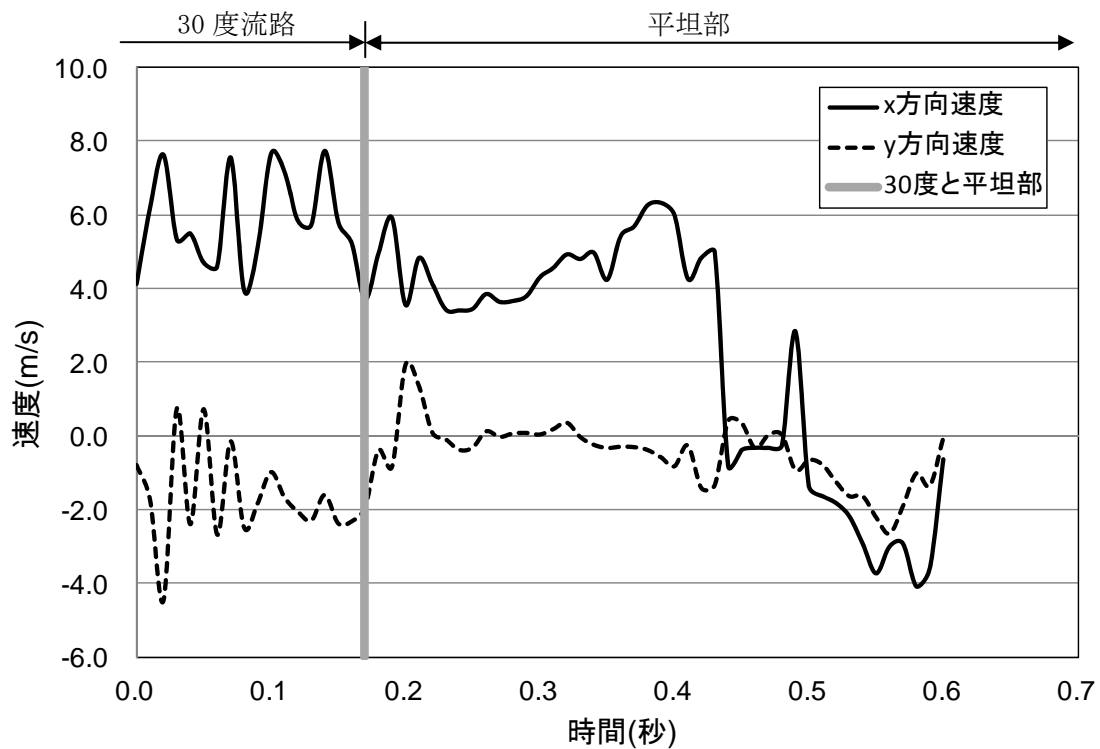


図 9. 2. 126(b) 岩塊模型の速度履歴

(6) No.10 板状 20cm 平面上

① 流路横

図 9.2.127 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.127 解析に用いた標点の位置

図 9.2.128 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

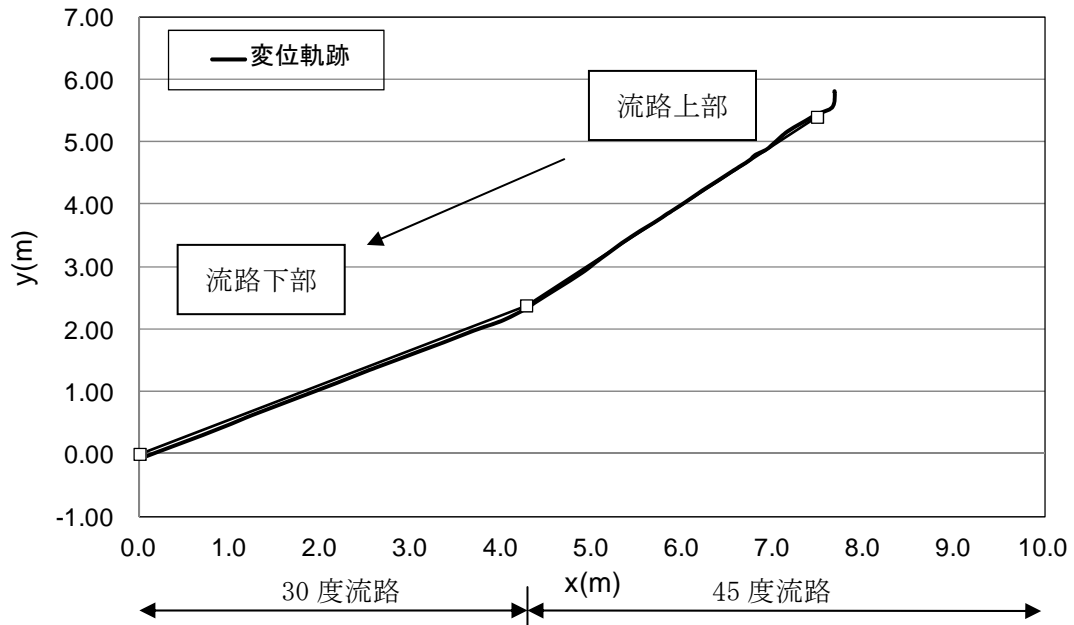


図 9.2.128 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.129 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

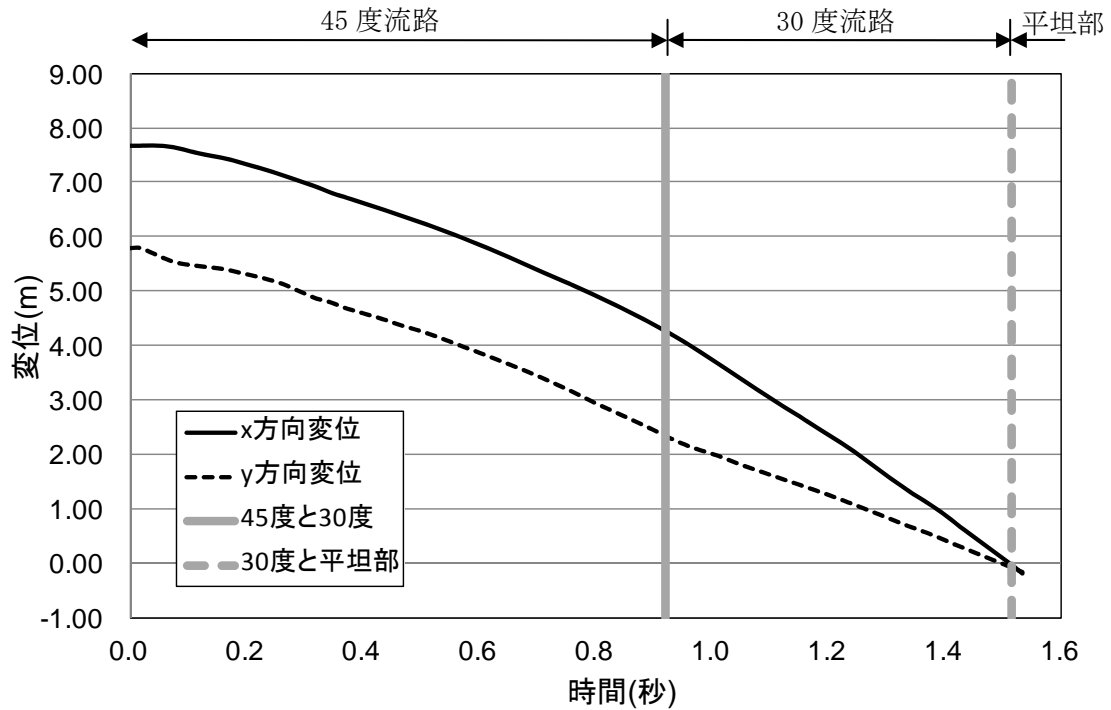


図 9.2.129(a) 岩塊模型の変位履歴

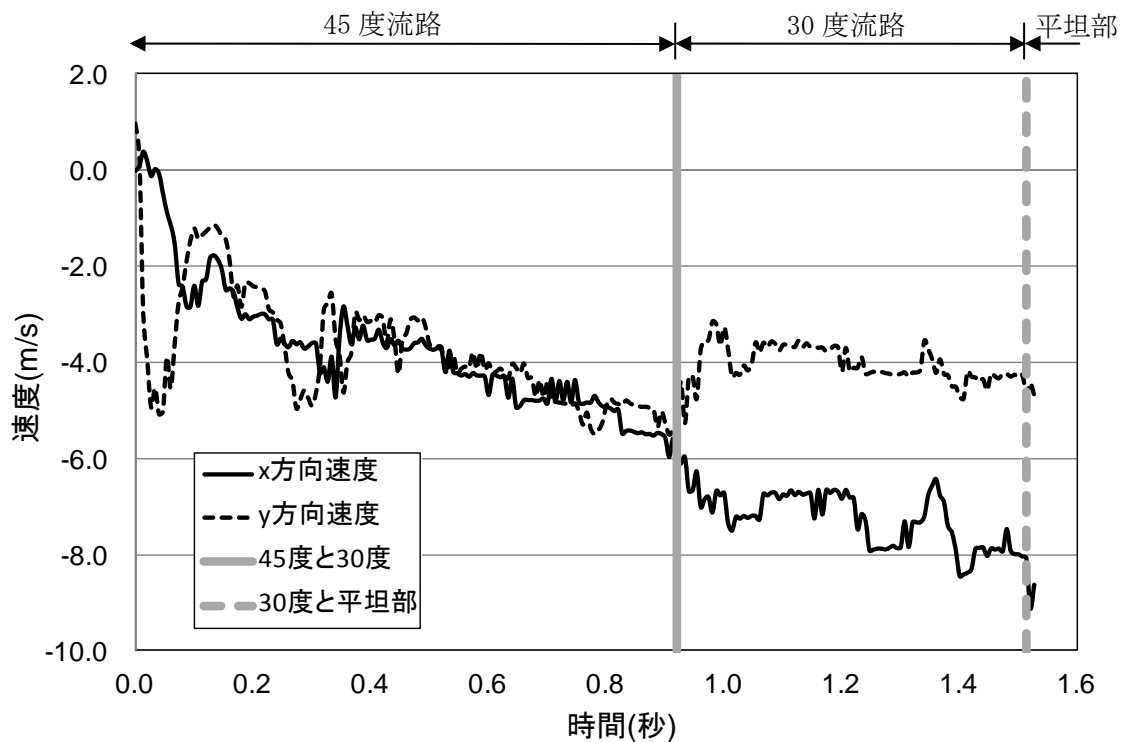


図 9.2.129(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.130 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路では上がる挙動を示し、45 度流路部と 30 度流路部の境界付近では速度が低下し、その後は目立った速度変化は見られなかった。

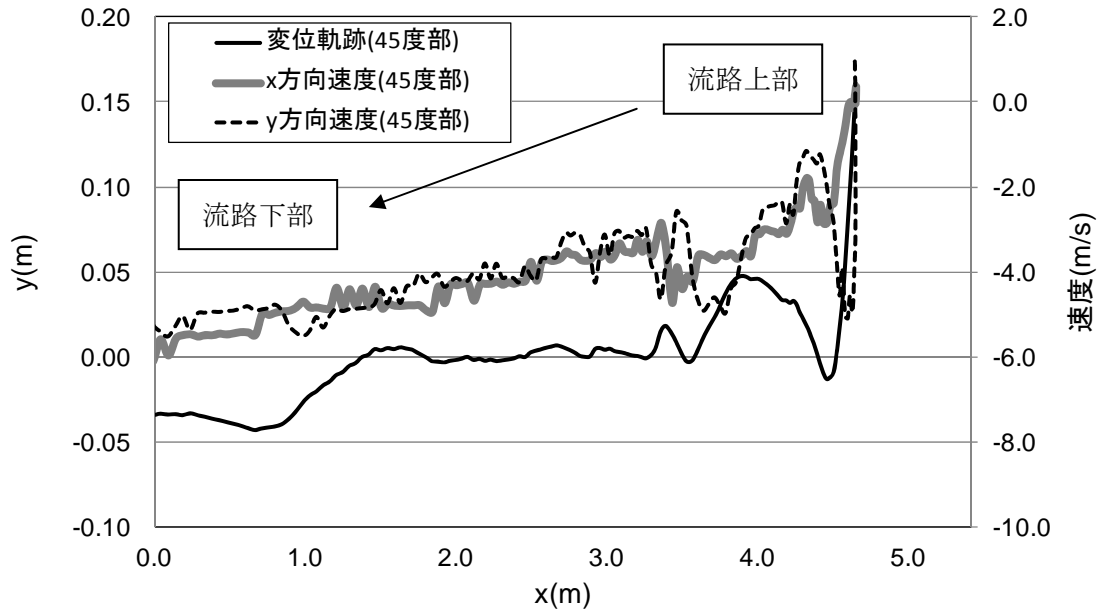


図 9.2.130(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

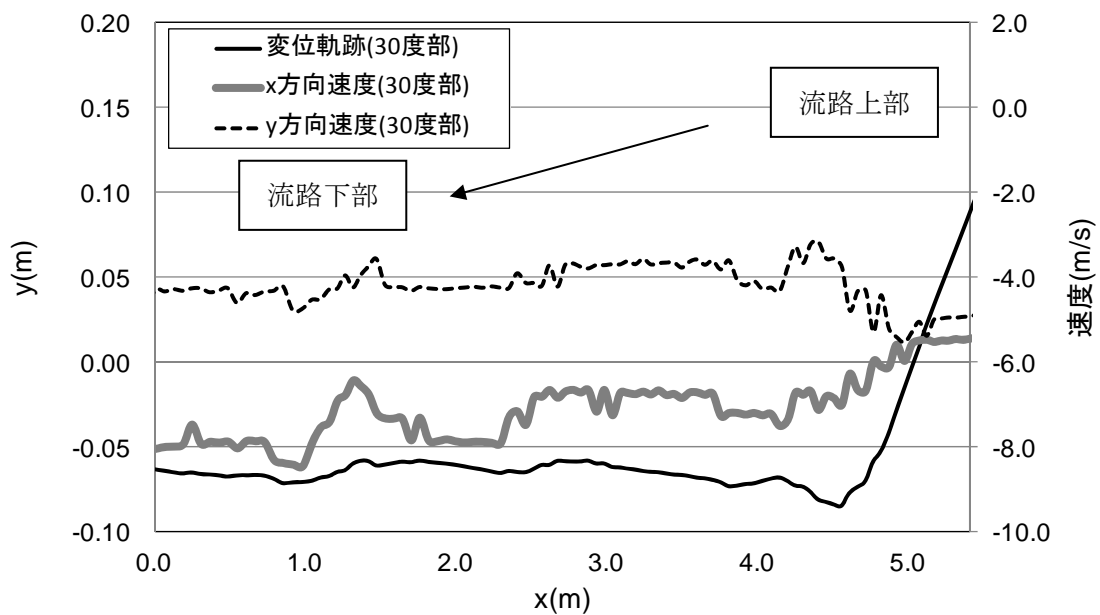


図 9.2.130(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡



② 平坦部横

図 9.2.131 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

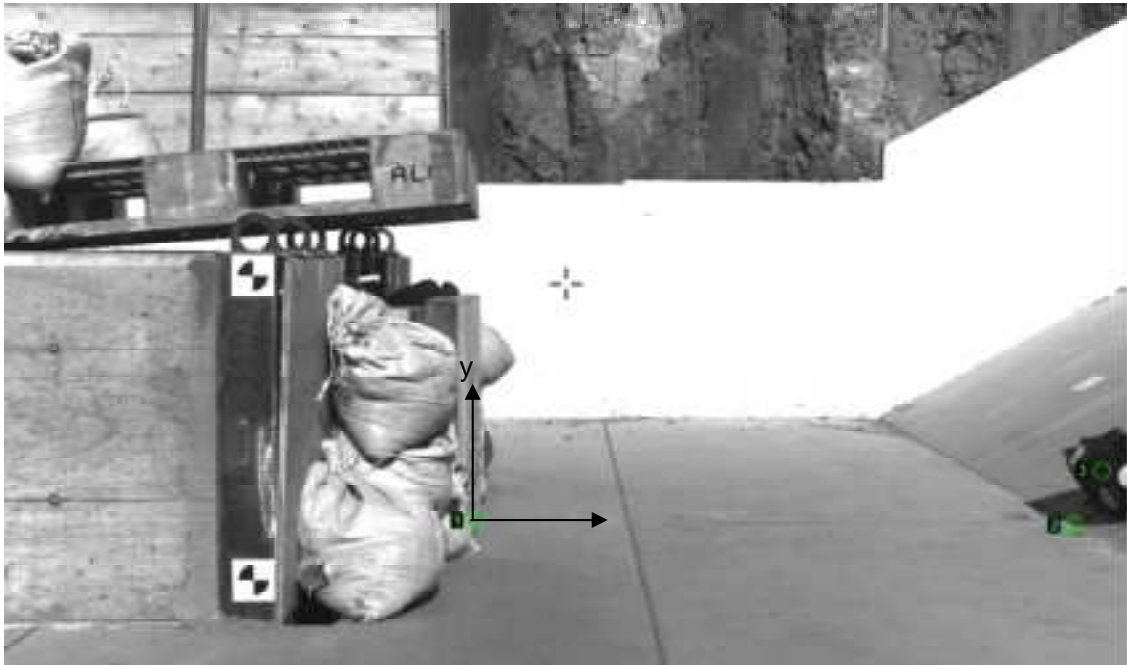


図 9.2.131 解析に用いた標点の位置

図 9.2.132 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

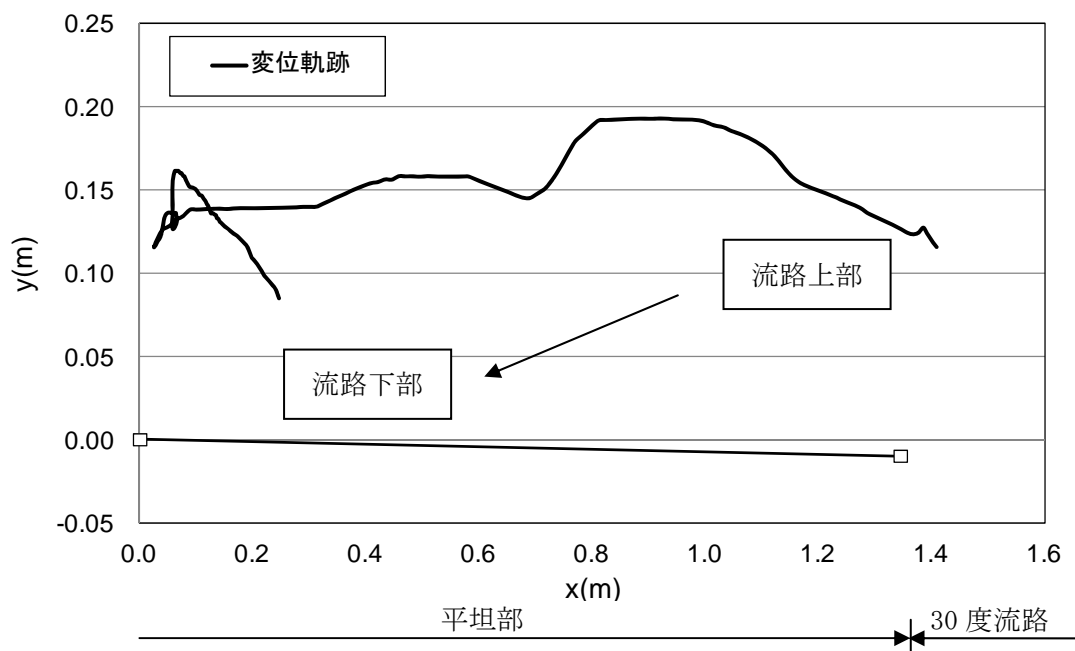


図 9.2.132 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.133 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、x 方向成分、y 方向成分とも目立った速度変化はなく、ロードセル衝突時に速度変化が見られた。なお、ロードセル衝突時間は 0.2~0.25 秒である。

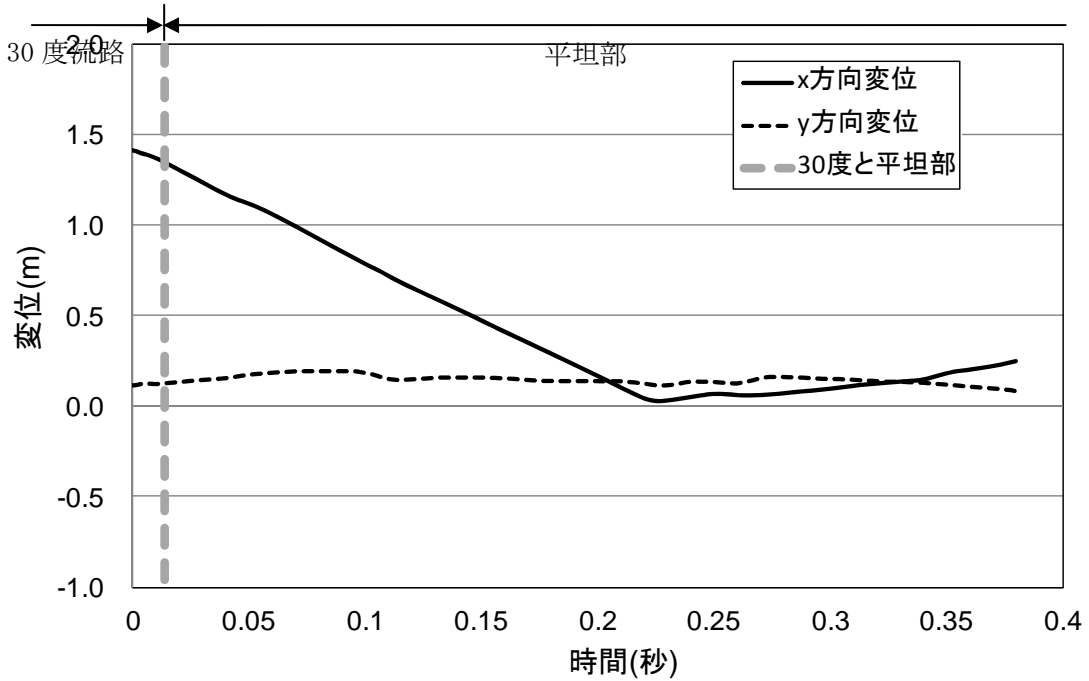


図 9.2.133(a) 岩塊模型の変位履歴

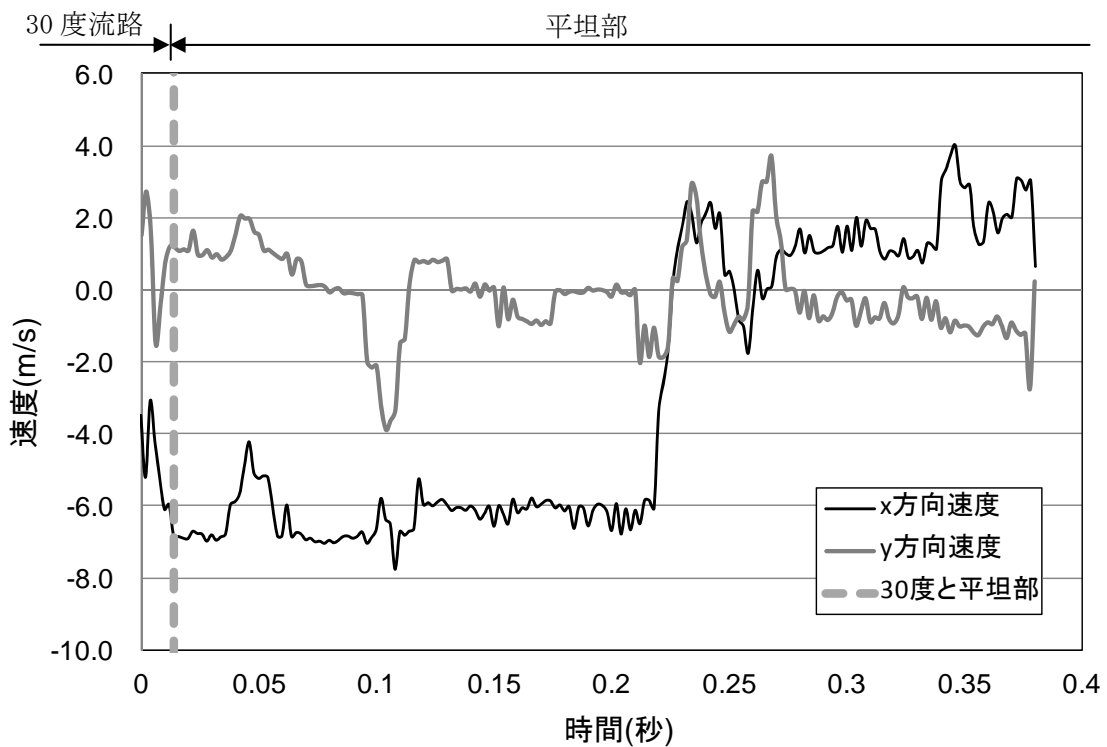


図 9.2.133(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.134 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

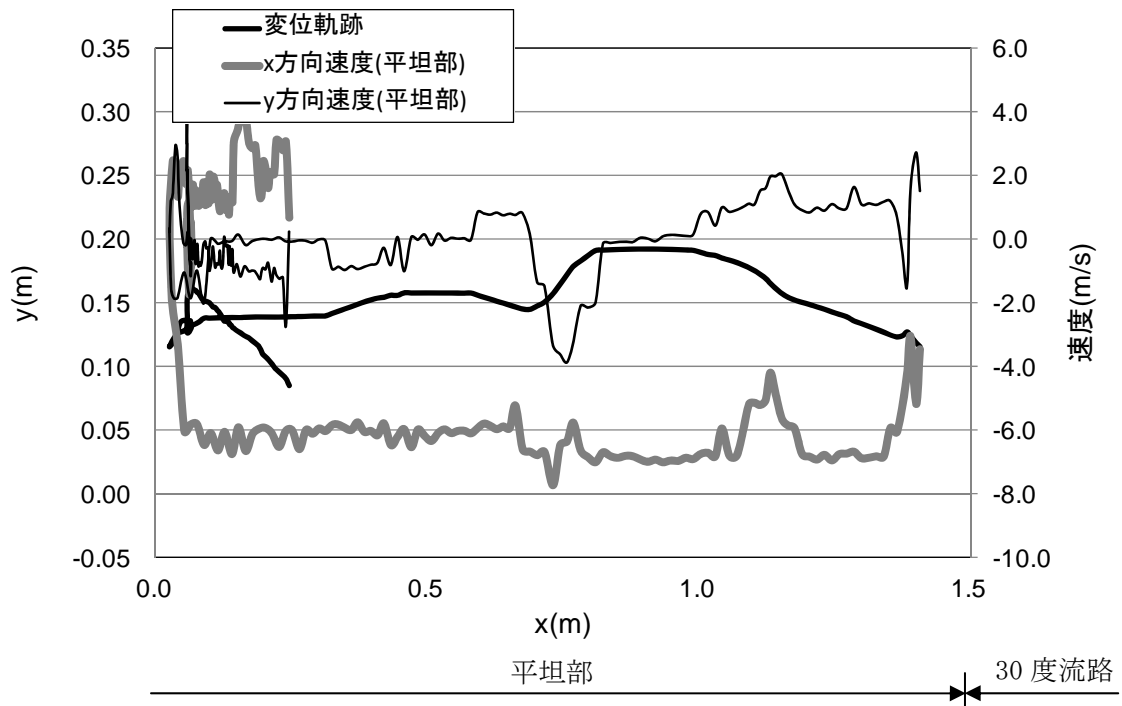


図 9.2.134 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.135 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向き座標補正を行った。

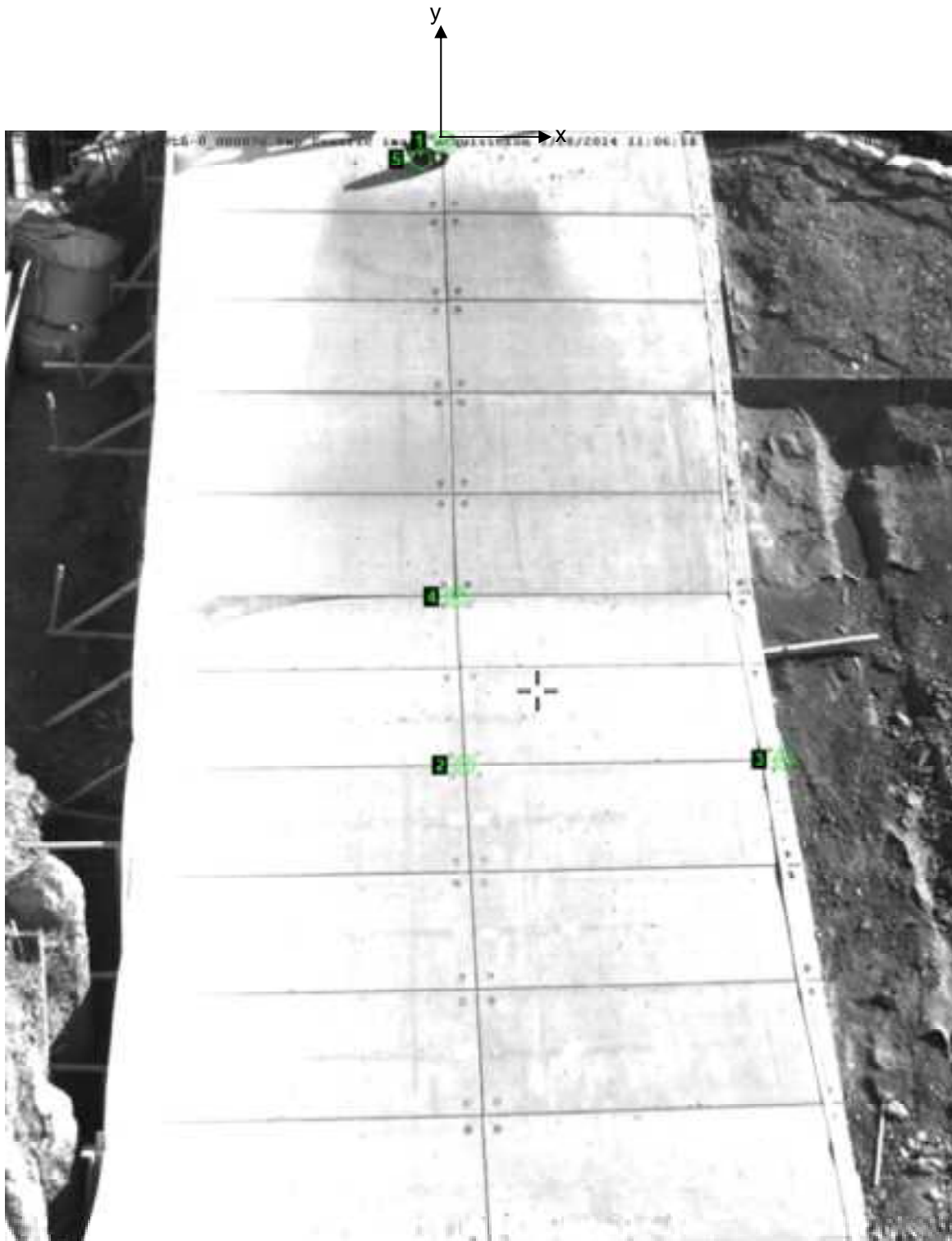


図 9.2.135 解析に用いた標点の位置

図 9.2.136 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

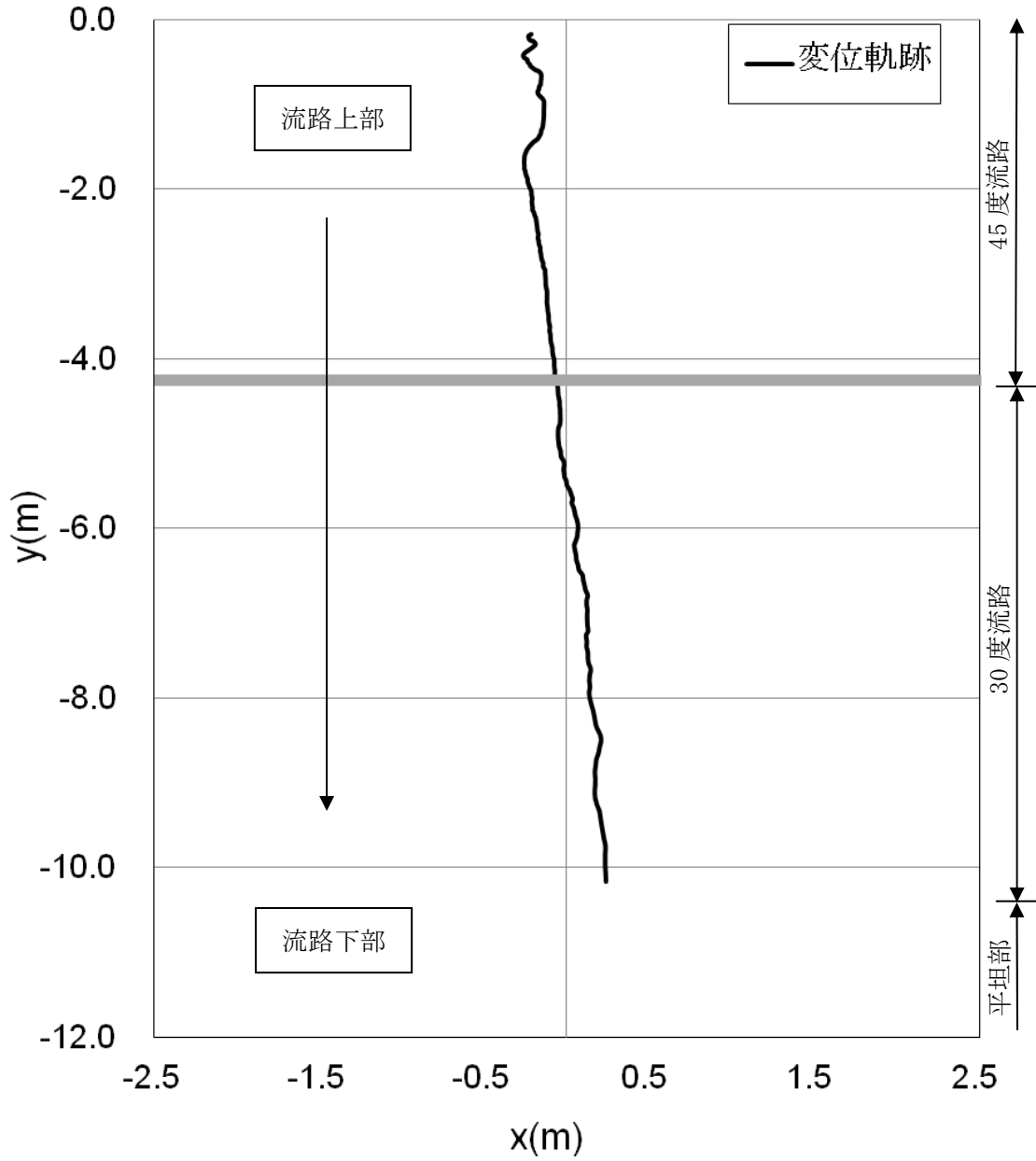


図 9.2.136 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.137 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

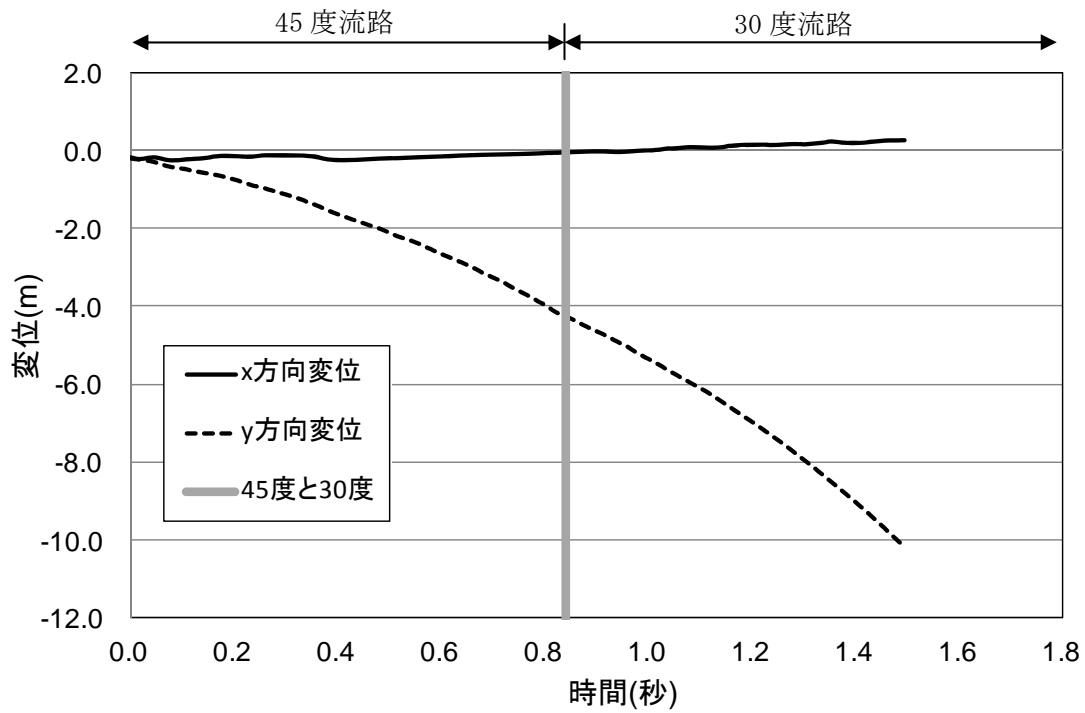


図 9.2.137(a) 岩塊模型の変位履歴

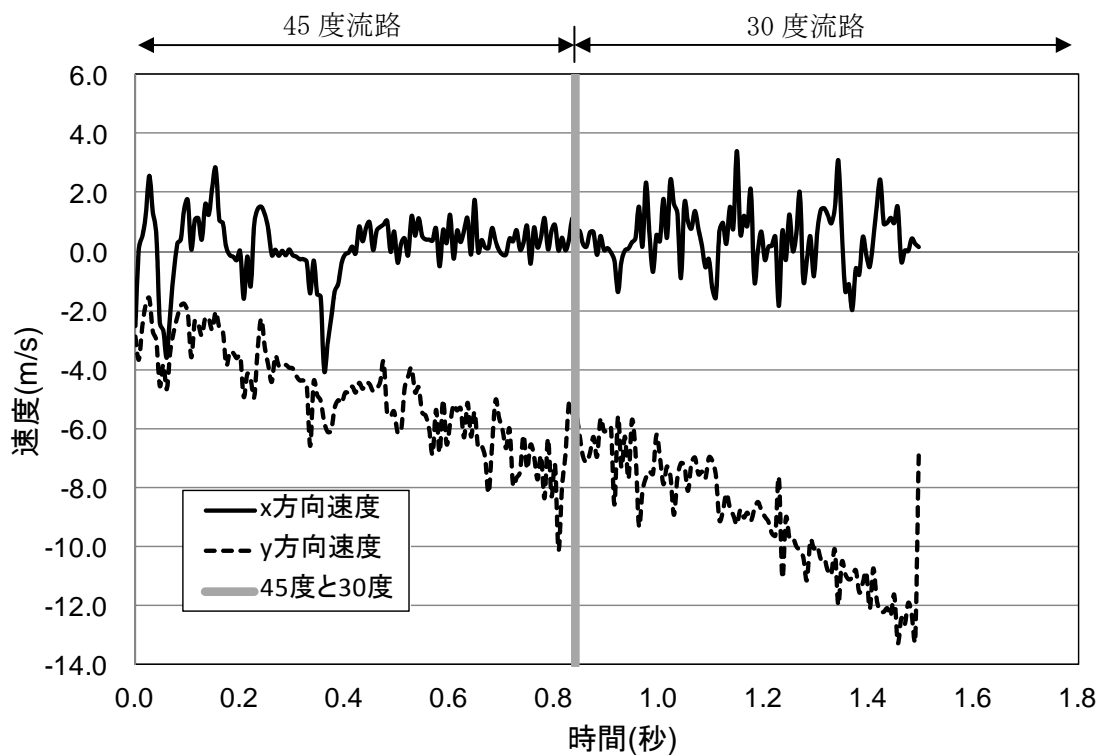


図 9.2.137(b) 岩塊模型の速度履歴

#### ④ 平坦部上

図 9.2.138 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

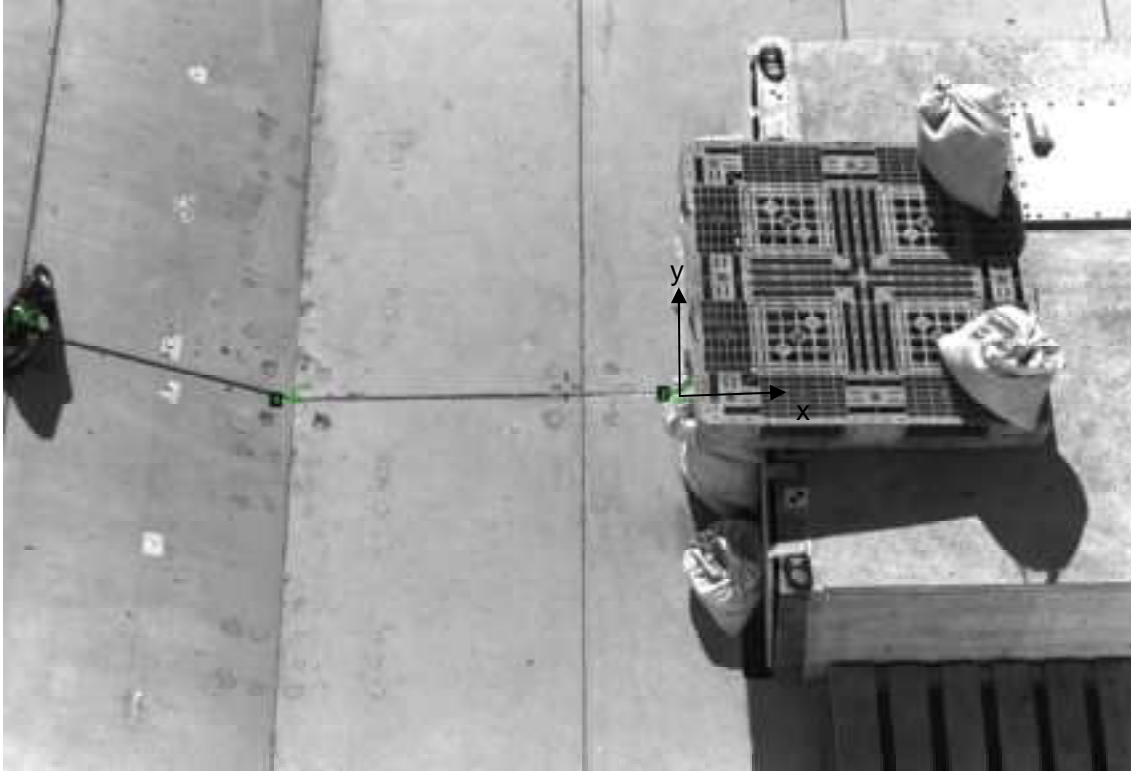


図 9.2.138 解析に用いた標点の位置

図 9.2.139 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

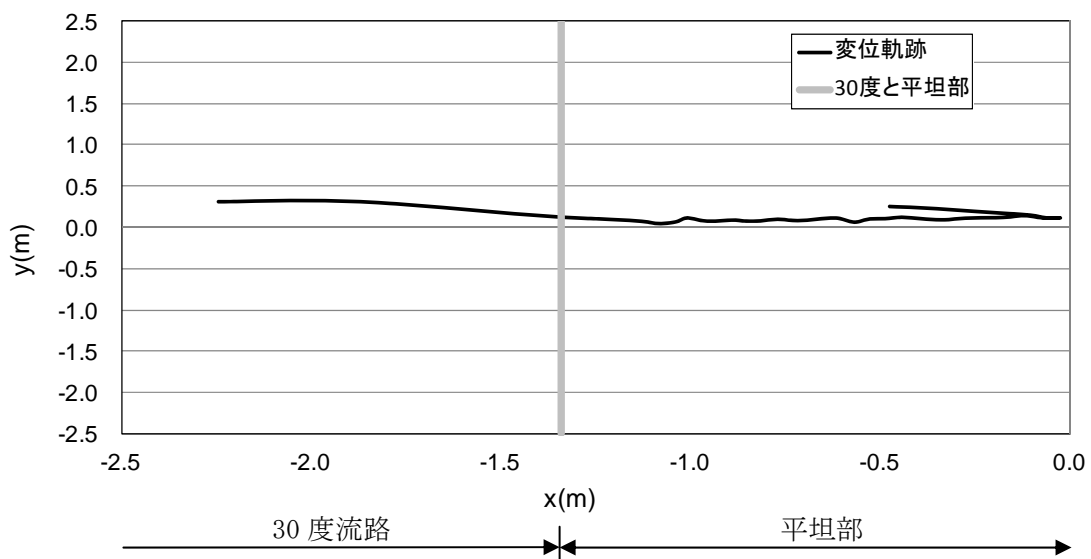


図 9.2.139 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 140 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

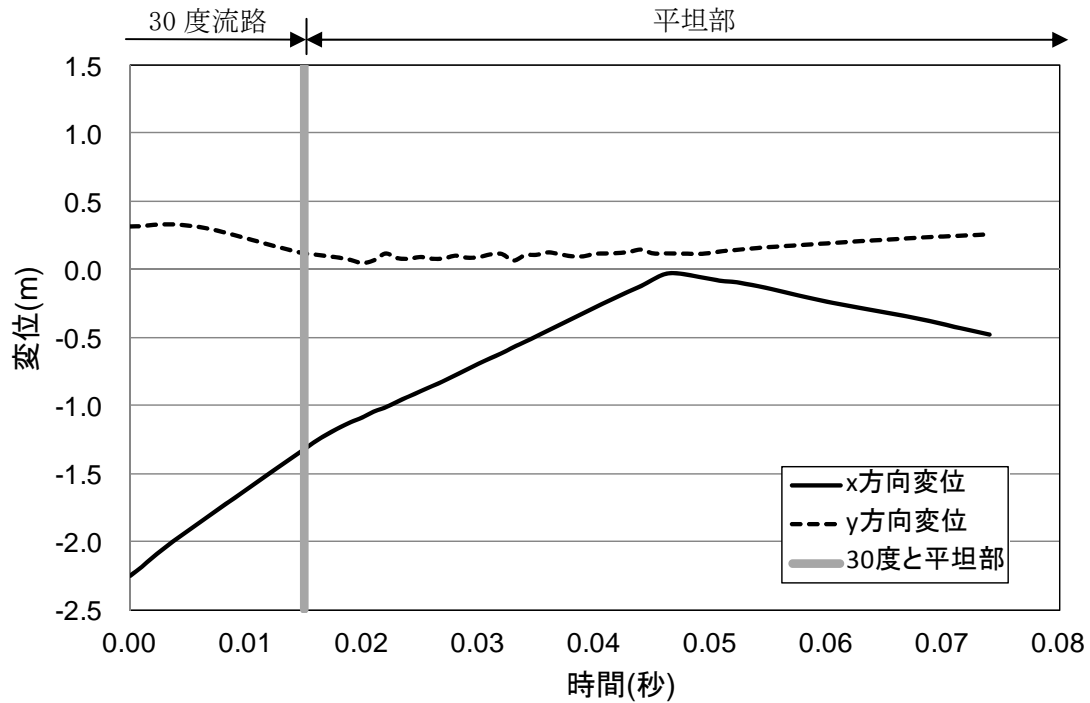


図 9. 2. 140(a) 岩塊模型の変位履歴

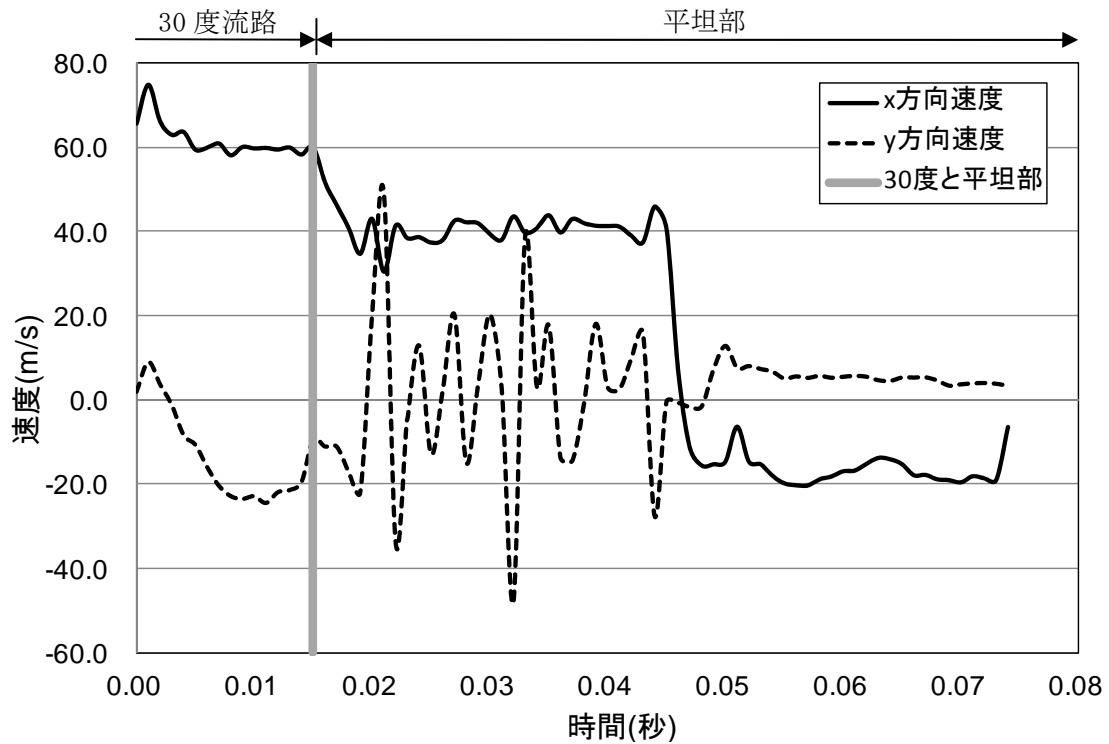


図 9. 2. 140(b) 岩塊模型の速度履歴



(7) No. 11 球形 40cm

① 流路横

図 9. 2. 141 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。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9. 2. 141 解析に用いた標点の位置

図 9.2.142 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

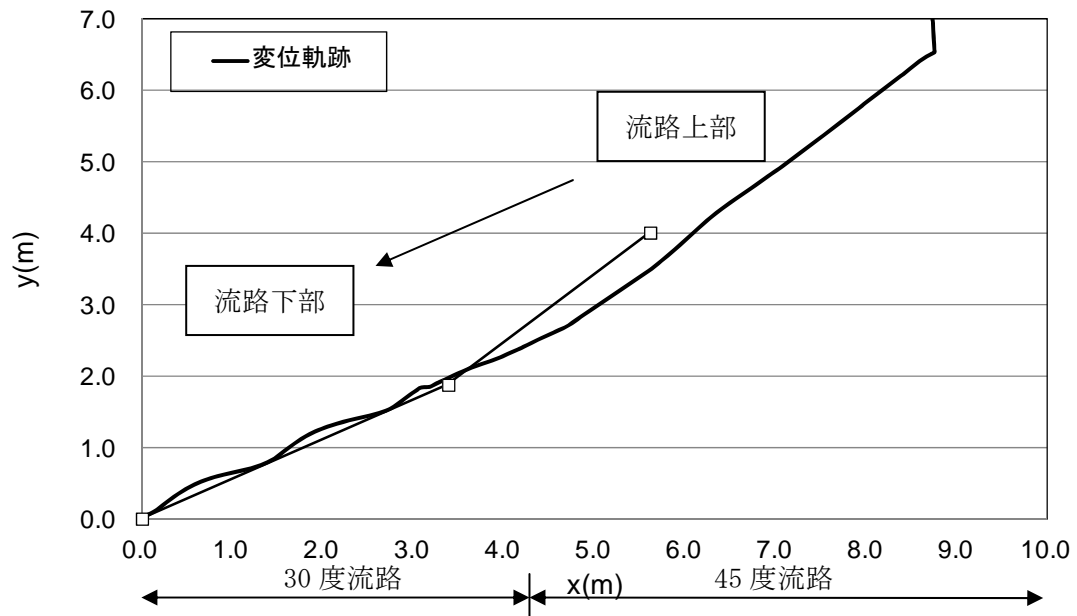


図 9.2.142 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.143 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

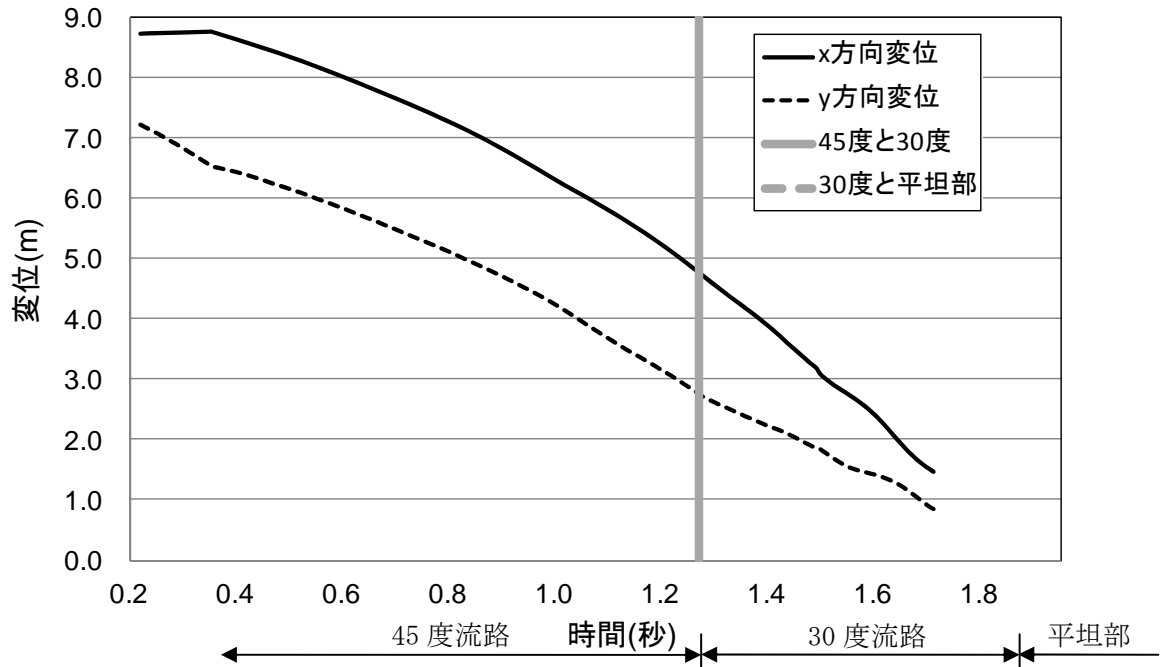


図 9.2.143(a) 岩塊模型の変位履歴

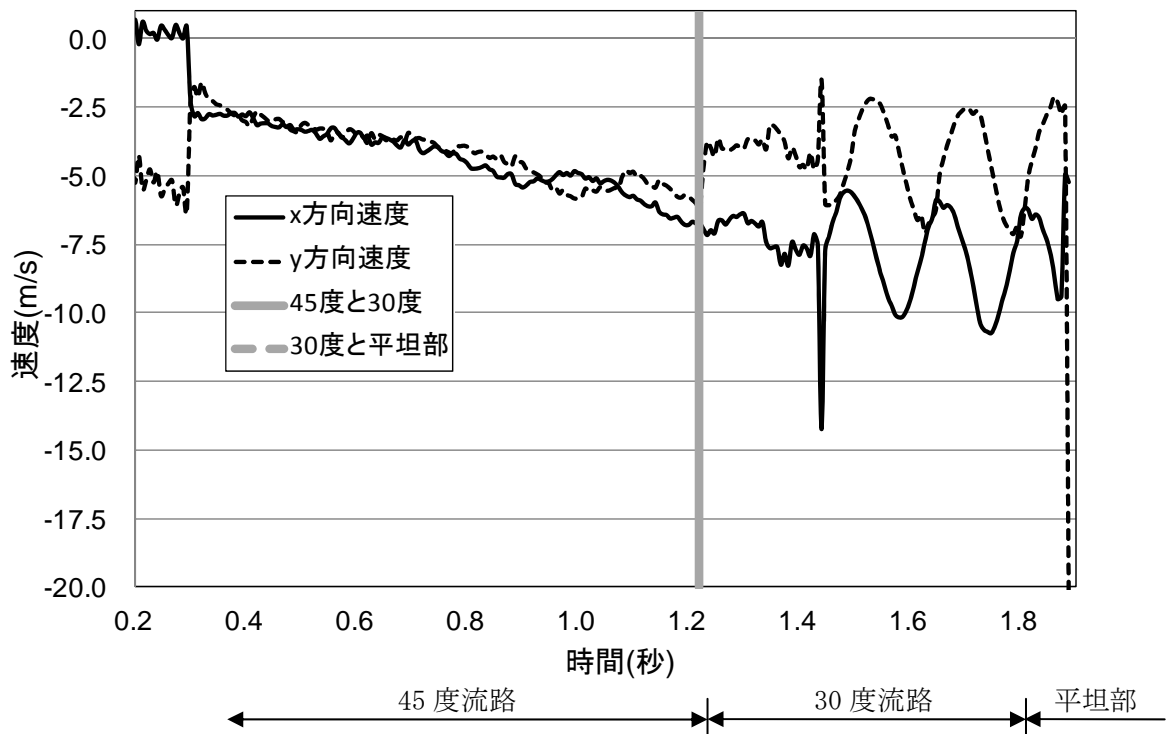


図 9.2.143(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 144 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。

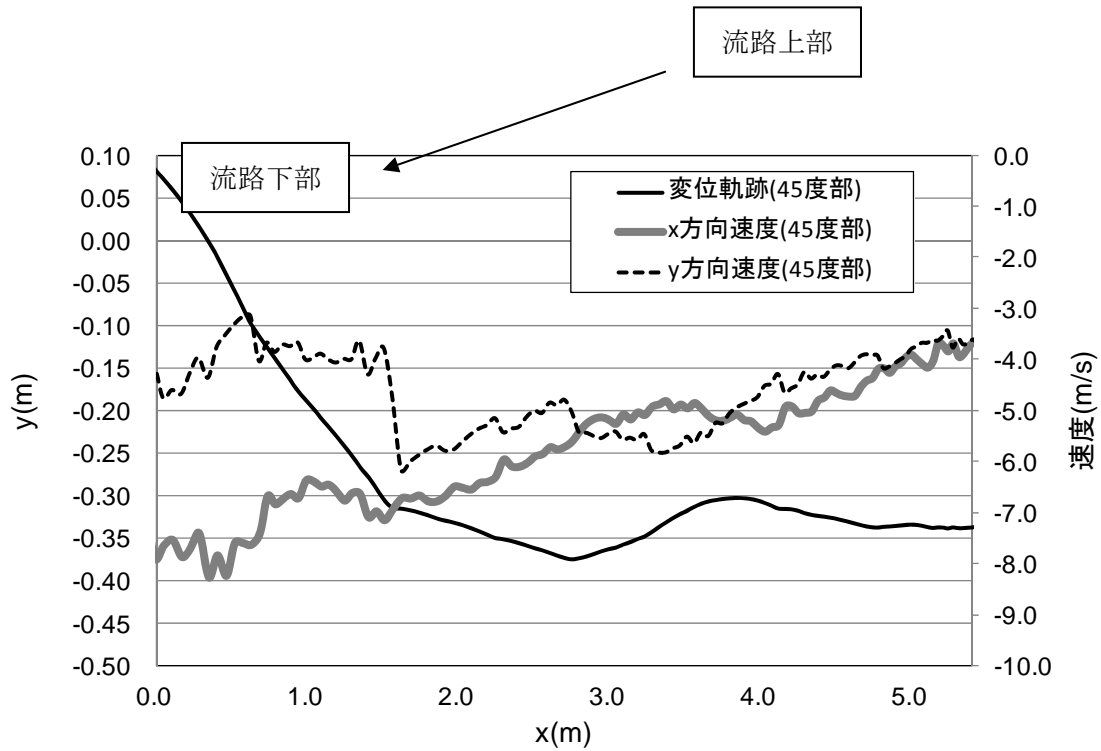


図 9. 2. 144 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

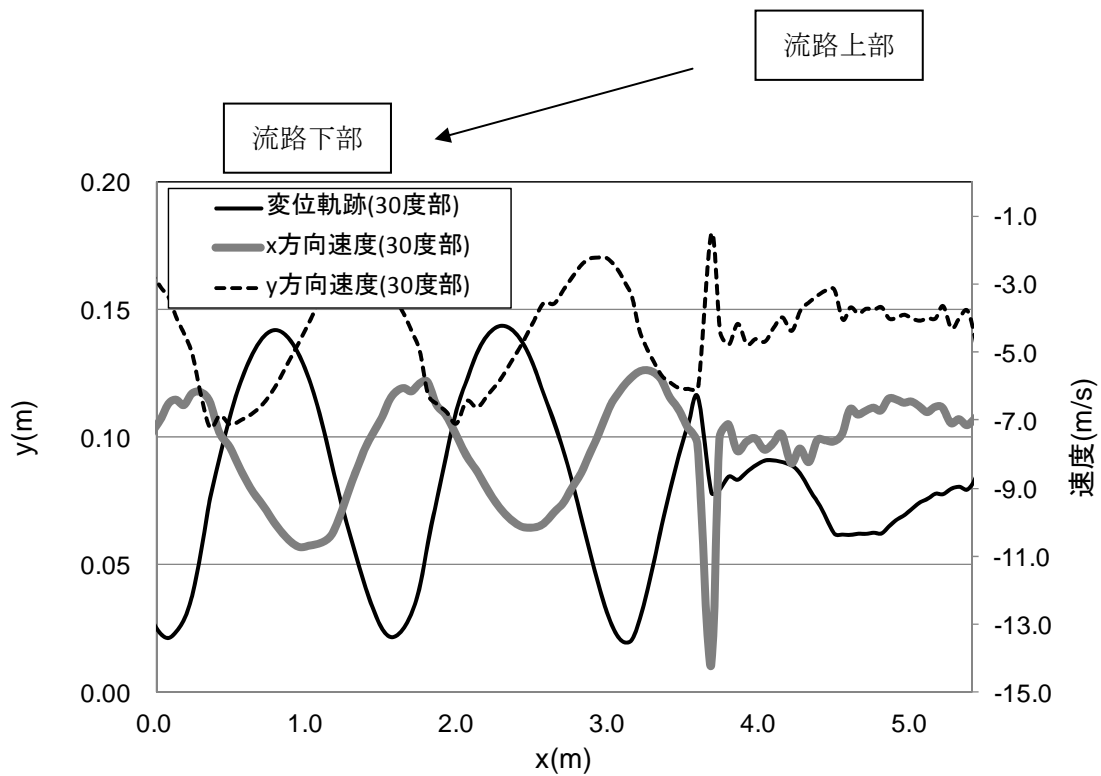


図 9. 2. 144 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9. 2. 145 に解析に用いた標点の位置を示す。



図 9. 2. 145 解析に用いた標点の位置

図 9.2.146 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

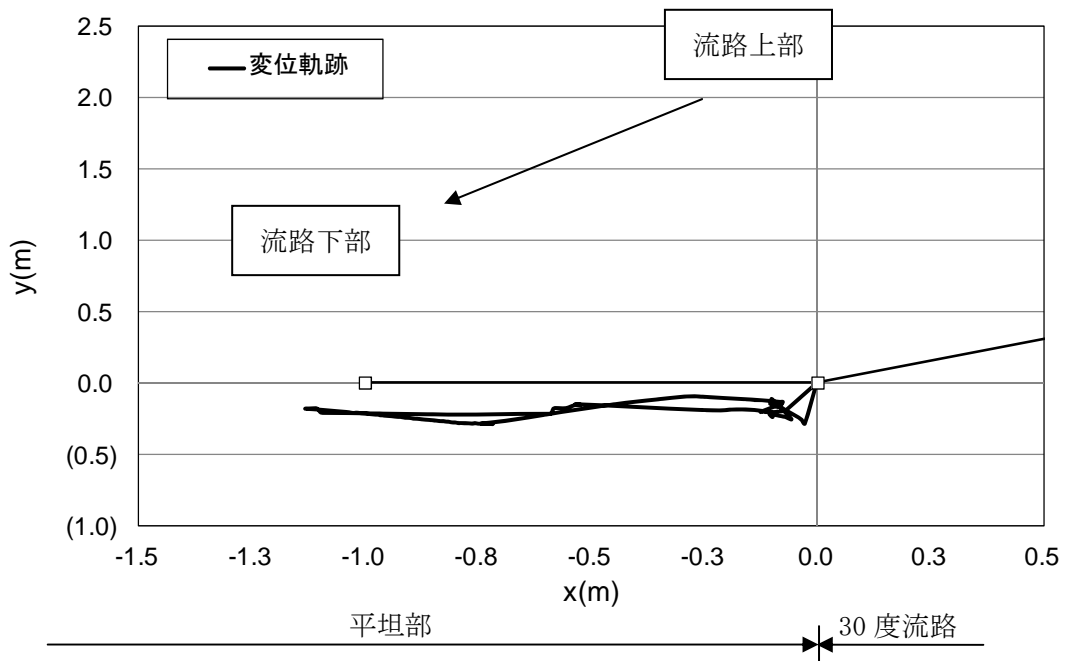


図 9.2.146 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 147 に変位と速度の時刻歴を示す。

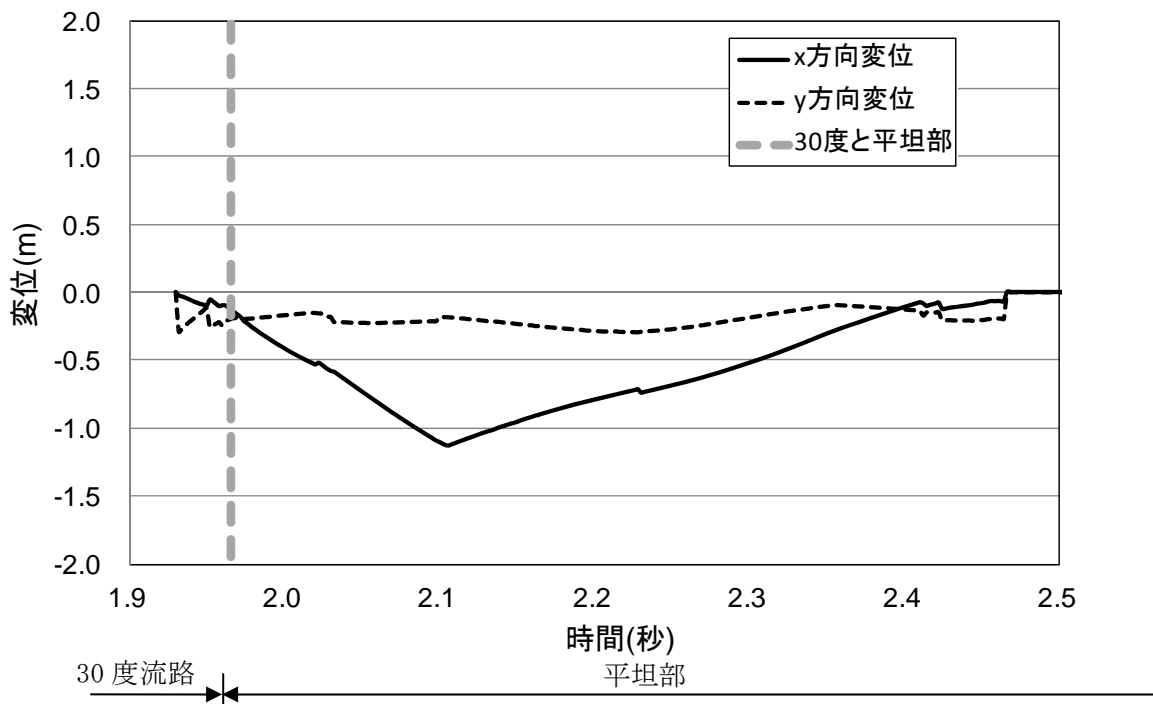


図 9. 2. 147(a) 岩塊模型の変位履歴

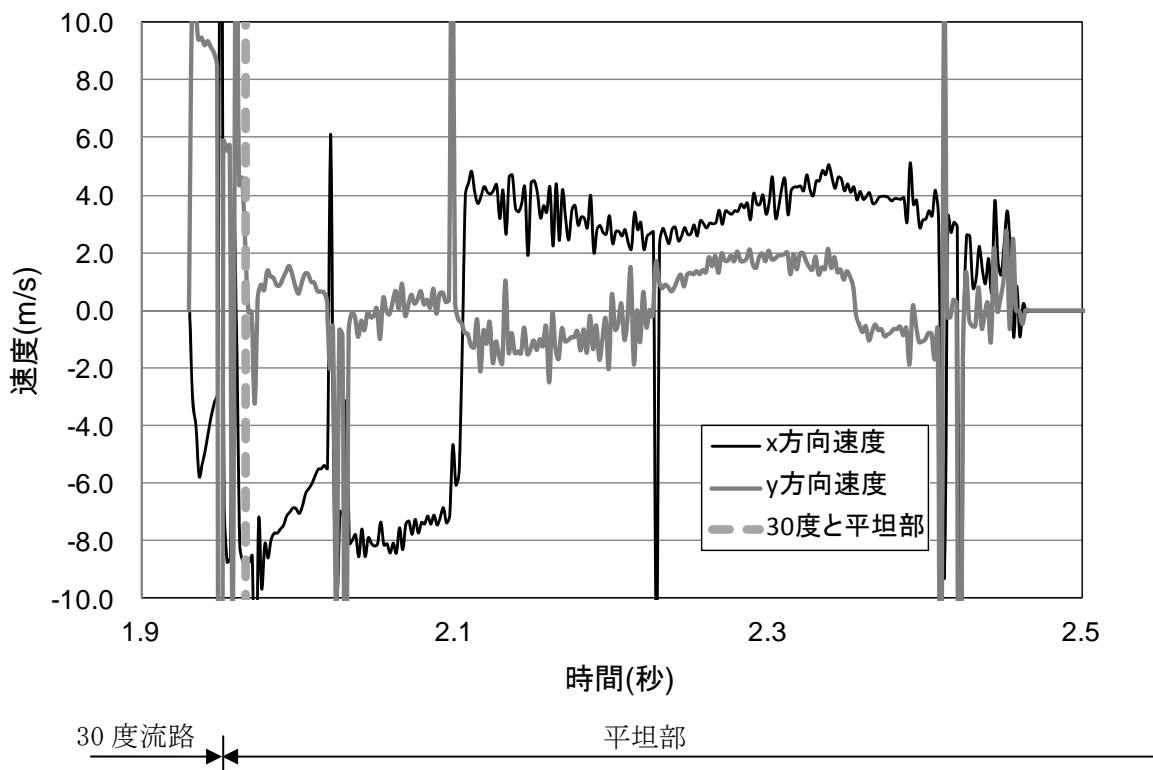


図 9. 2. 147(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 148 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。

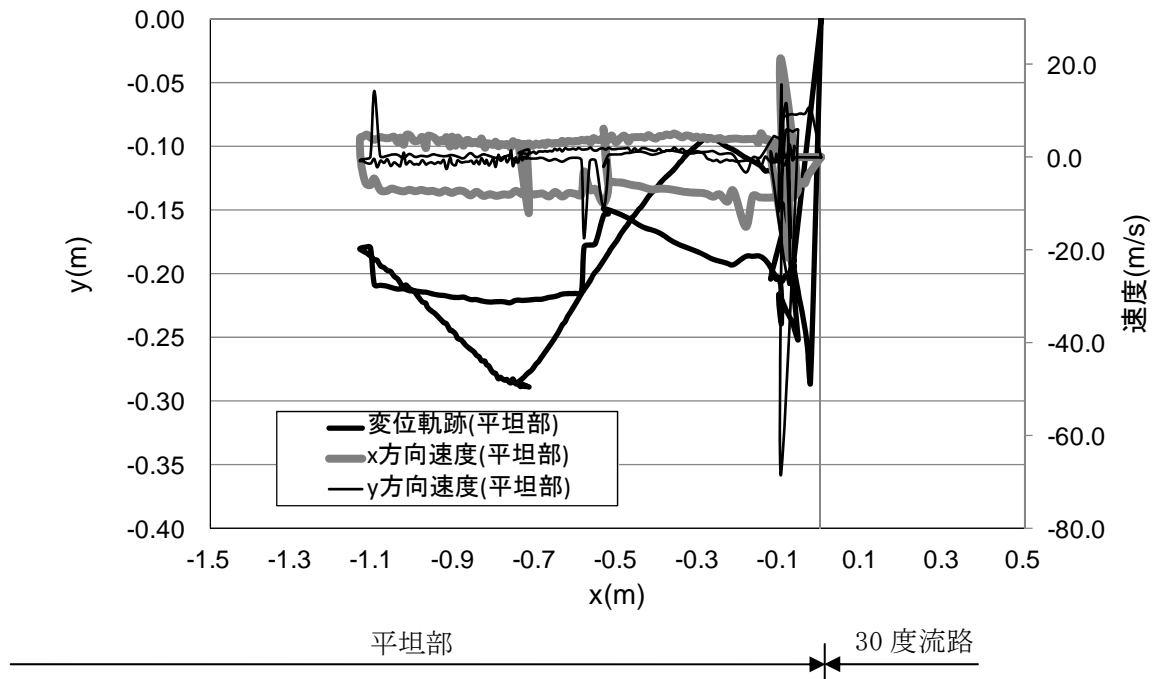


図 9. 2. 148 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡



③ 流路上

図 9.2.149 に解析に用いた標点の位置を示す。

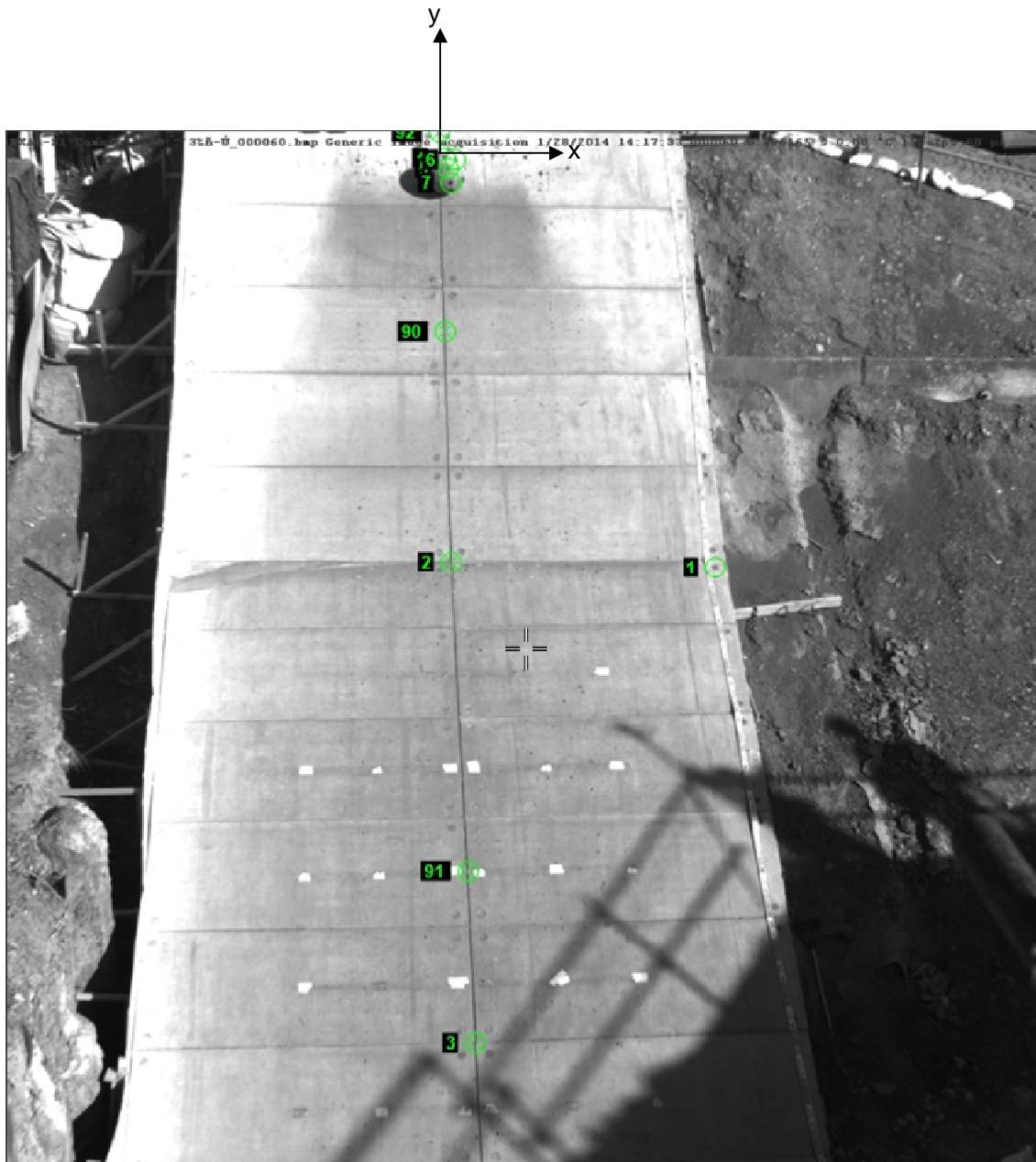


図 9.2.149 解析に用いた標点の位置

図 9. 2. 150 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

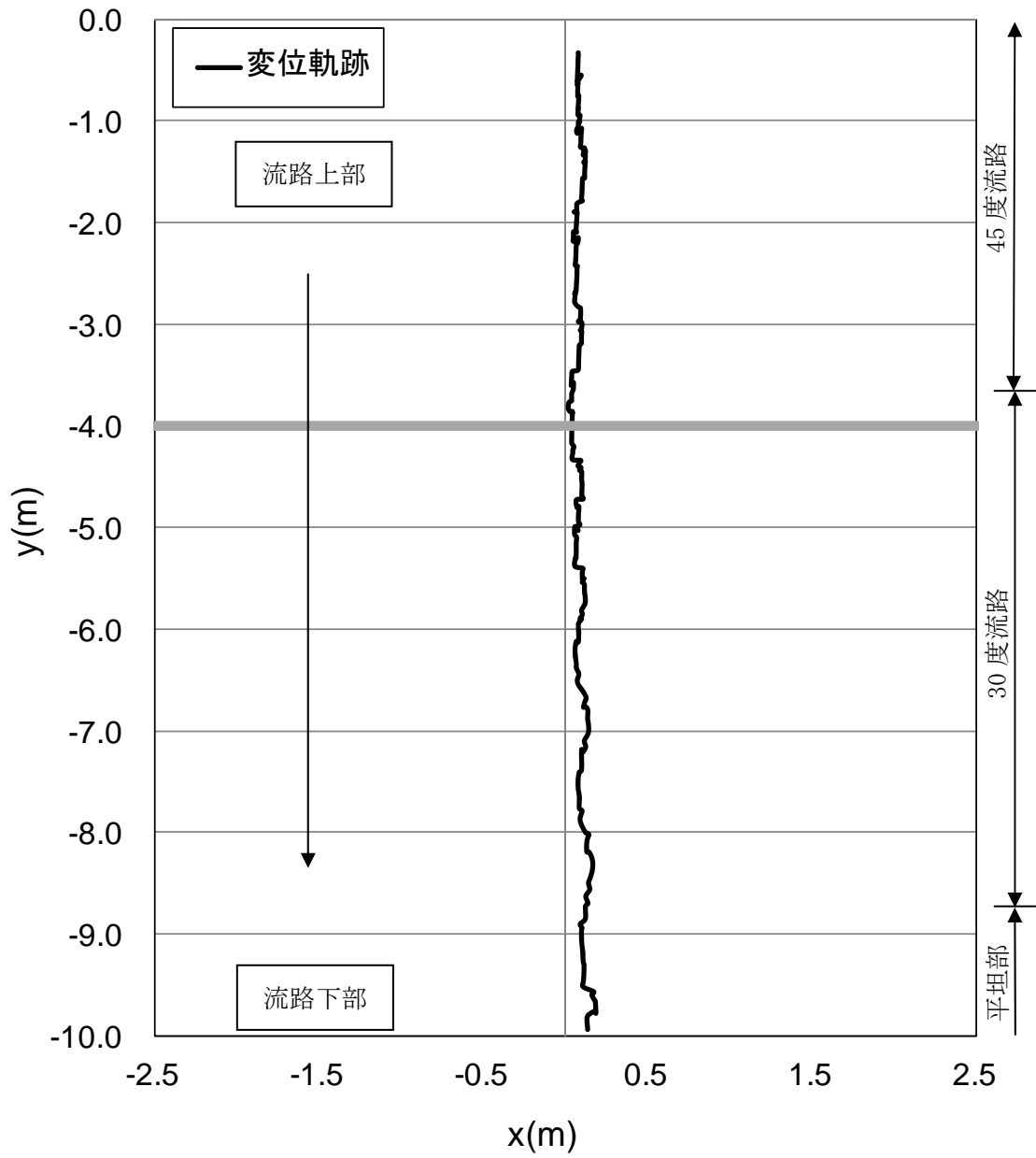


図 9. 2. 150 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 151 に変位と速度の時刻歴を示す。

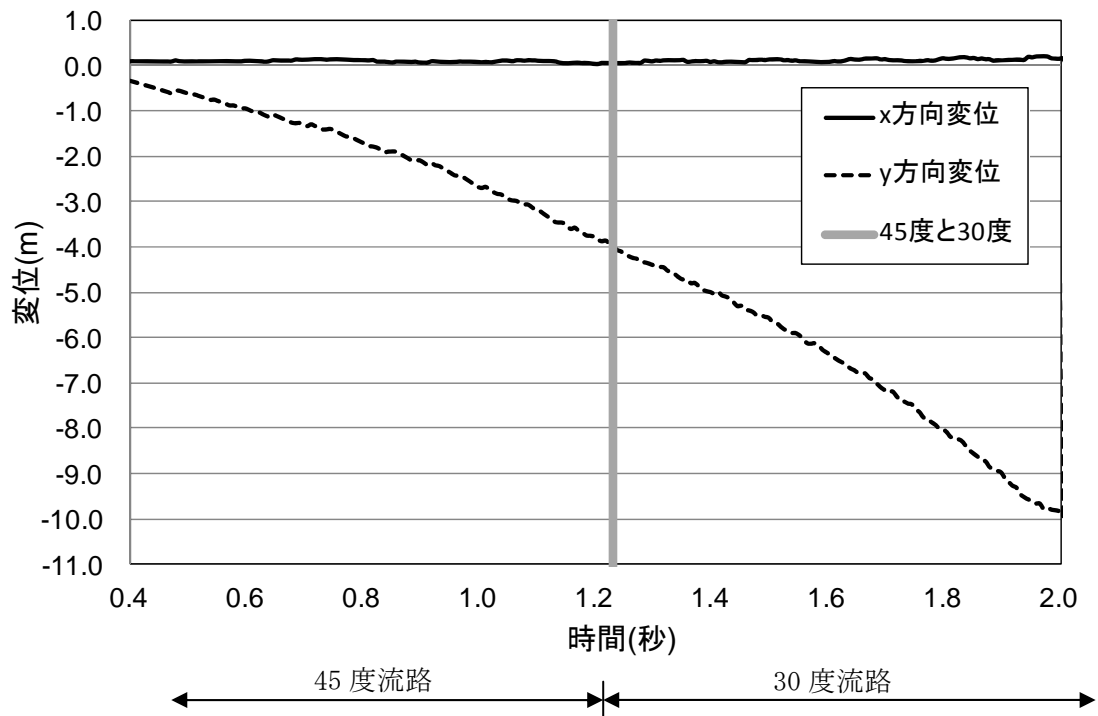


図 9. 2. 151(a) 岩塊模型の変位履歴

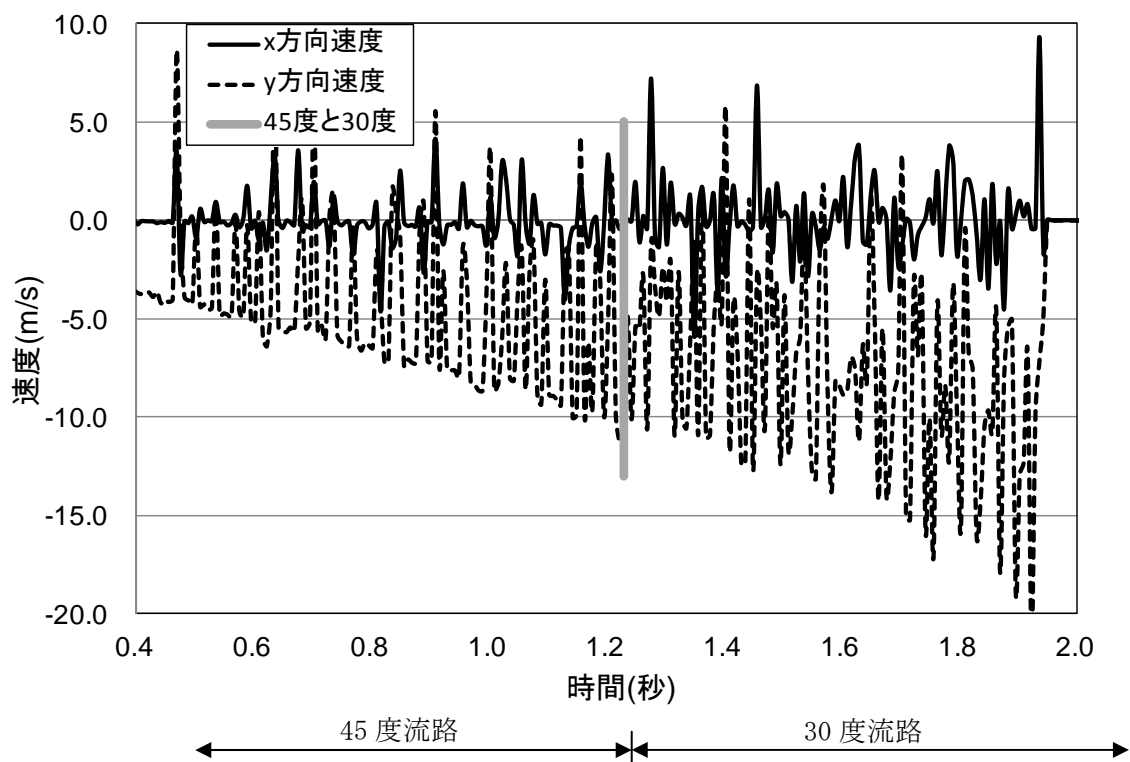


図 9. 2. 151(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9. 2. 152(a)に解析に用いた標点の位置を示す。図 9. 2. 152(b)に岩塊模型の変位軌跡を示す。

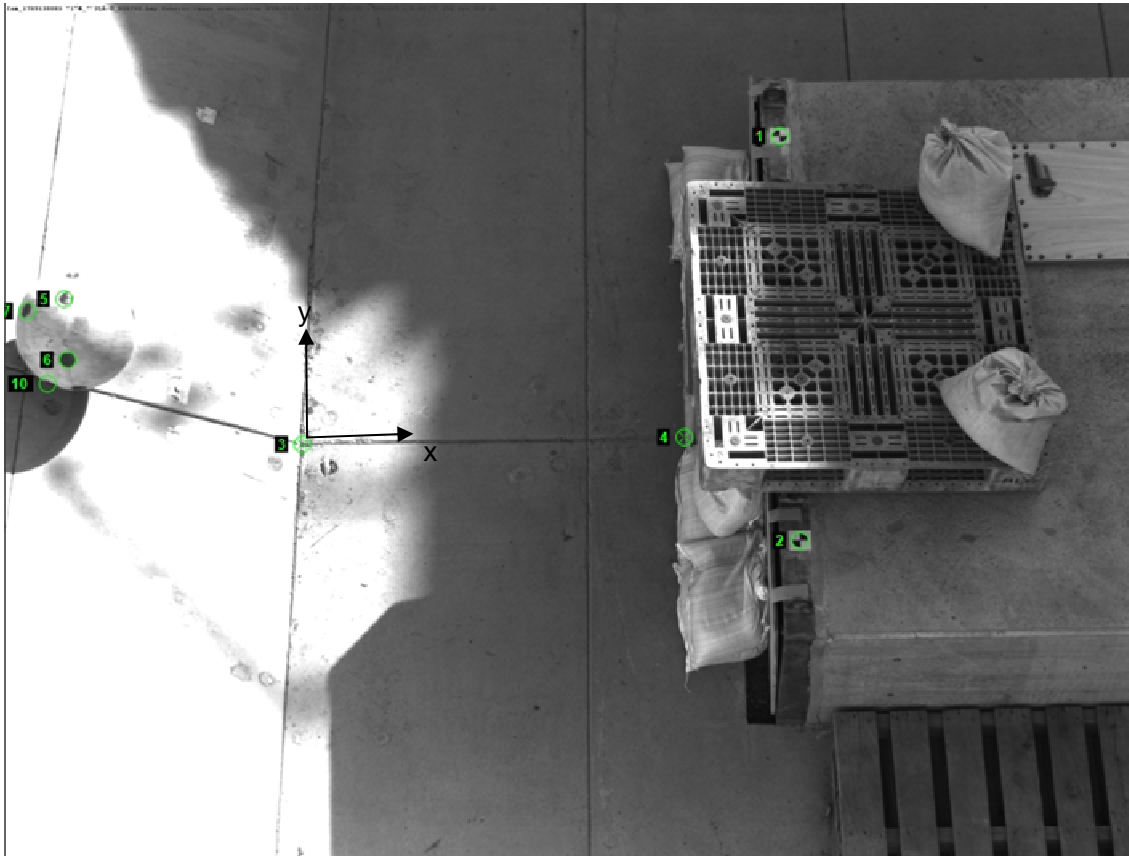


図 9. 2. 152(a) 解析に用いた標点の位置

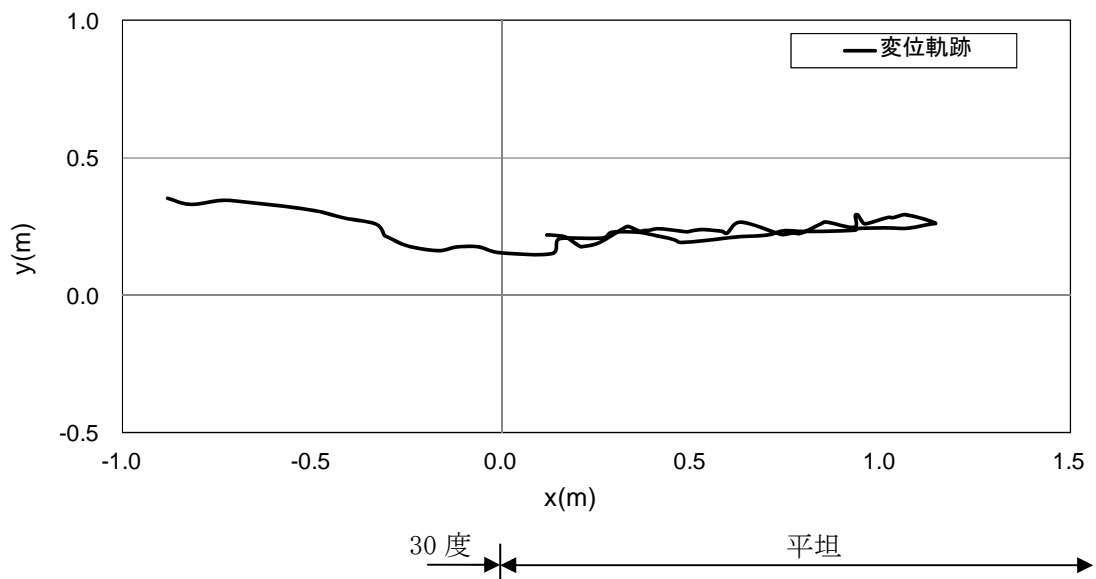


図 9. 2. 152(b) 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 153 に変位と速度の時刻歴を示す。

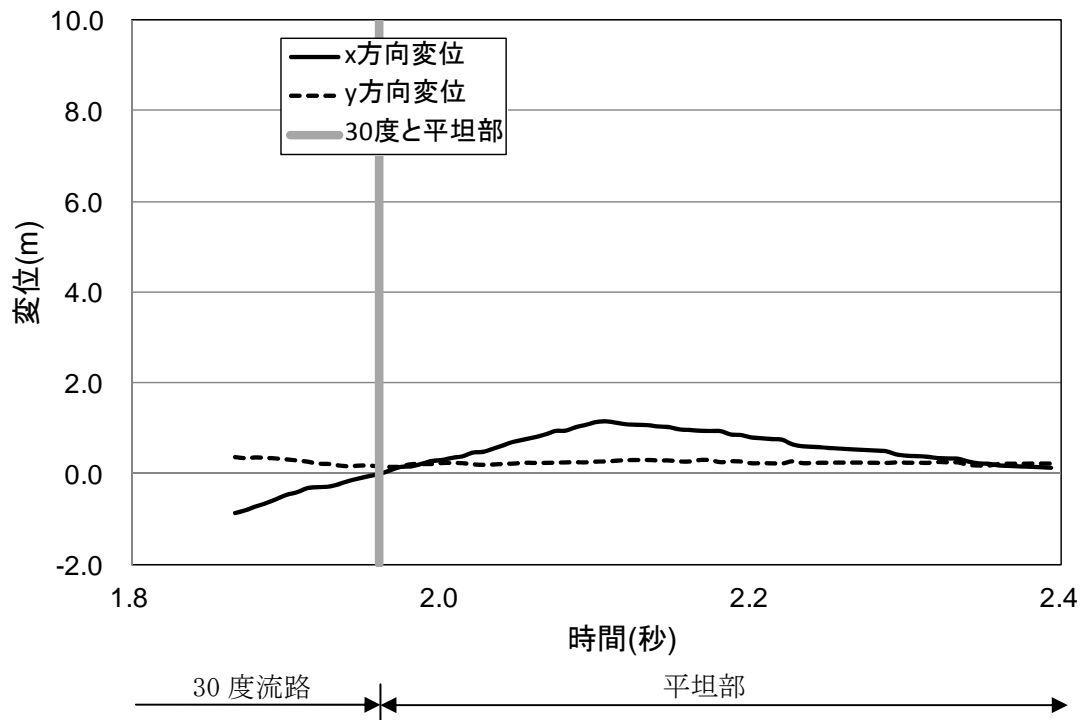


図 9. 2. 153(a) 岩塊模型の変位履歴

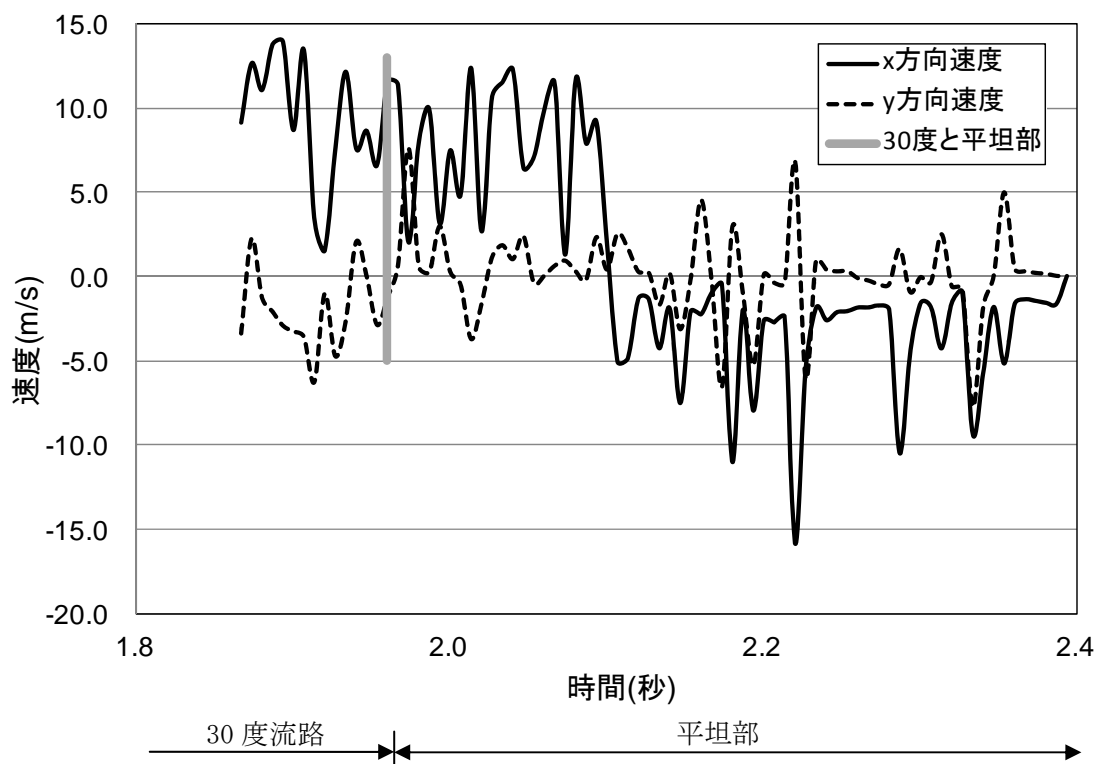


図 9. 2. 153(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 1. 154 に岩塊模型の角速度と水平位置の関係を示す。反時計回りが負の方向である。この図から、30 度流路中間以外ではほぼ一定の角速度で反時計回りに回転していることが分かる。30 度粒度中間では、急激に回転している。

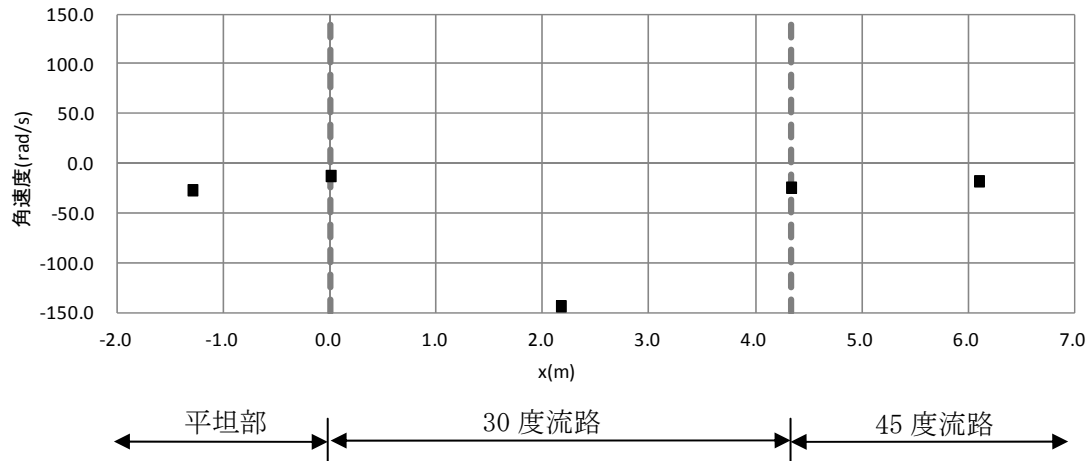


図 9. 1. 154 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (側面)

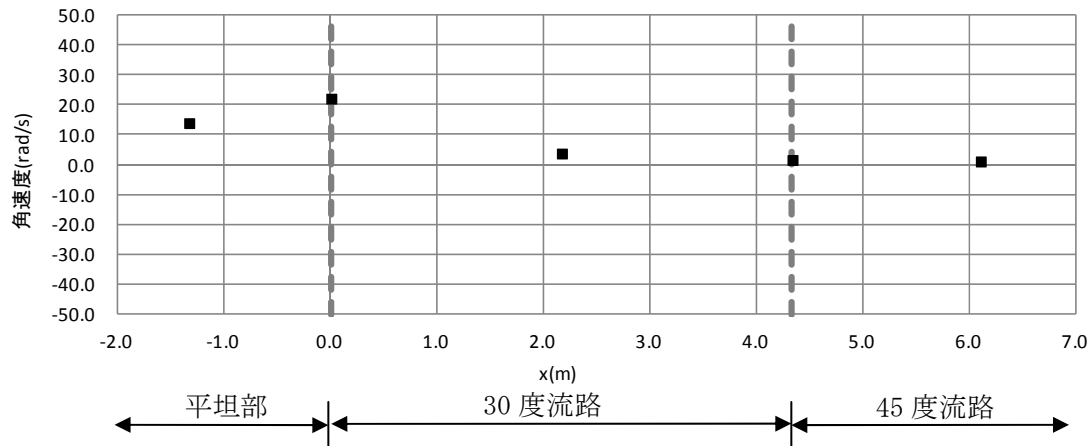


図 9. 1. 154 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (上方)

(8) No.12 板状 40cm 平面上

① 流路横

図 9.2.155 に解析に用いた標点の位置を示す。



図 9.2.155 解析に用いた標点の位置

図 9.2.156 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

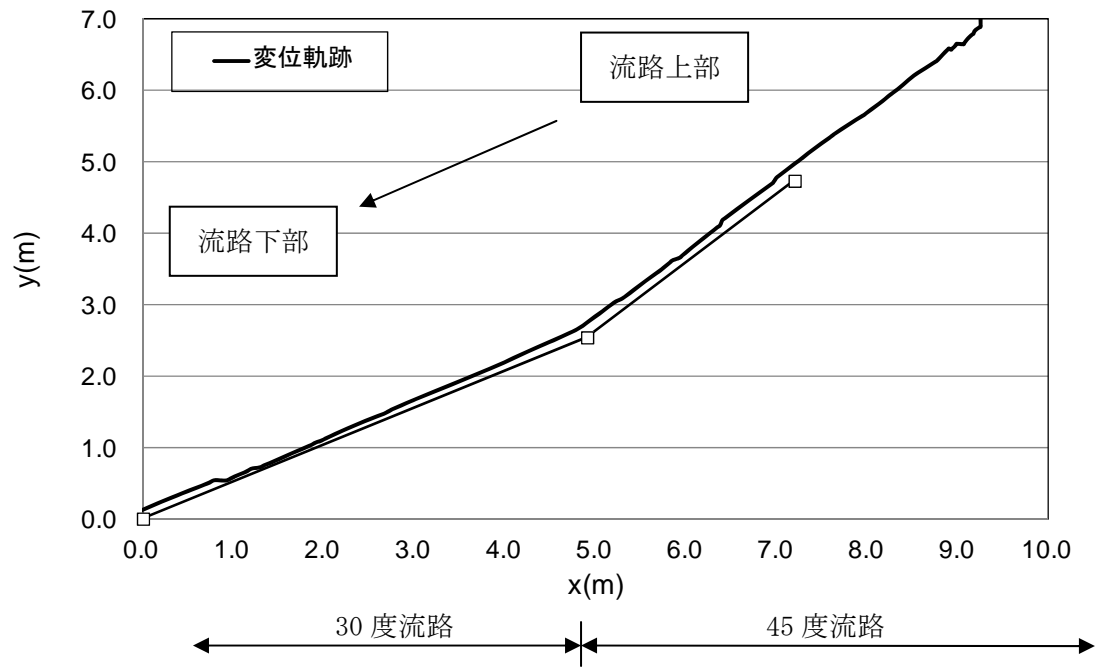


図 9.2.156 岩塊模型の変位軌跡



図 9. 2. 157 に変位と速度の時刻歴を示す。

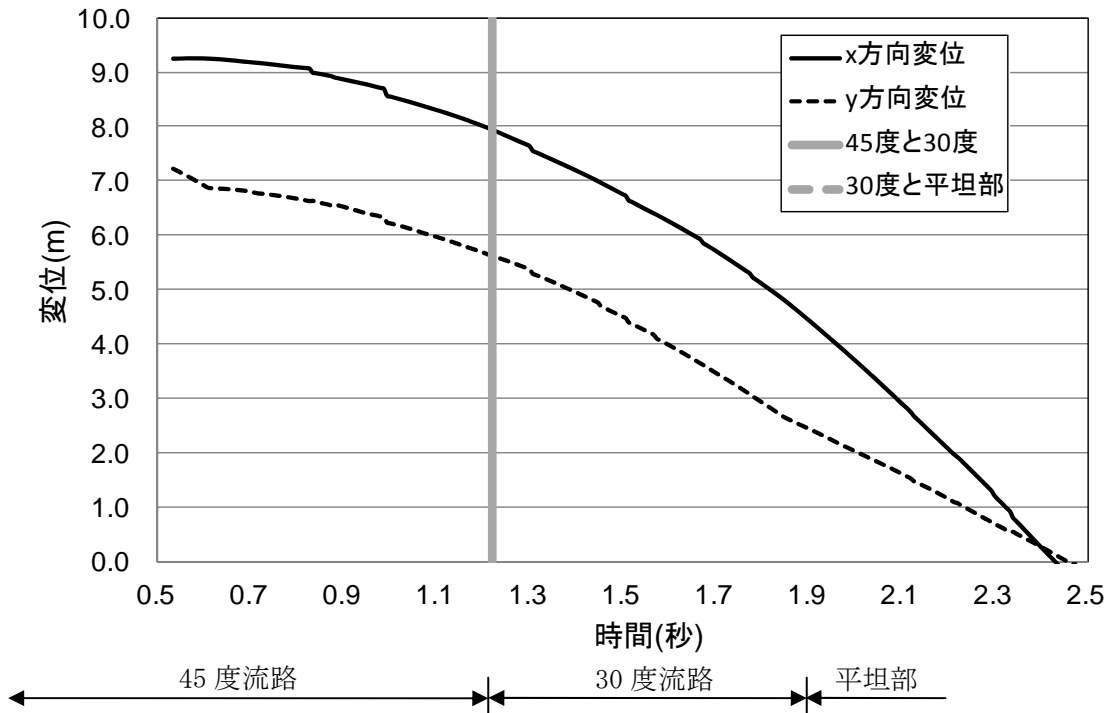


図 9. 2. 157(a) 岩塊模型の変位履歴

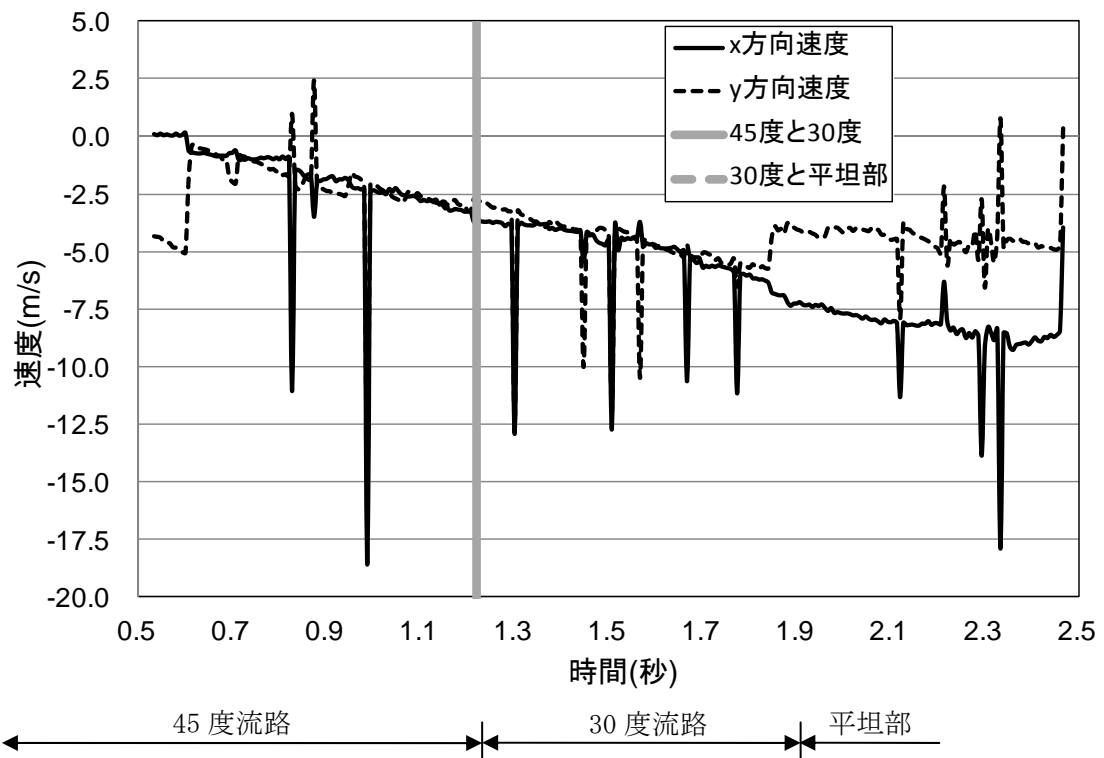


図 9. 2. 157(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 158 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。

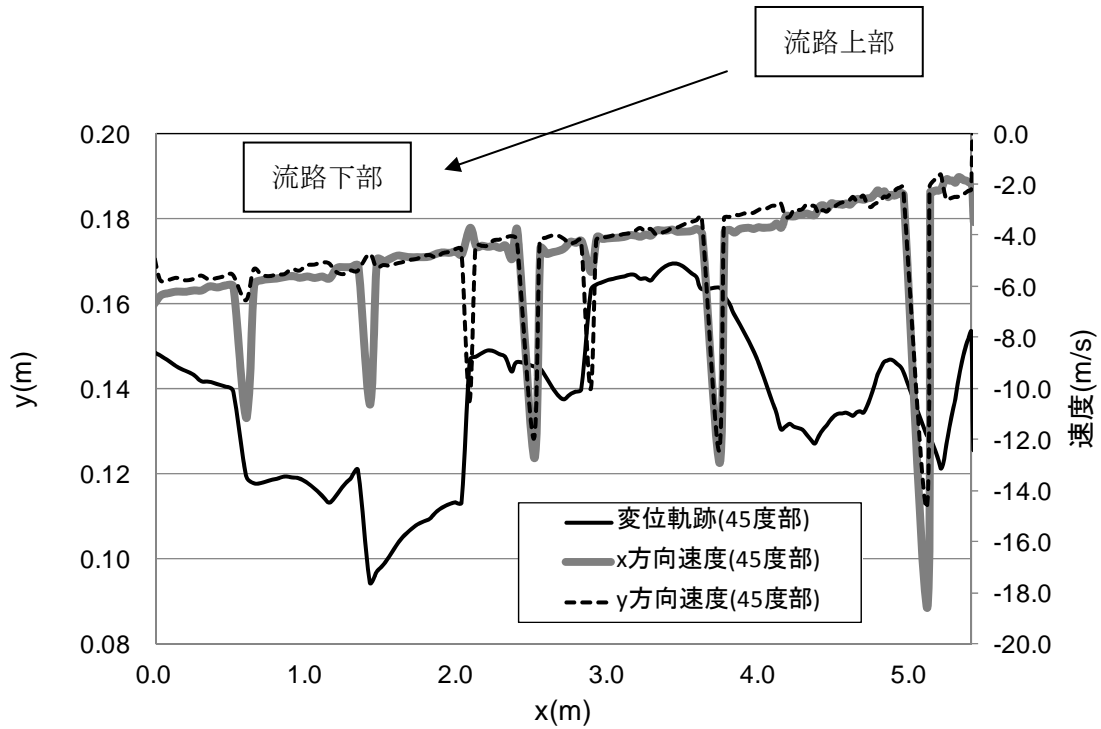


図 9. 2. 158(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

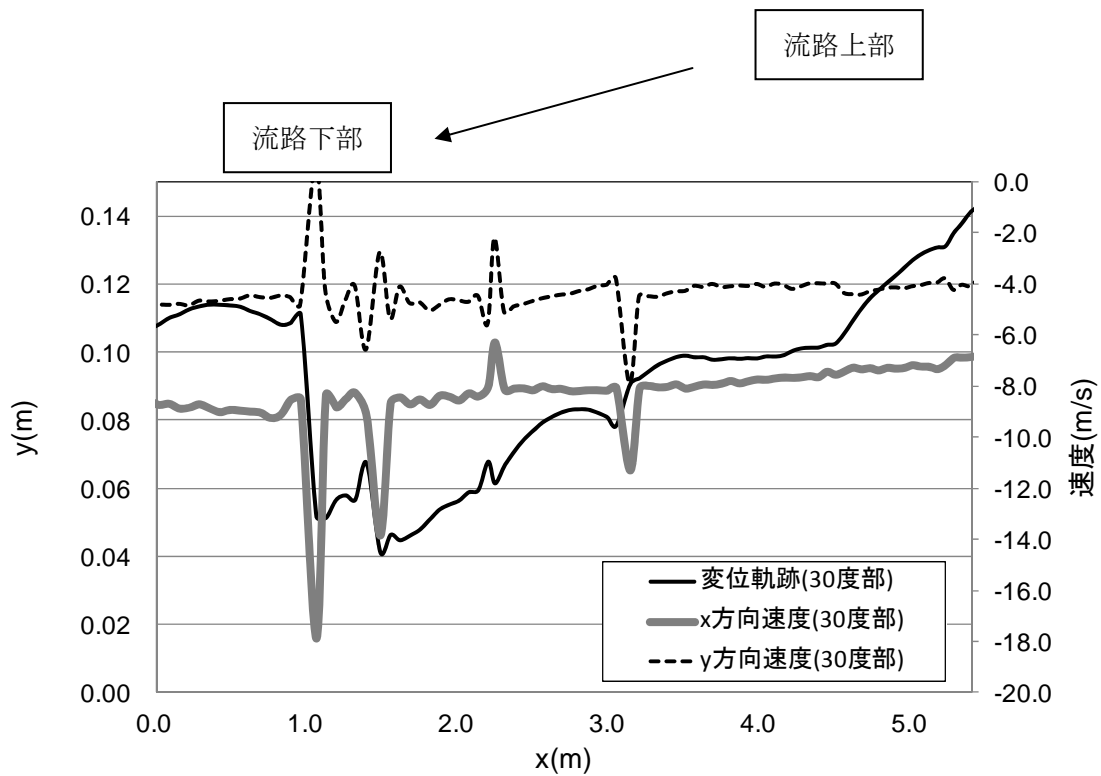


図 9. 2. 158(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9. 2. 159 に解析に用いた標点の位置を示す。



図 9. 2. 159 解析に用いた標点の位置

図 9.2.160 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

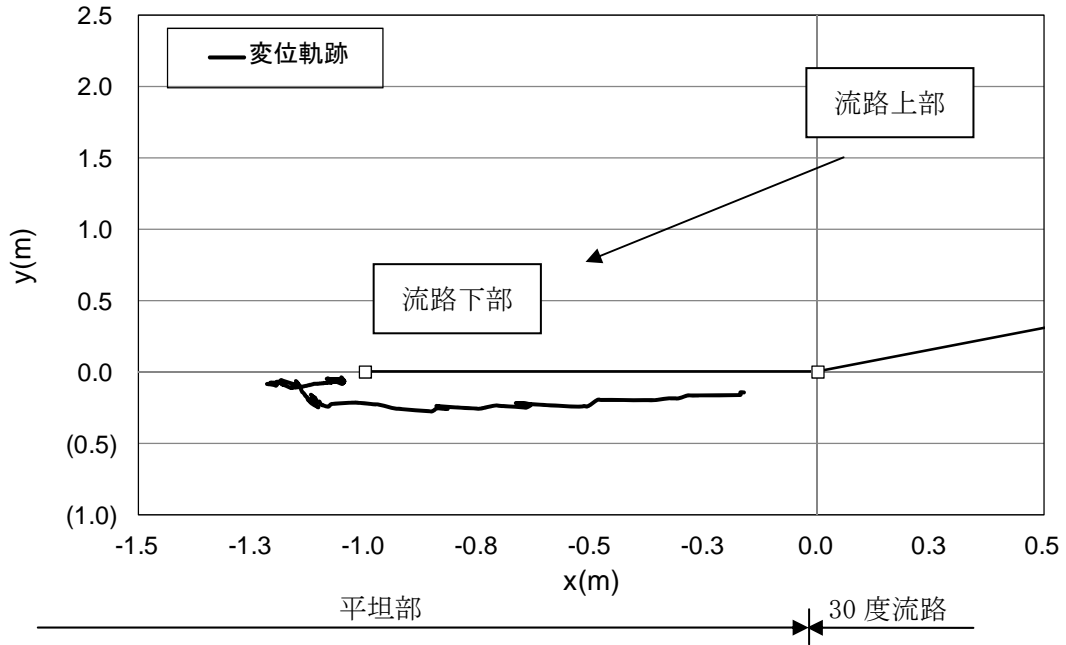


図 9.2.160 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 161 に変位と速度の時刻歴を示す。

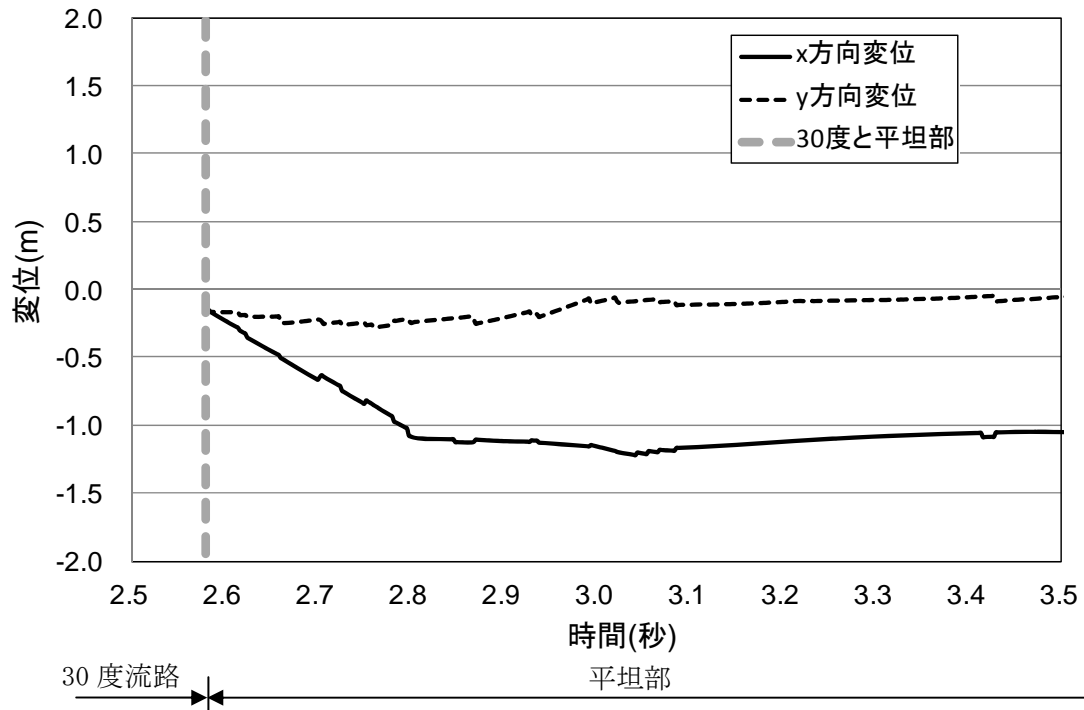


図 9. 2. 161 (a) 岩塊模型の変位履歴

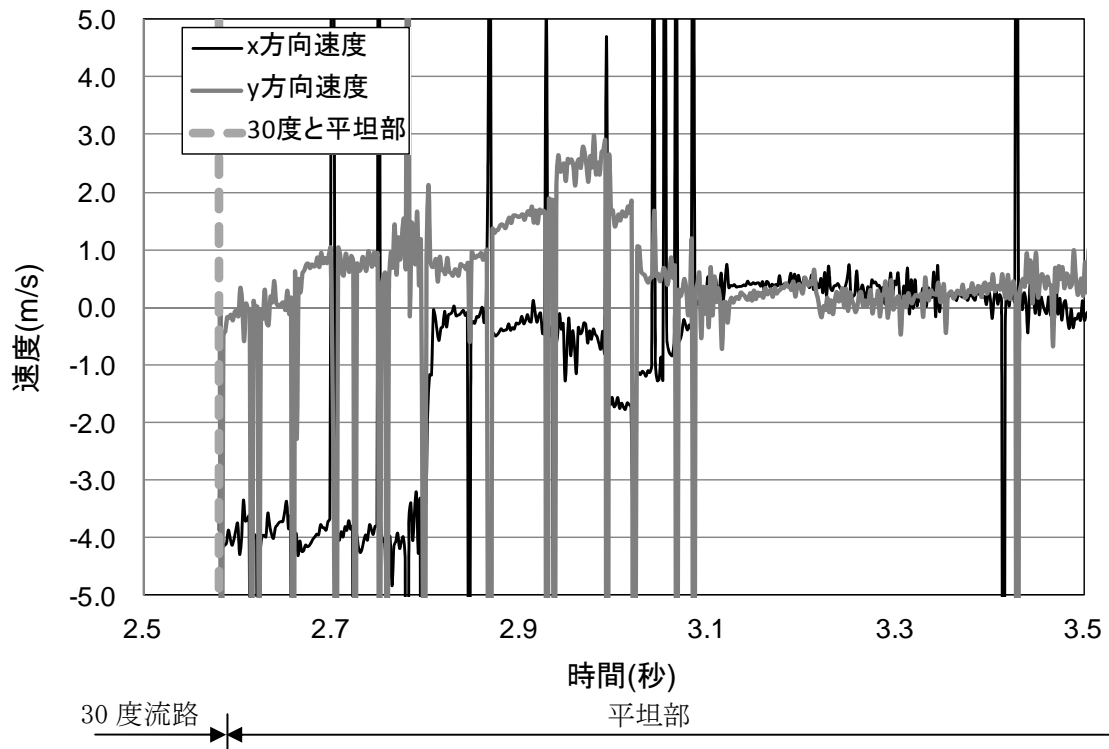


図 9. 2. 161 (b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 162 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。

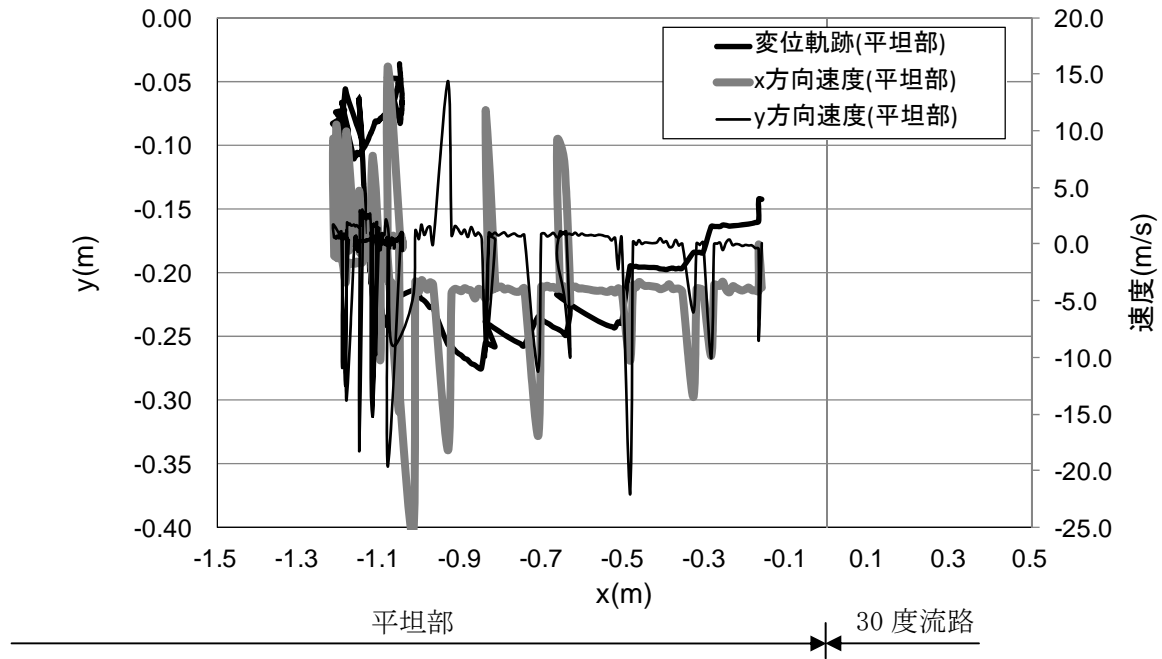


図 9. 2. 162 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.163 に解析に用いた標点の位置を示す。

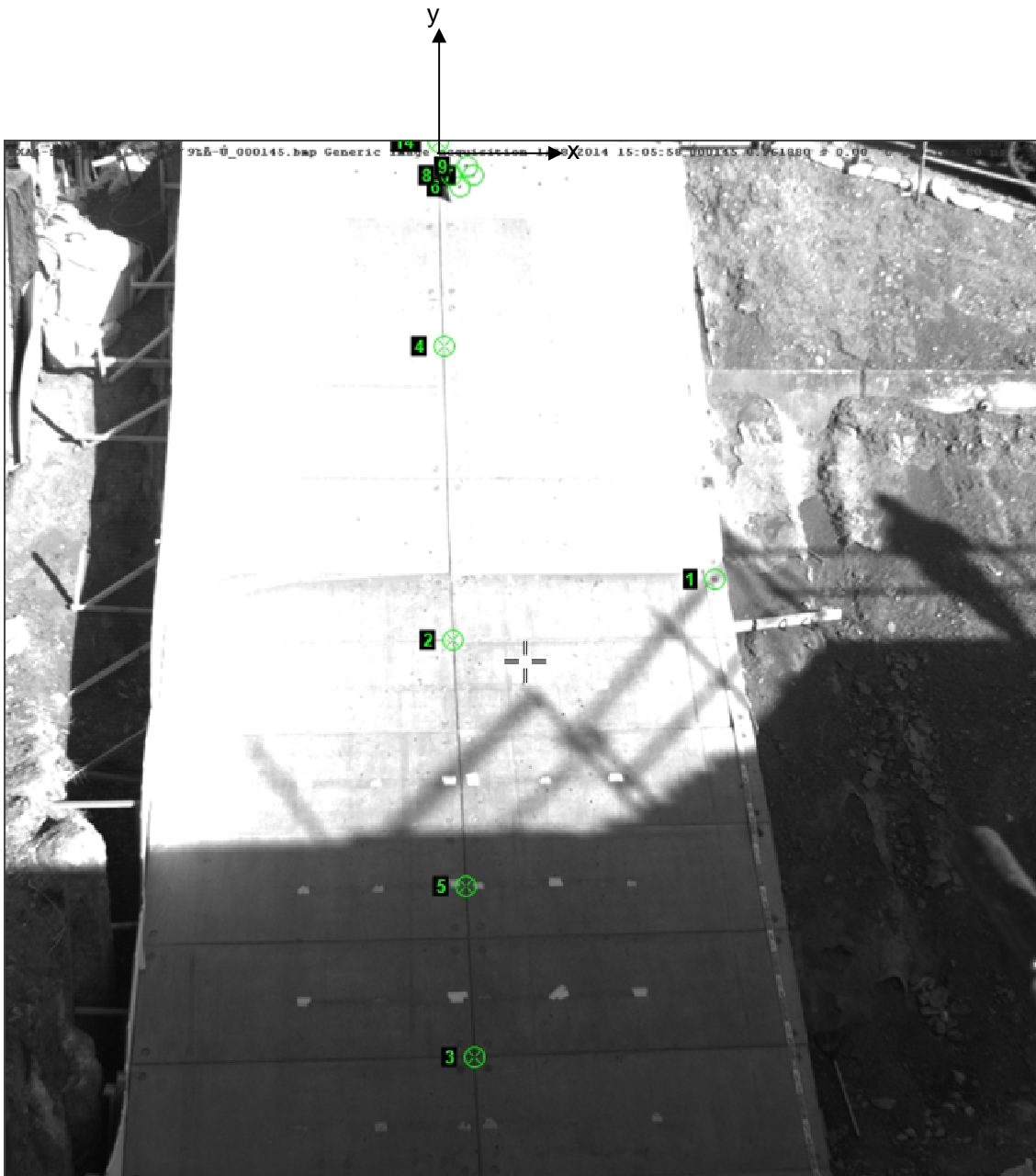


図 9.2.163 解析に用いた標点の位置

図 9.2.164 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

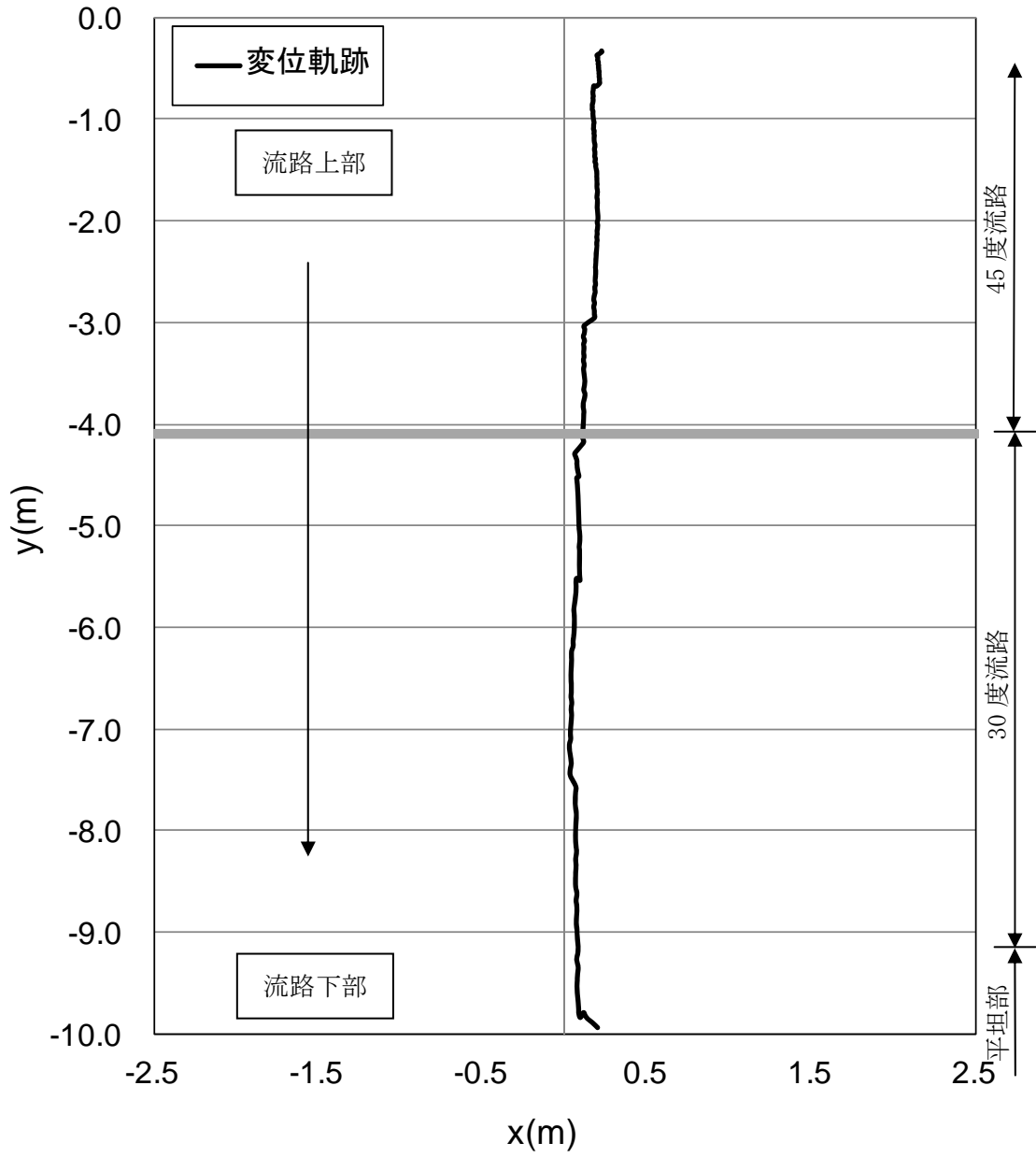


図 9.2.164 岩塊模型の変位軌跡



図 9. 2. 165 に変位と速度の時刻歴を示す。

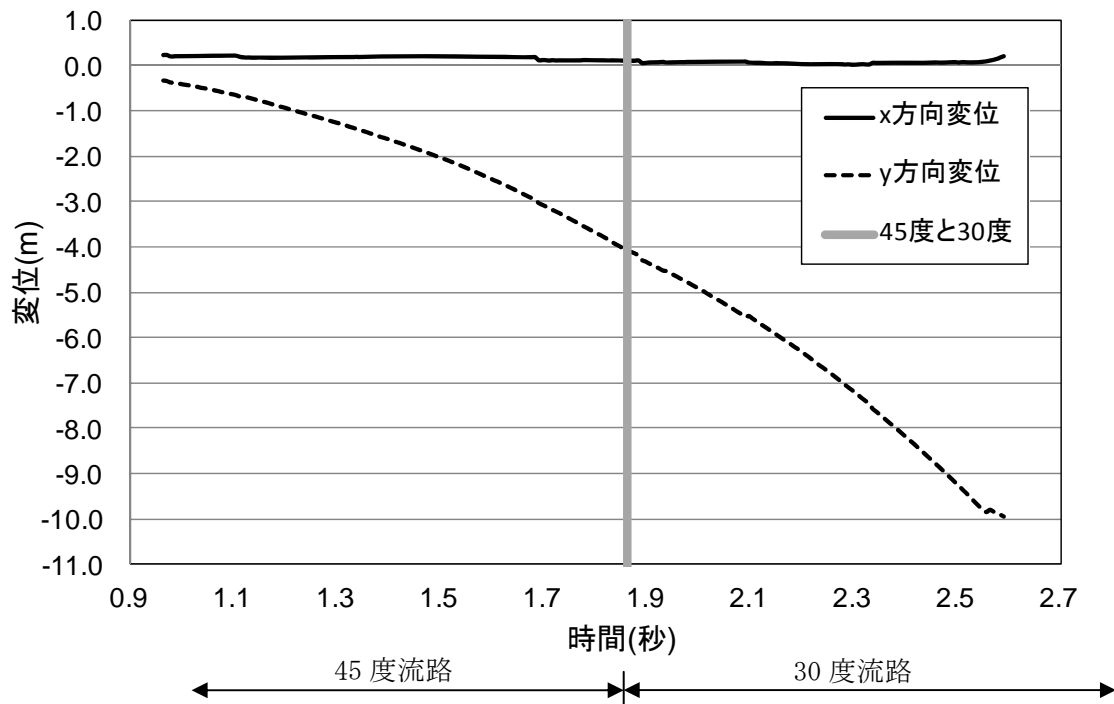


図 9. 2. 165(a) 岩塊模型の変位履歴

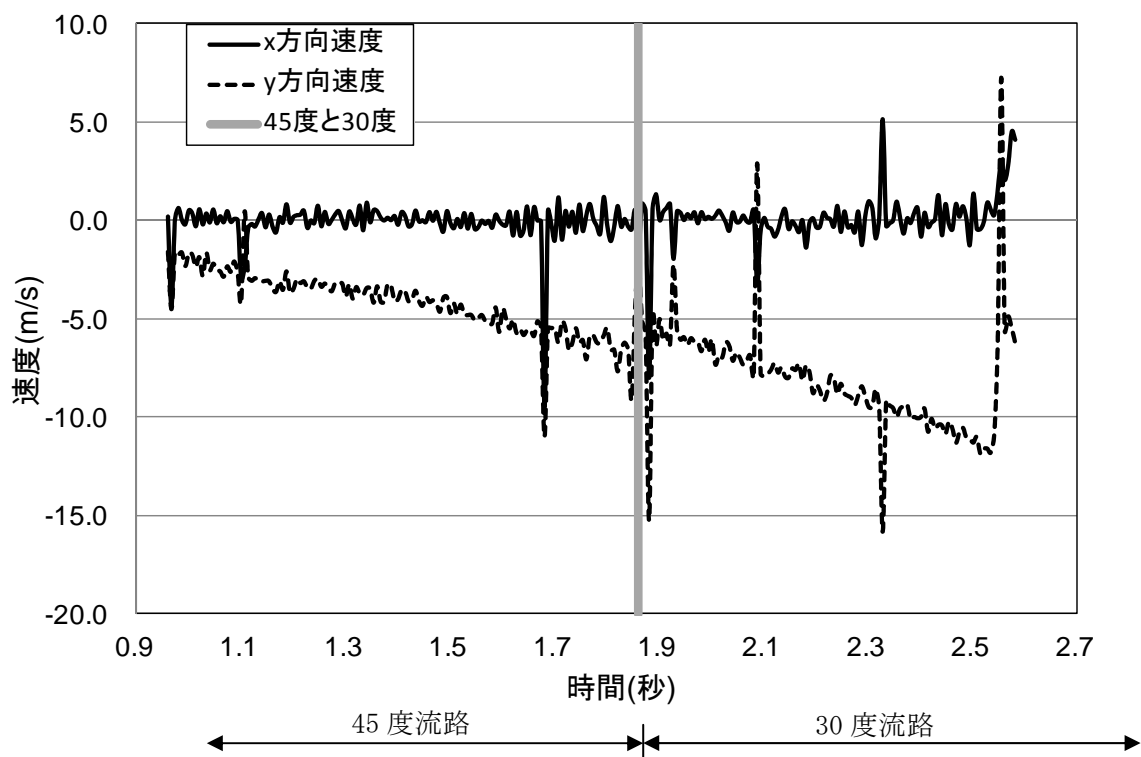


図 9. 2. 165(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.166(a)に解析に用いた標点の位置を示す。図 9.2.166(b)に岩塊模型の変位軌跡を示す。

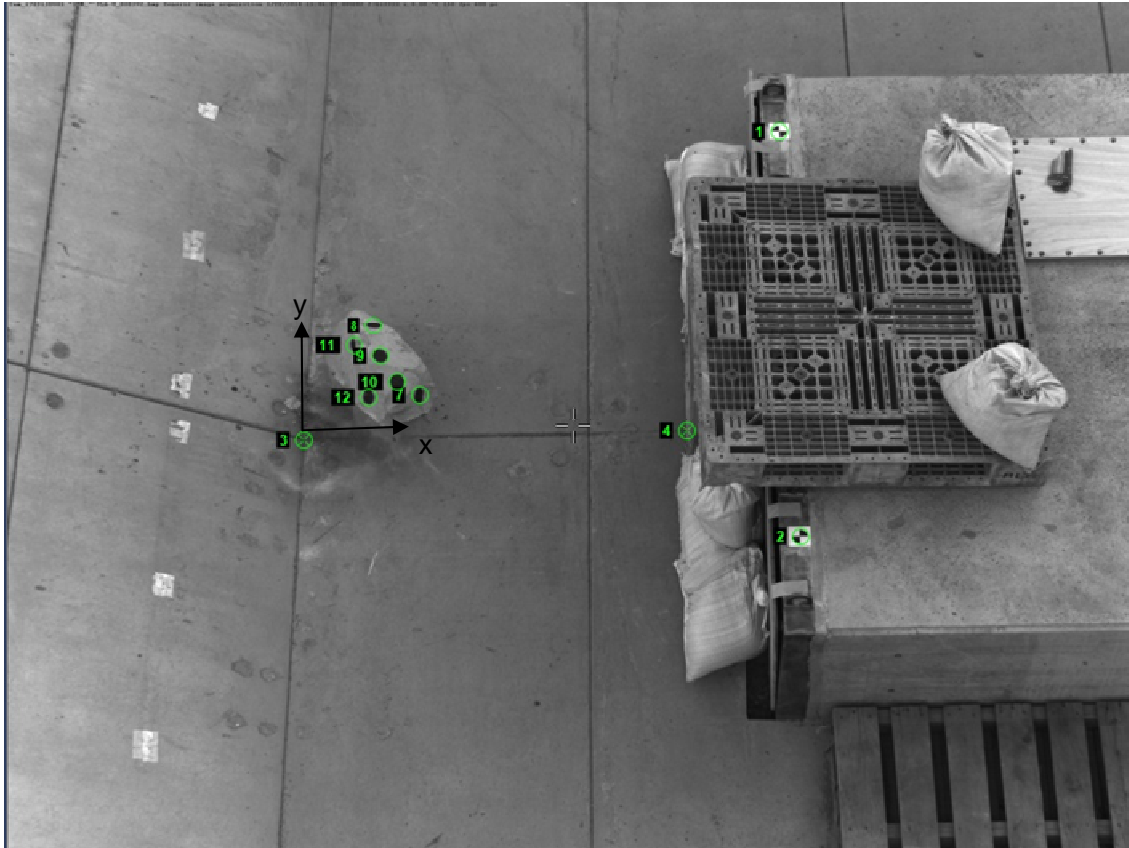


図 9.2.166(a) 解析に用いた標点の位置

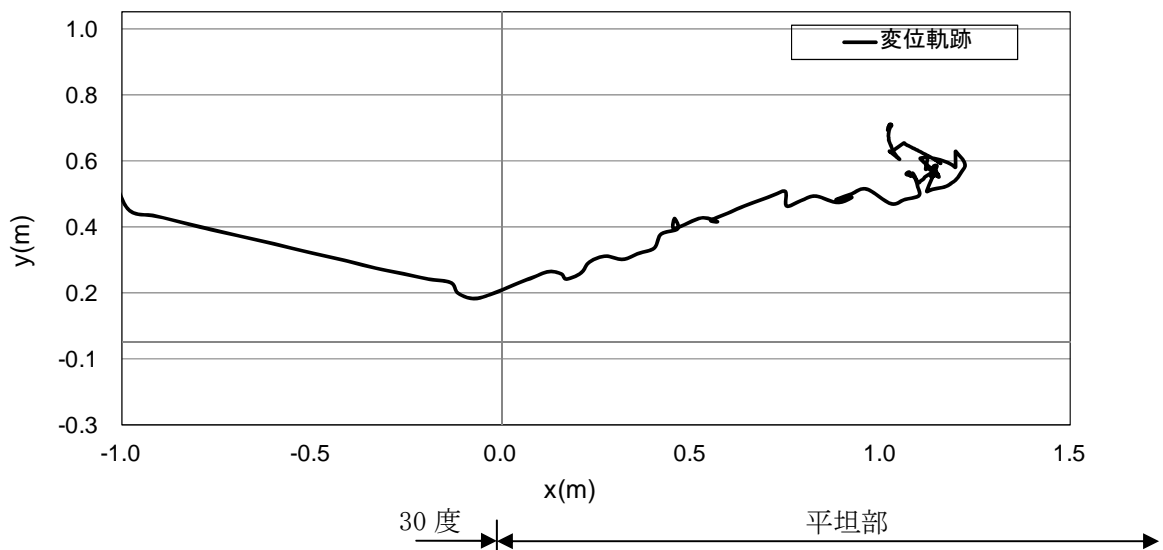


図 9.2.166(b) 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 167 に変位と速度の時刻歴を示す。

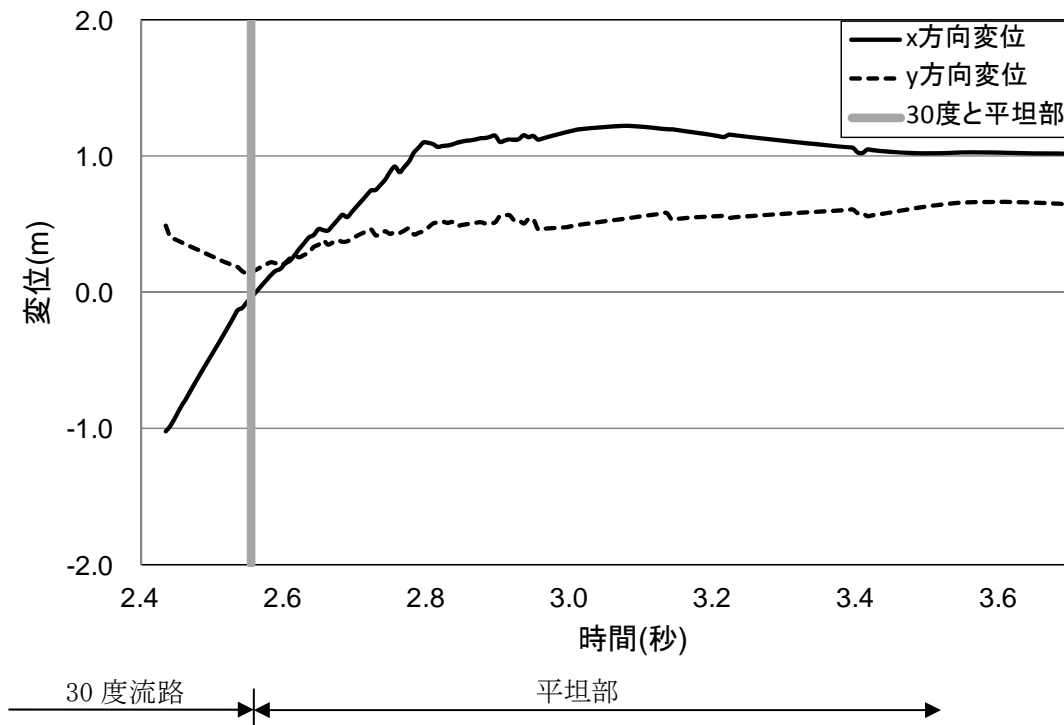


図 9. 2. 167(a) 岩塊模型の変位履歴

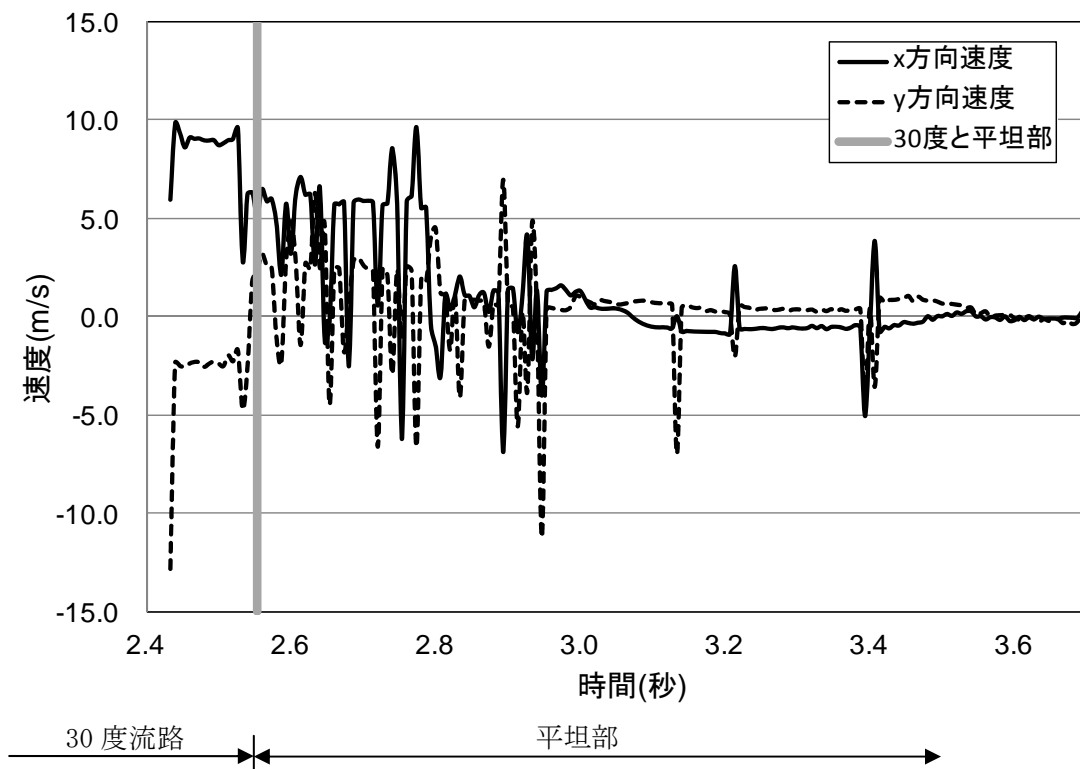


図 9. 2. 167(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.1.168 に岩塊模型の角速度と水平位置の関係を示す。反時計回りが負の方向である。この図から、全体的にはほぼ一定の角速度で反時計回りに回転していることが分かる。30 度粒度と平坦部球形で、大きく回転している。

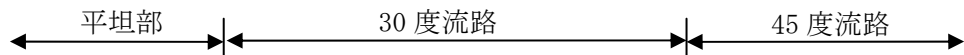
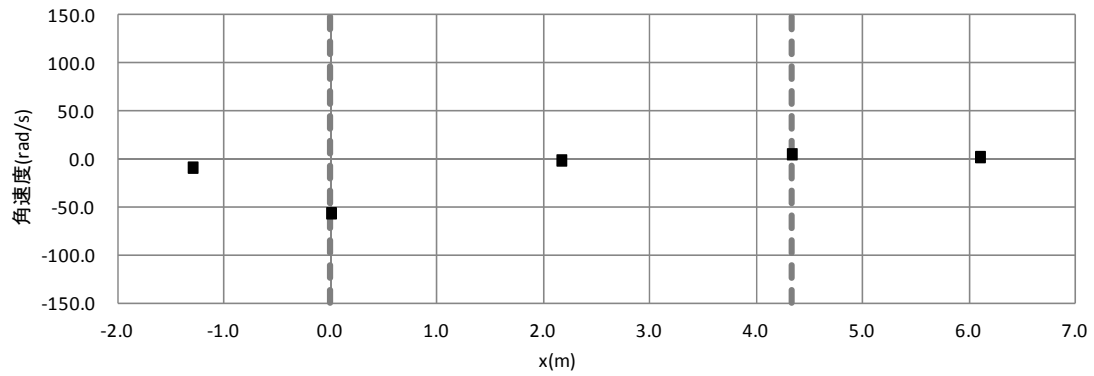


図 9.1.168 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (側面)

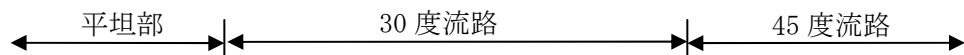
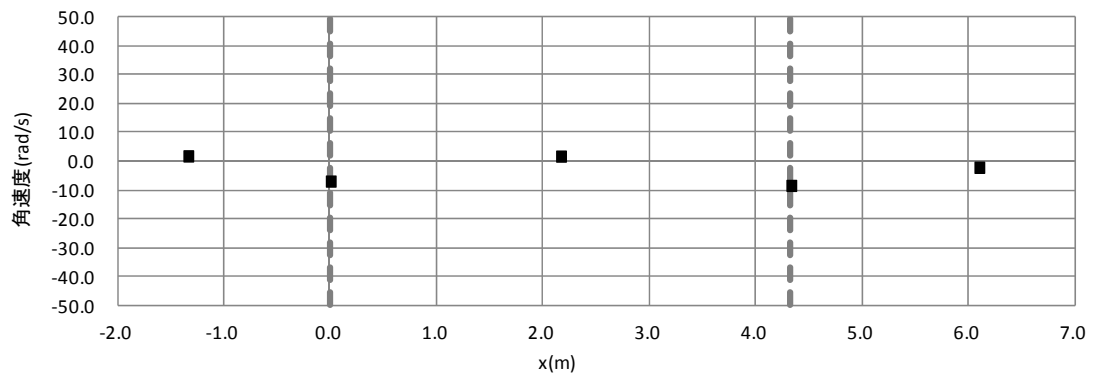


図 9.1.168 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (上方)

(9) No.13 板状 20cm 平面下

① 流路横

図 9.2.169 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.169 解析に用いた標点の位置

図 9.2.170 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路と 30 度流路中間にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

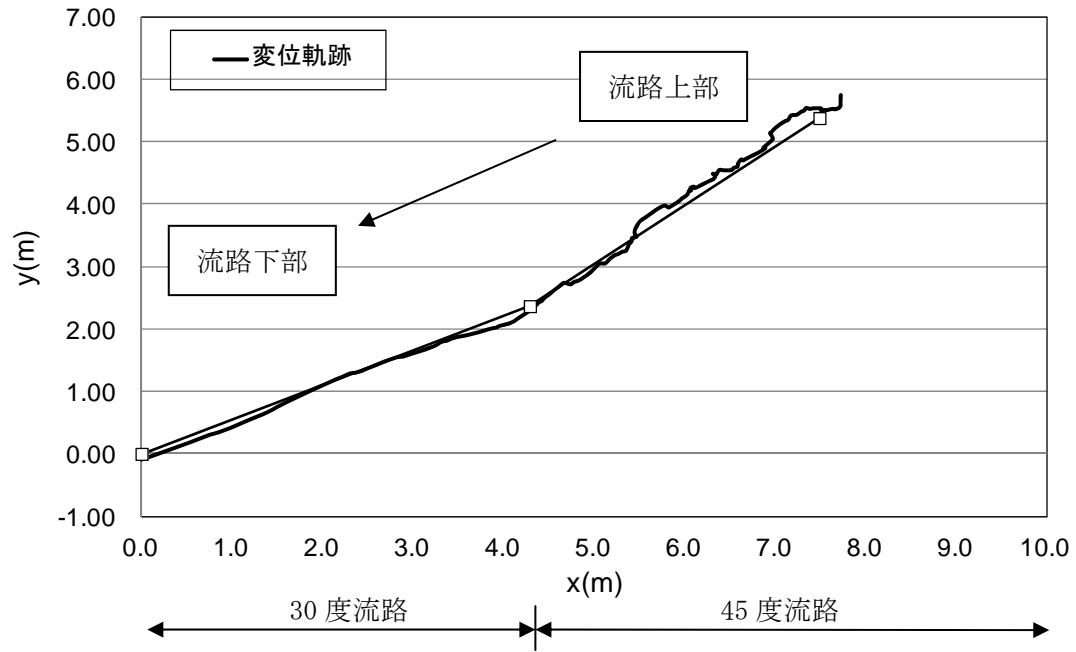


図 9.2.170 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.171 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では岩塊の転動に伴い、速度の x、y 方向成分とも速度変化を繰り返しながら流路下流に向かって速度が上がる挙動を示し、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

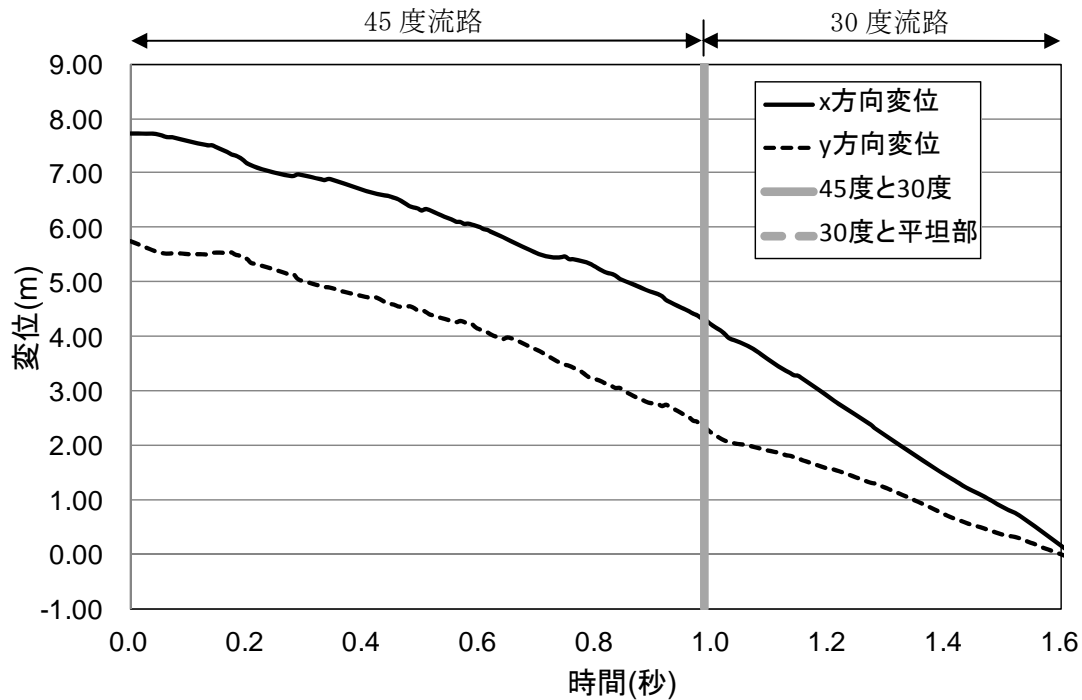


図 9.2.171(a) 岩塊模型の変位履歴

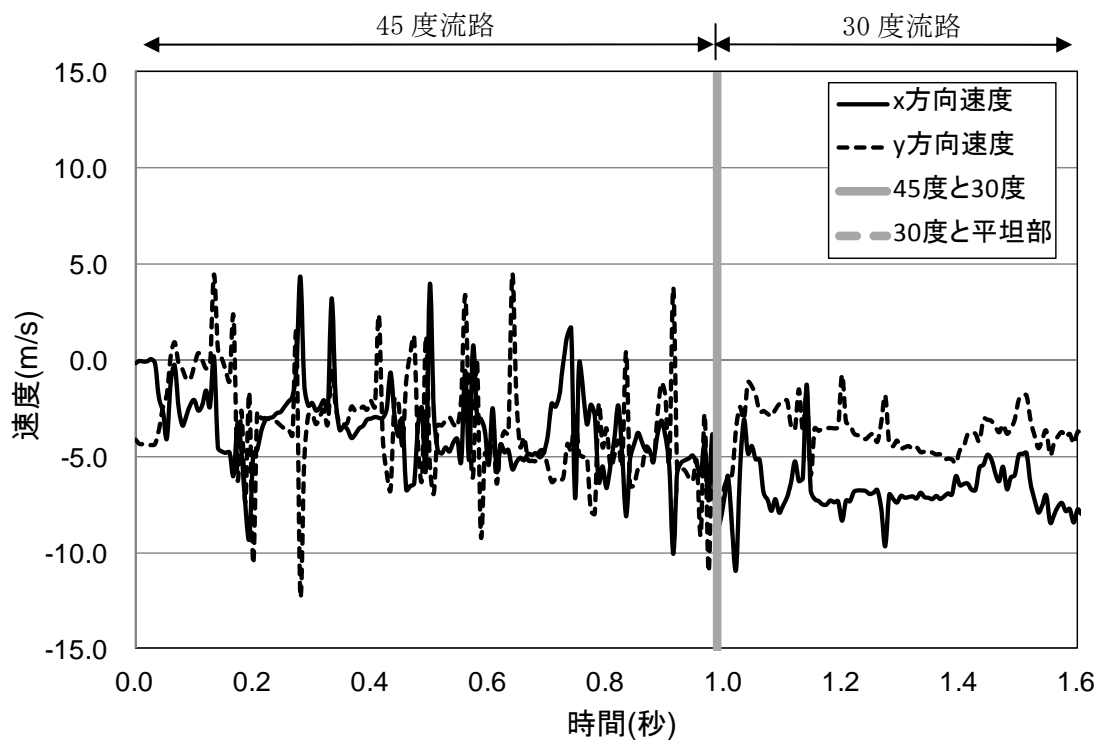


図 9.2.171(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 172 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路と 30 度流路中間にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は増減を繰り返しながら流路下流に向かって速度増加する挙動を示し、y 方向の落下速度は、増減を繰り返す挙動を示したが、流路下流に向かって速度増加する挙動ではなかった。

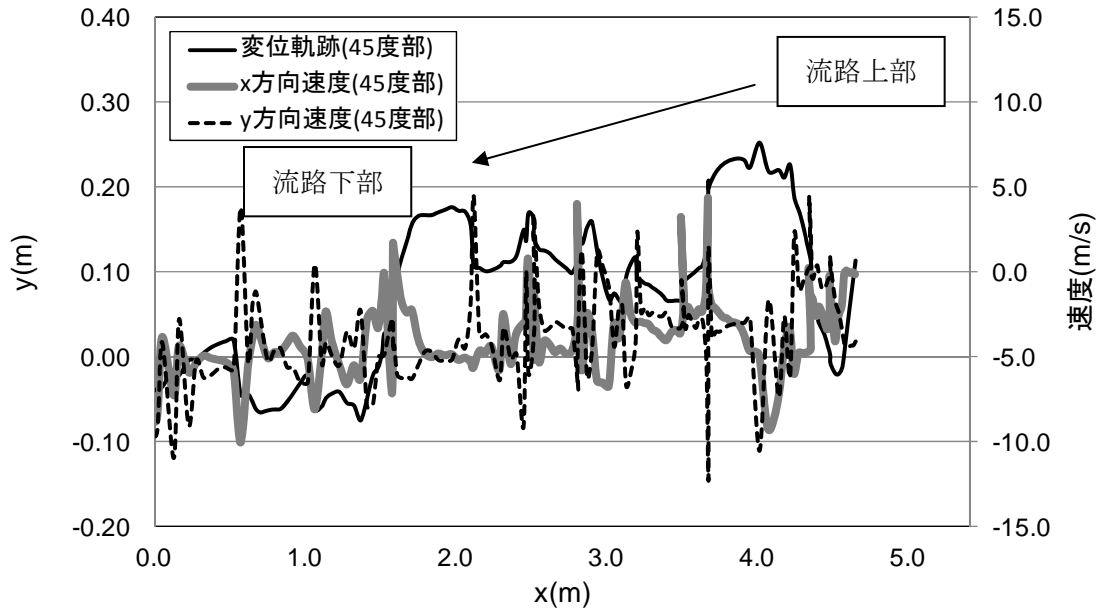


図 9. 2. 172 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

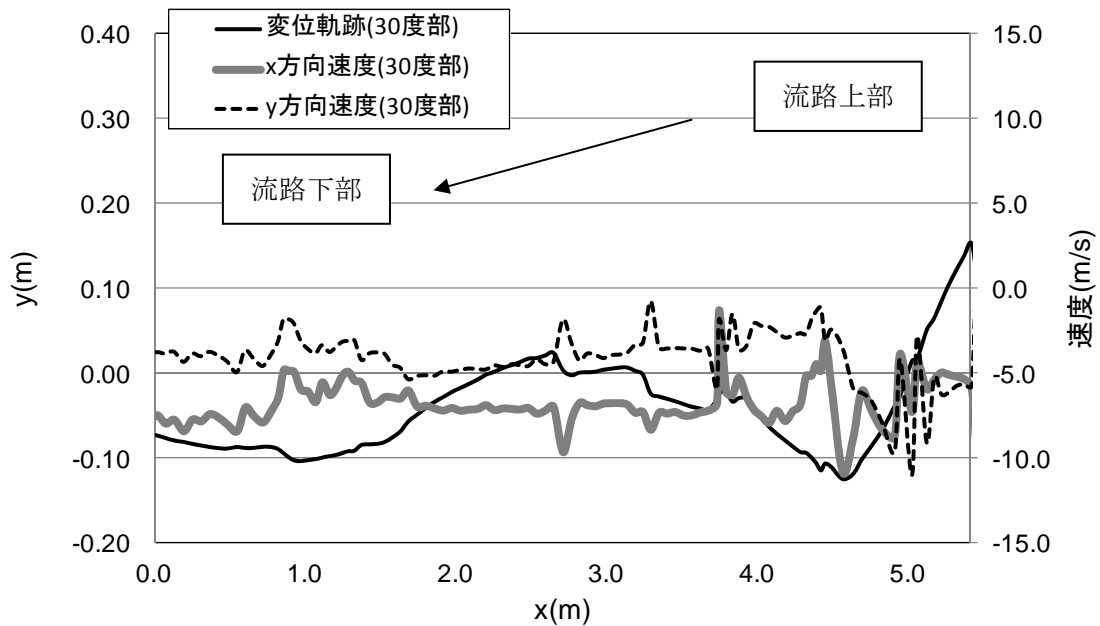


図 9. 2. 172 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡



② 平坦部横

図 9.2.173 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

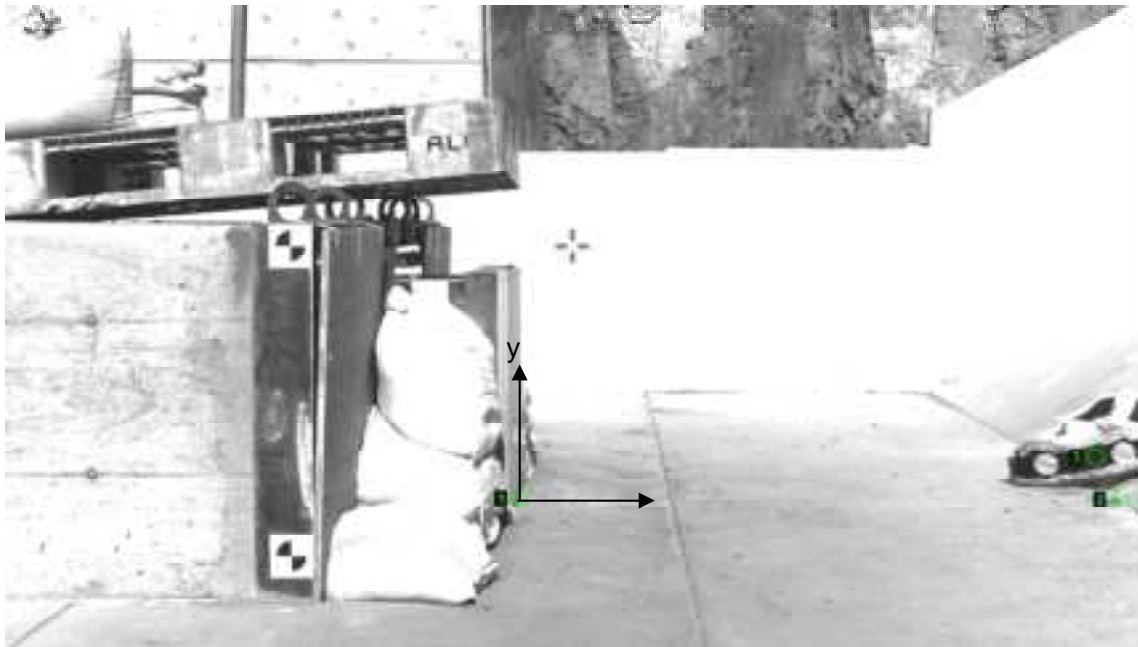


図 9.2.173 解析に用いた標点の位置

図 9.2.174 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

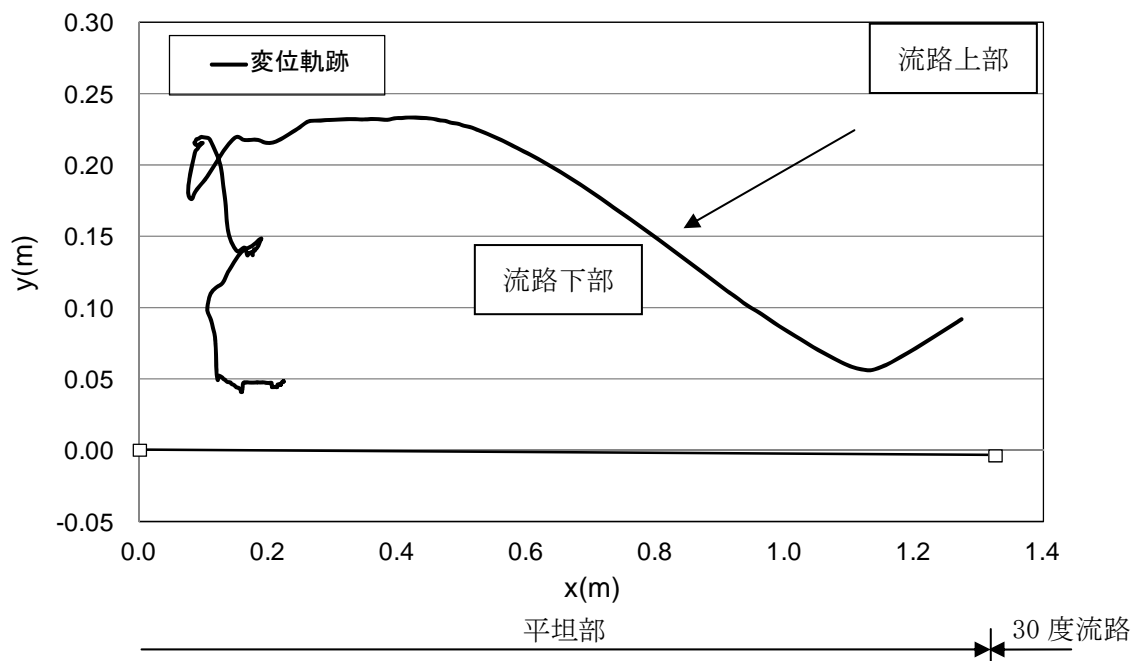


図 9.2.174 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.175 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、平坦部 x 方向成分は速度低下が生じ、y 方向成分は速度が上がりのち速度低下が生じ、両成分ともロードセル衝突時に速度が最も低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.4 秒付近である。

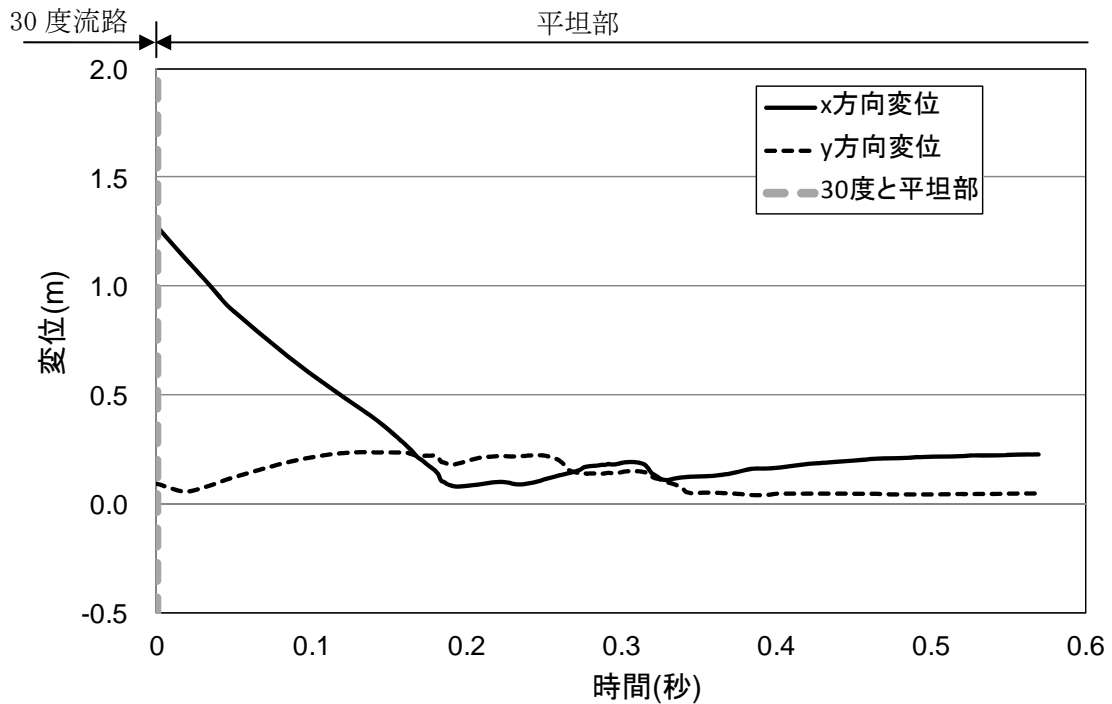


図 9.2.175(a) 岩塊模型の変位履歴

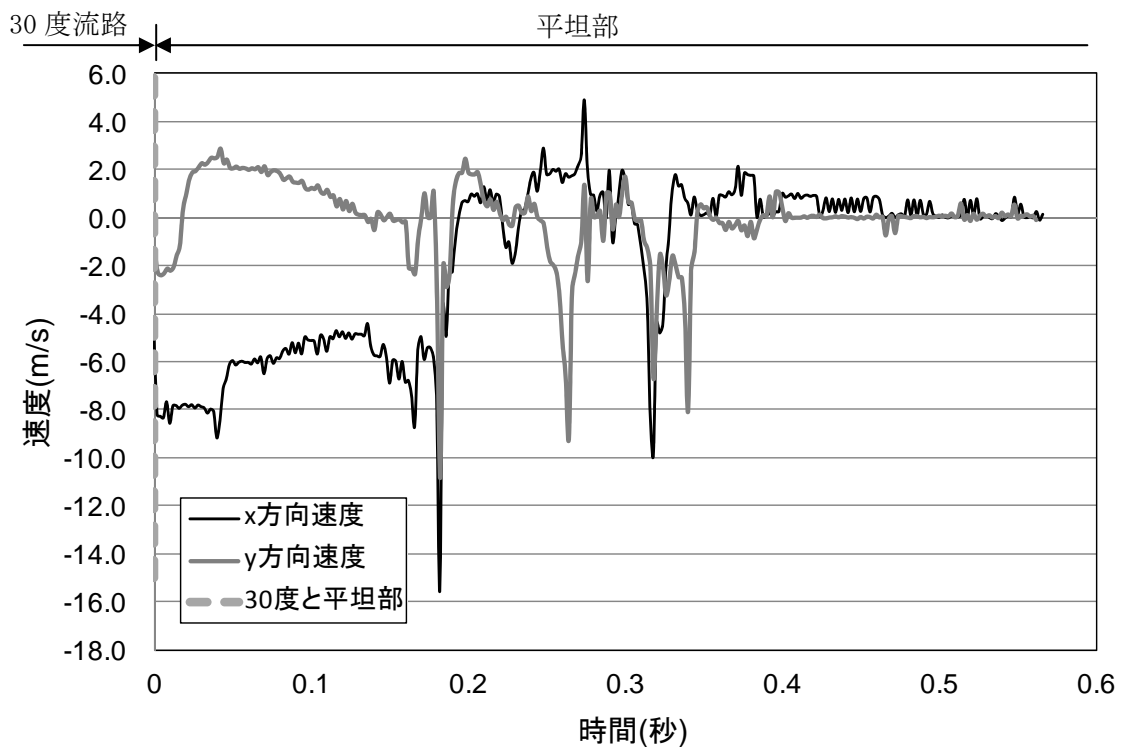


図 9.2.175(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.176 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

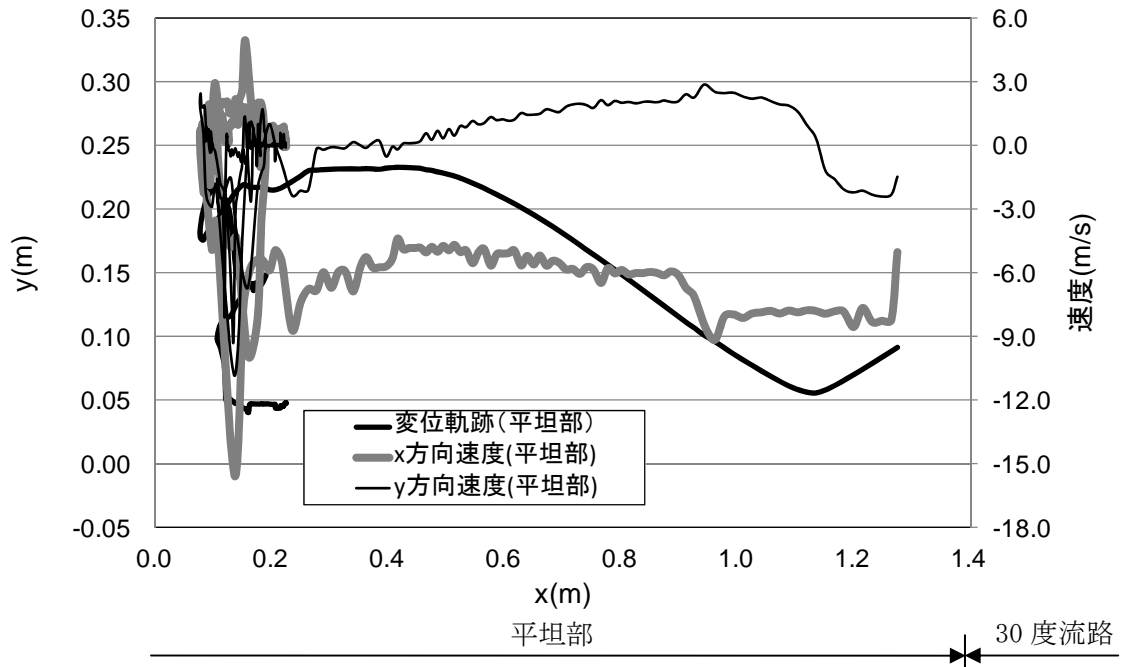


図 9.2.176 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.177 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

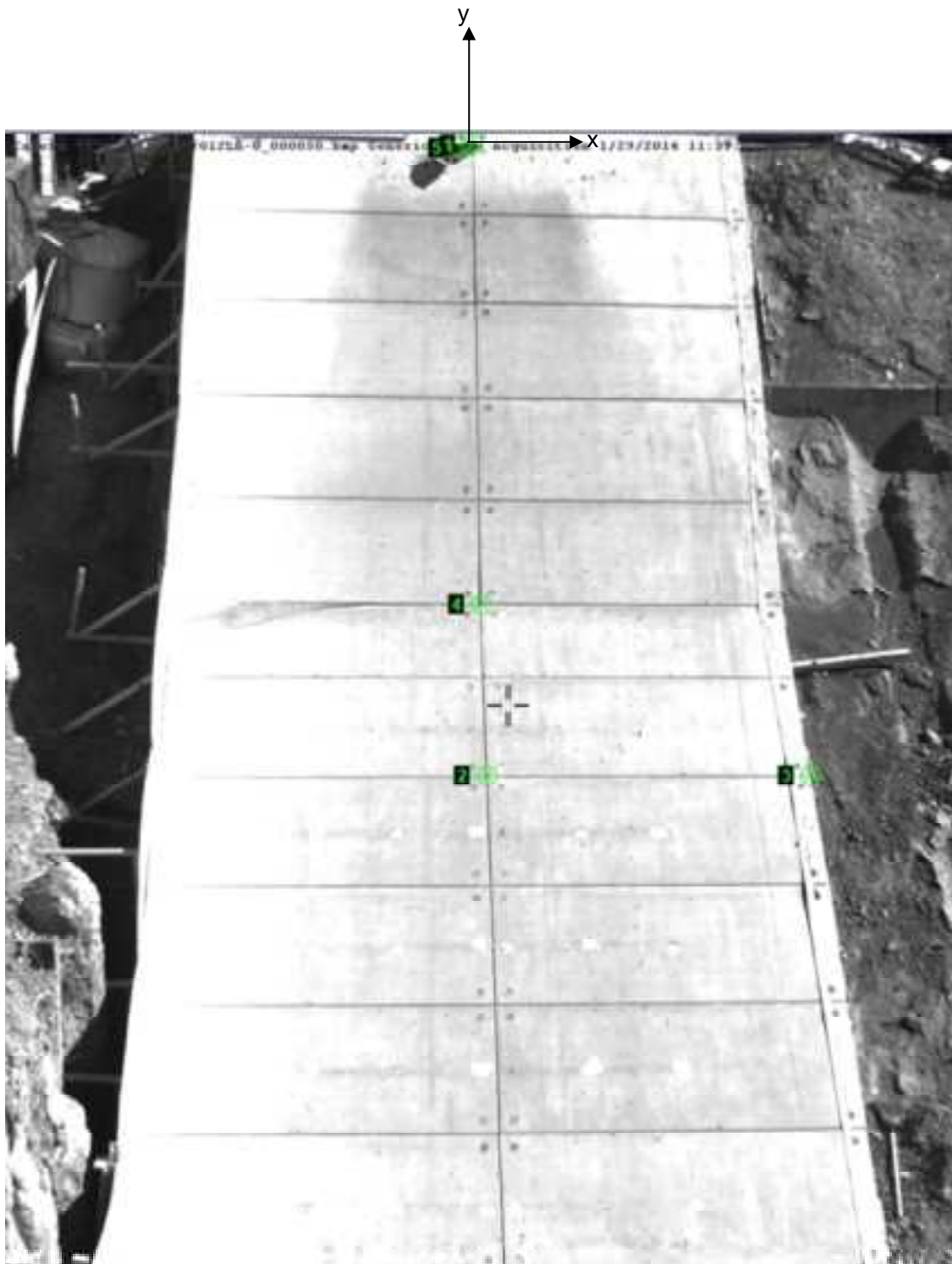


図 9.2.177 解析に用いた標点の位置

図 9.2.178 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、左右に揺れながら落下している挙動が見られた。

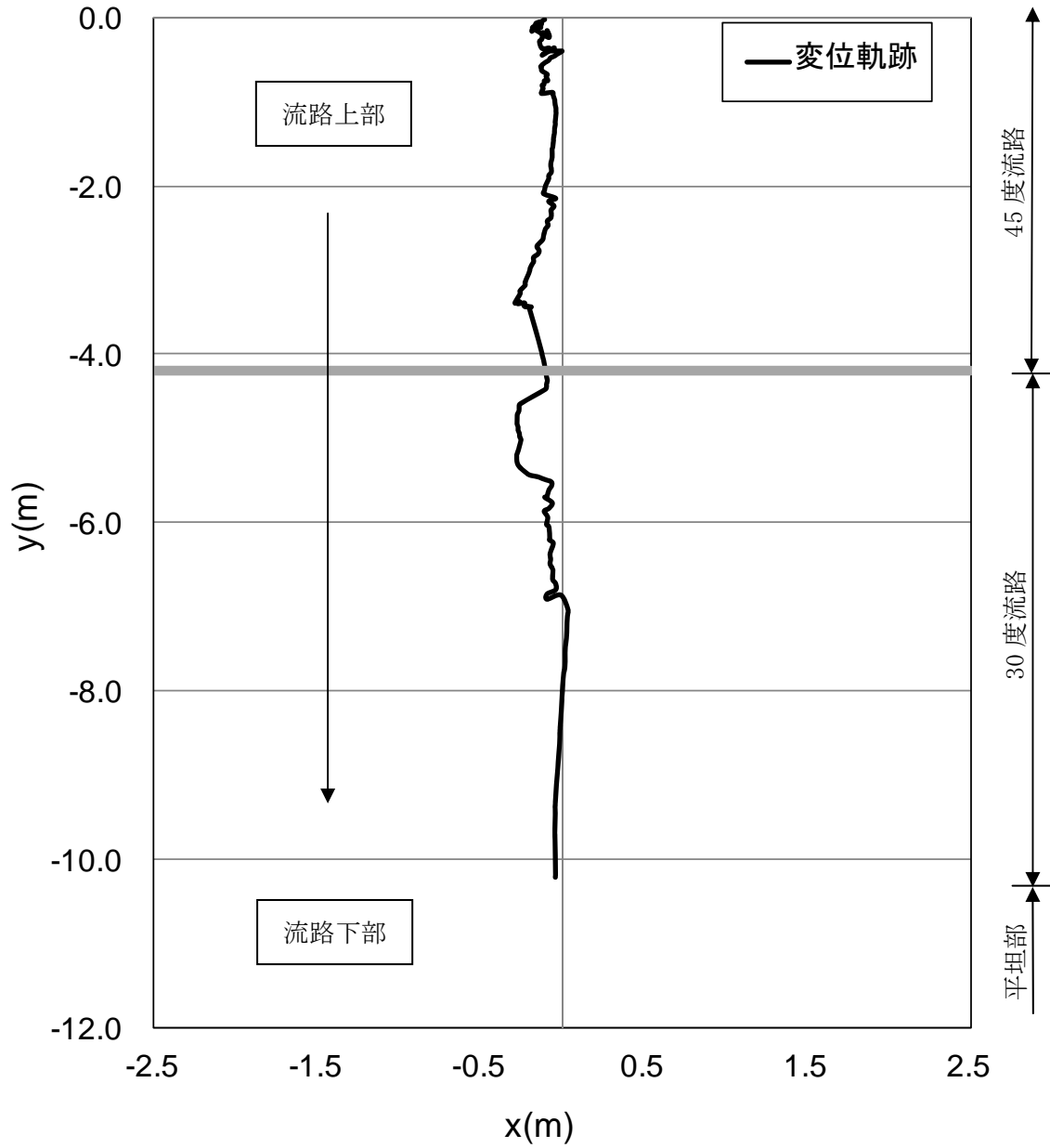


図 9.2.178 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.179 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

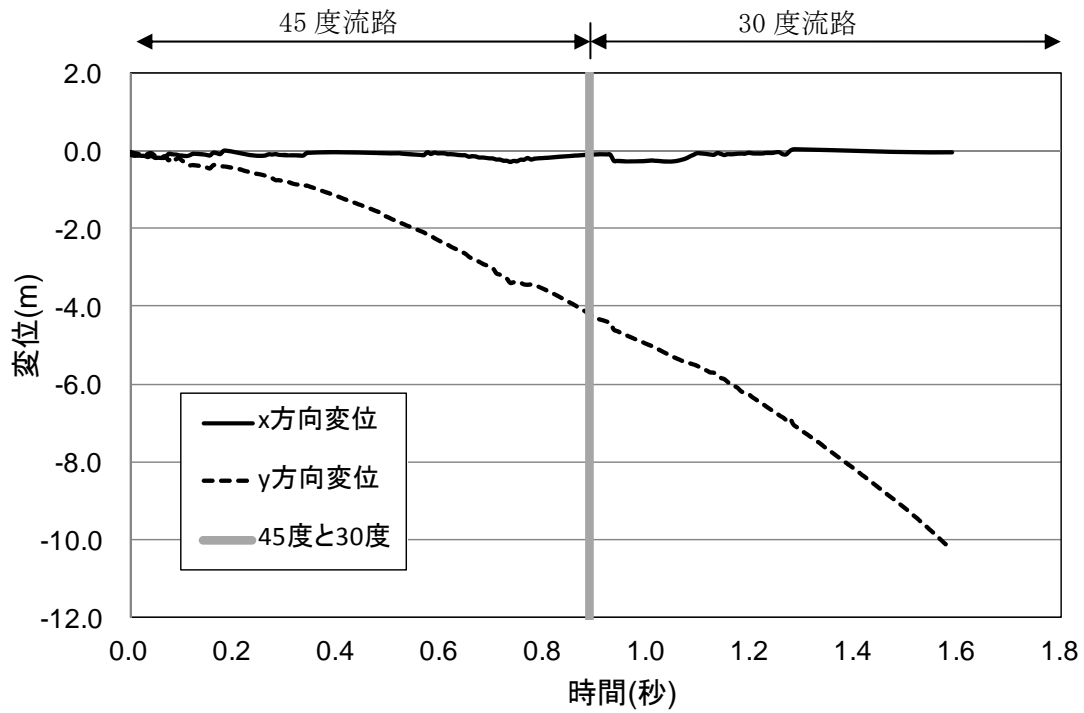


図 9.2.179(a) 岩塊模型の変位履歴

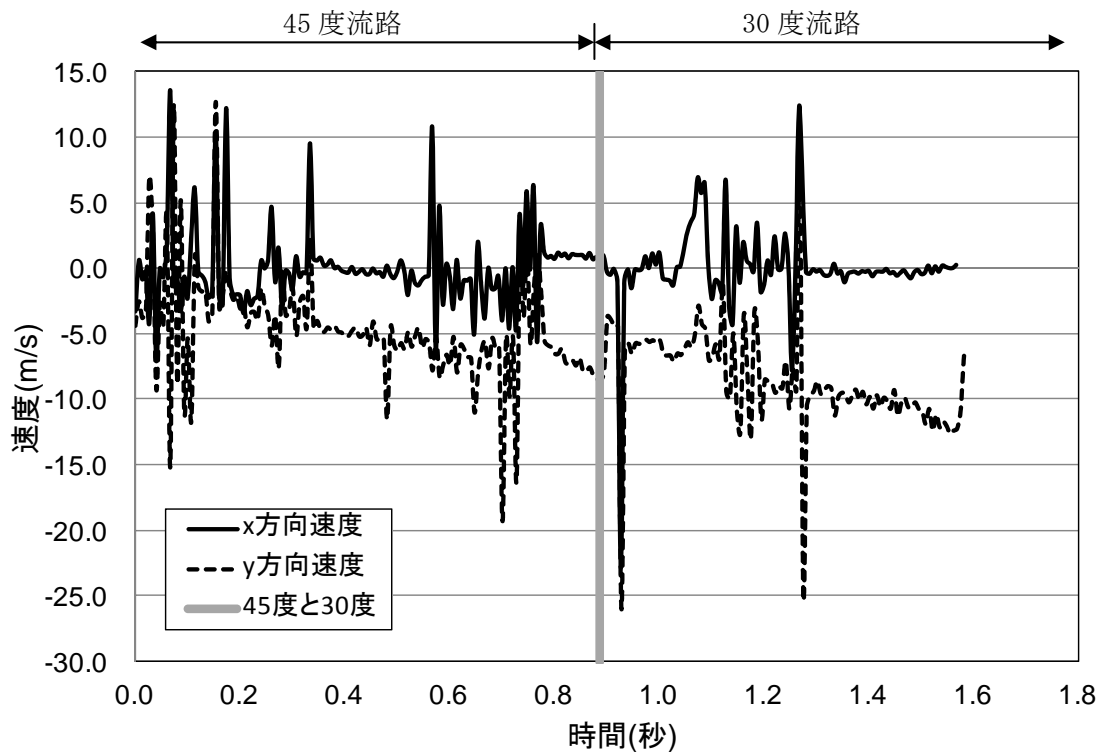


図 9.2.179(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.180 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

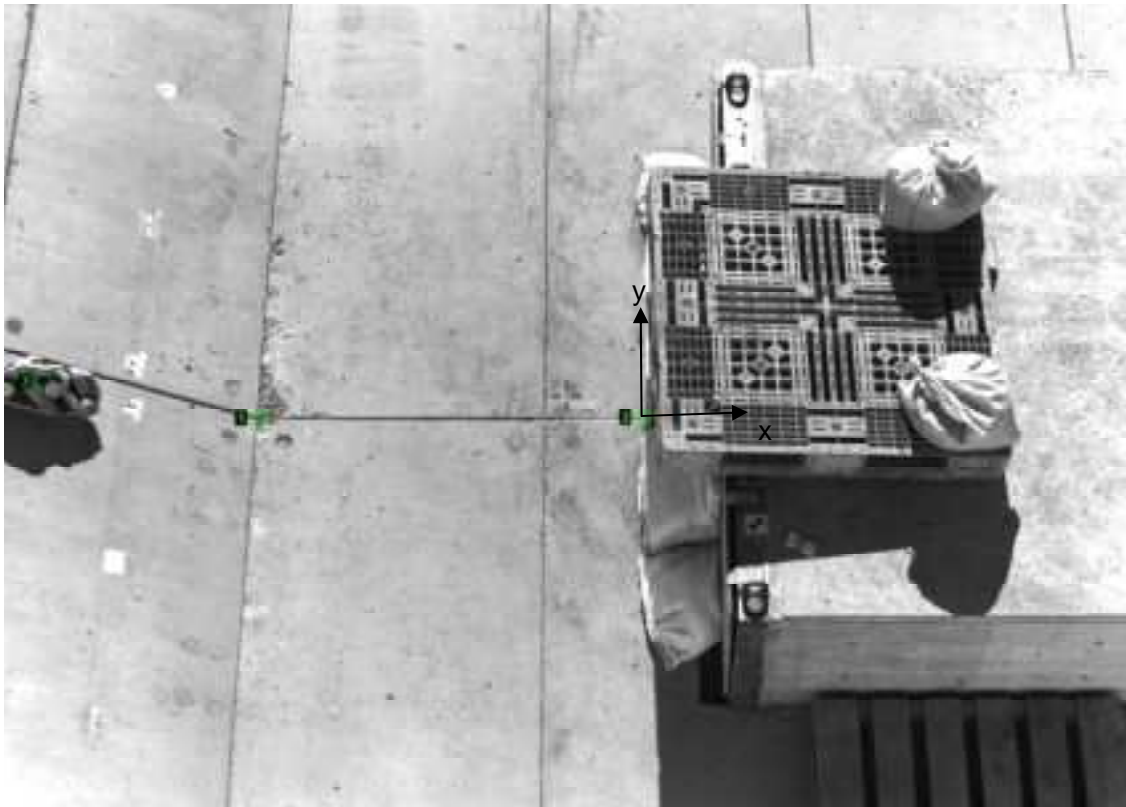


図 9.2.180 解析に用いた標点の位置

図 9.2.181 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

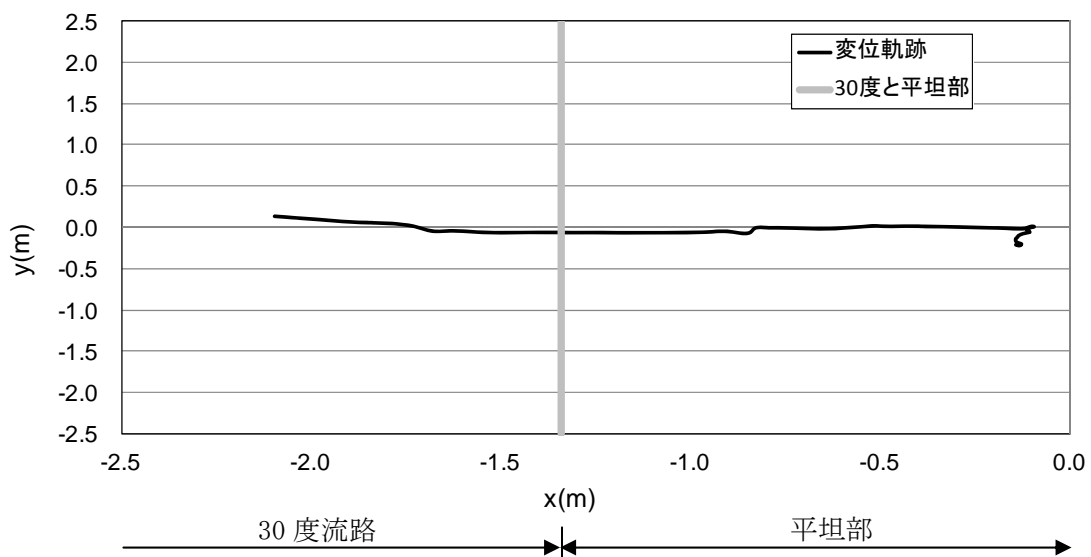


図 9.2.181 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 182 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

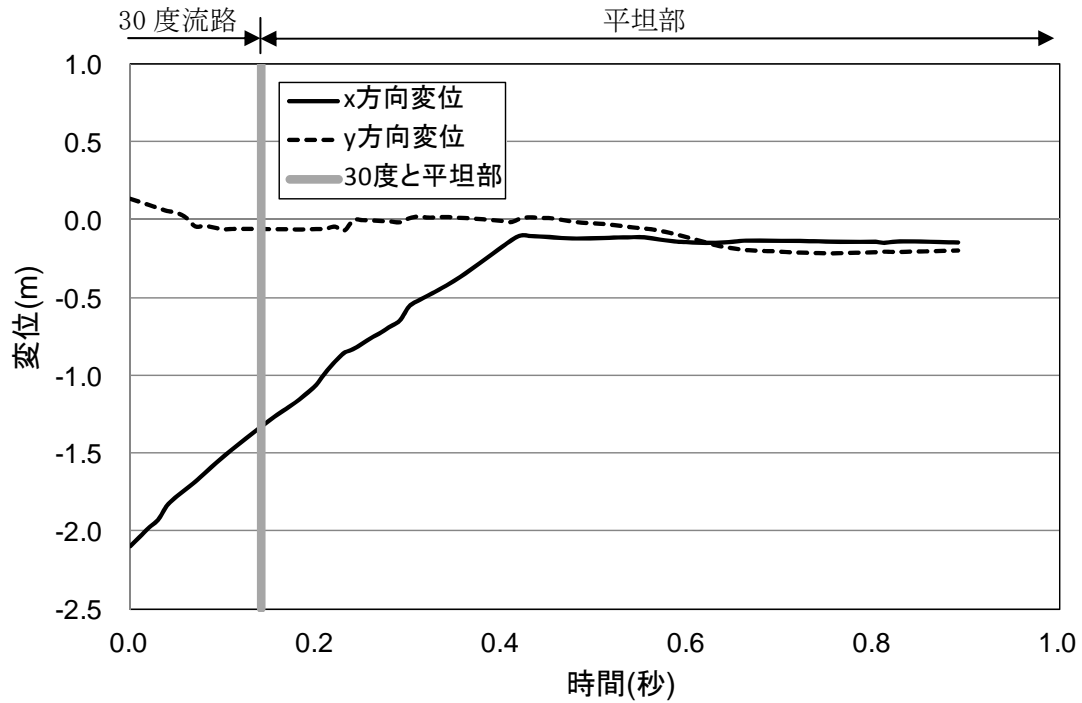


図 9. 2. 182(a) 岩塊模型の変位履歴

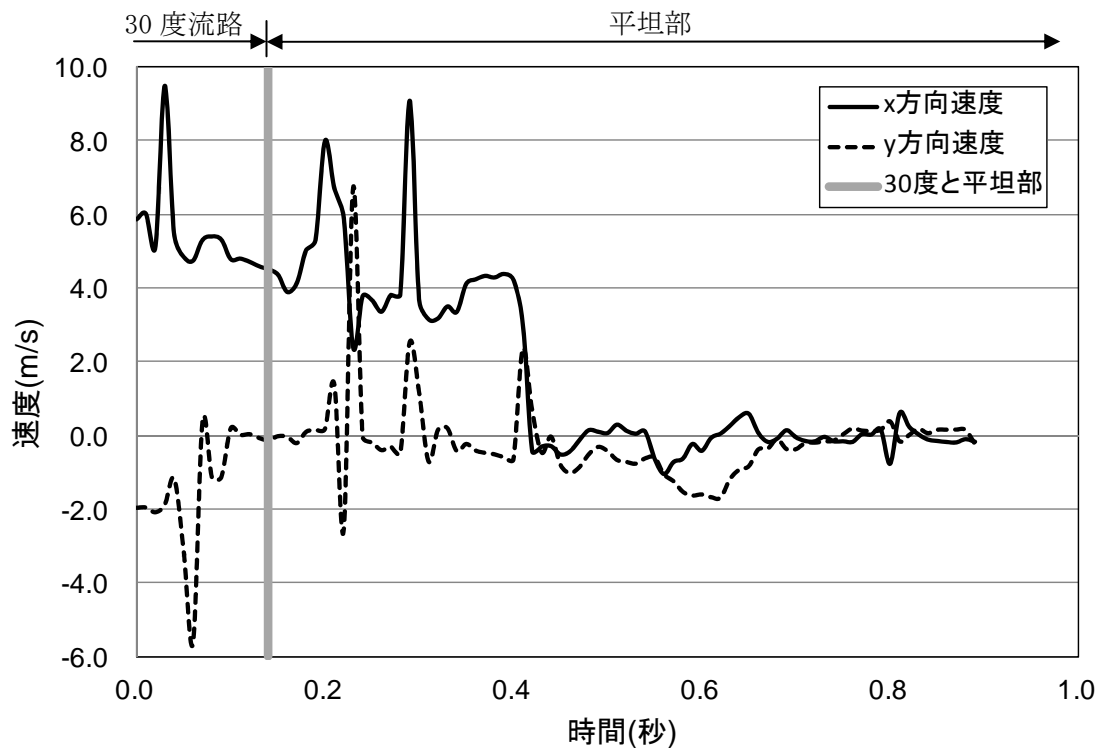


図 9. 2. 182(b) 岩塊模型の速度履歴



(10) No.14 板状 20cm 平面下

① 流路横

図 9.2.183 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.183 解析に用いた標点の位置

図 9.2.184 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

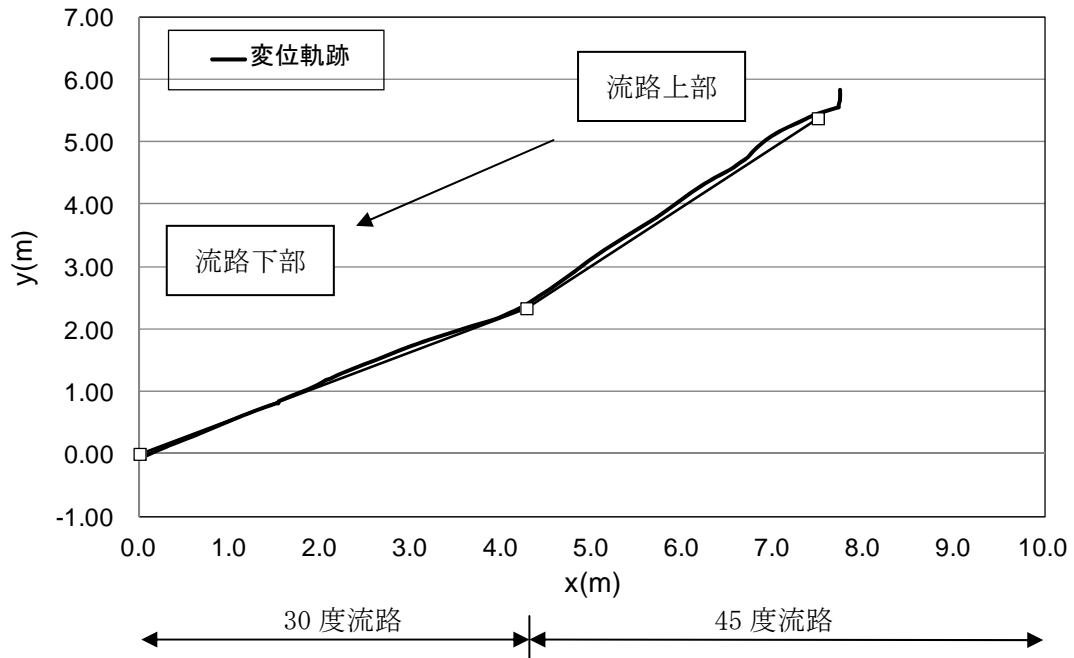


図 9.2.184 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.185 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下速度が低下する挙動を示した。

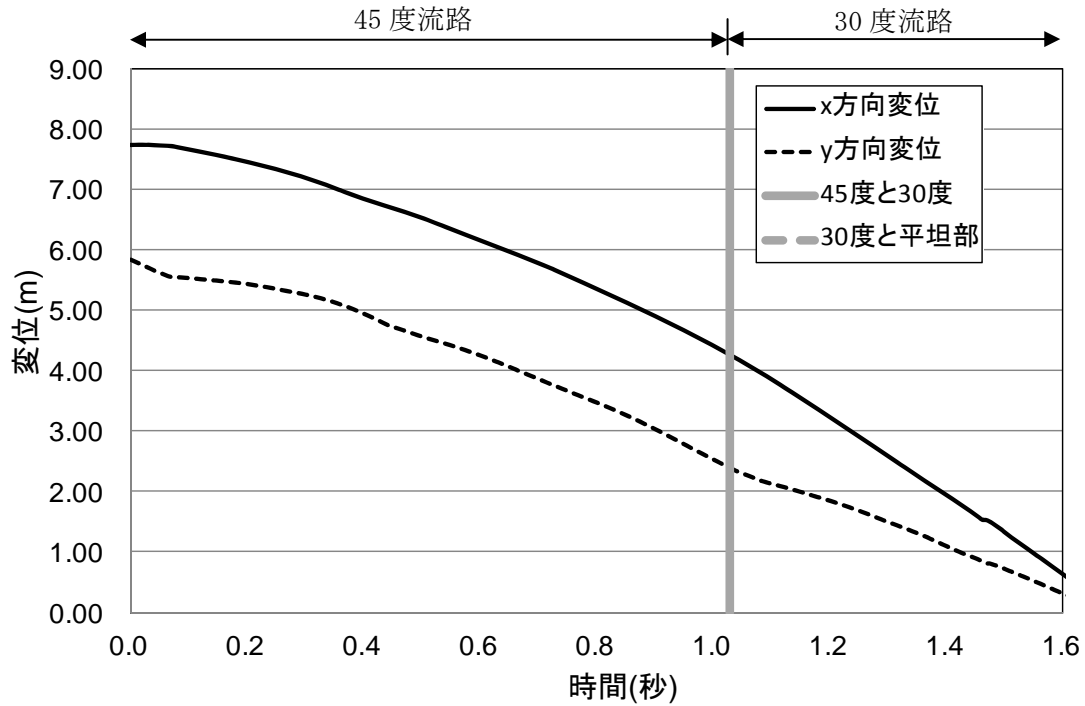


図 9.2.185(a) 岩塊模型の変位履歴

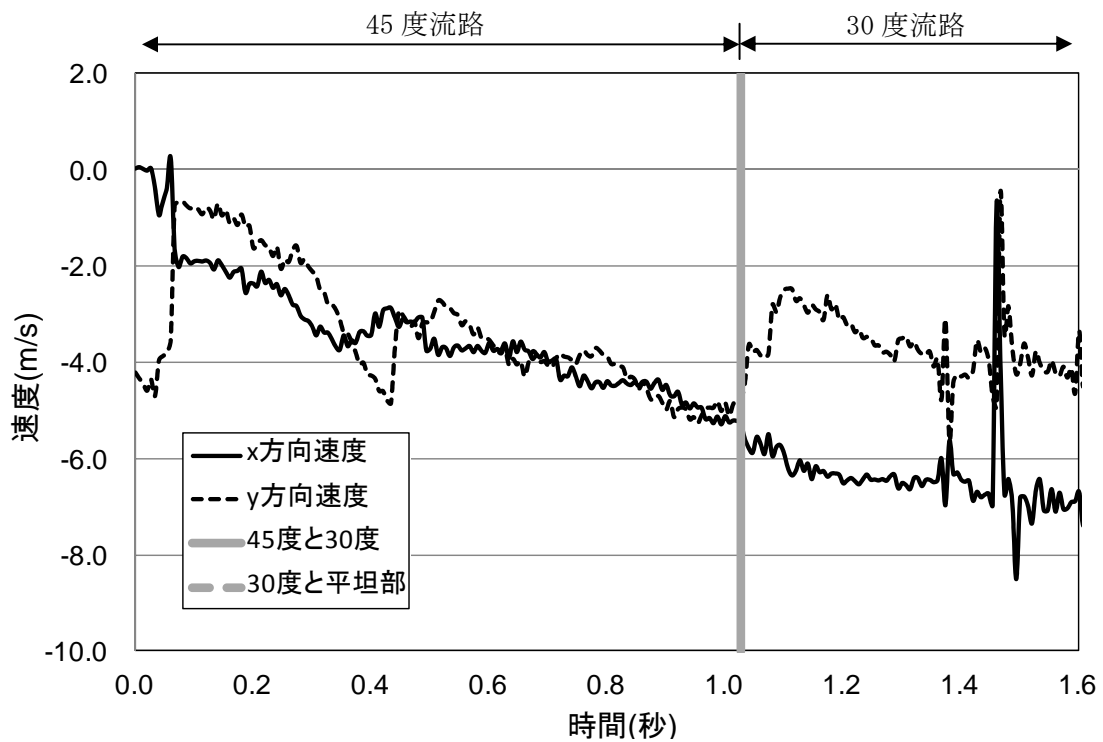


図 9.2.185(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 186 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、跳ね返り時に速度変化を示した。

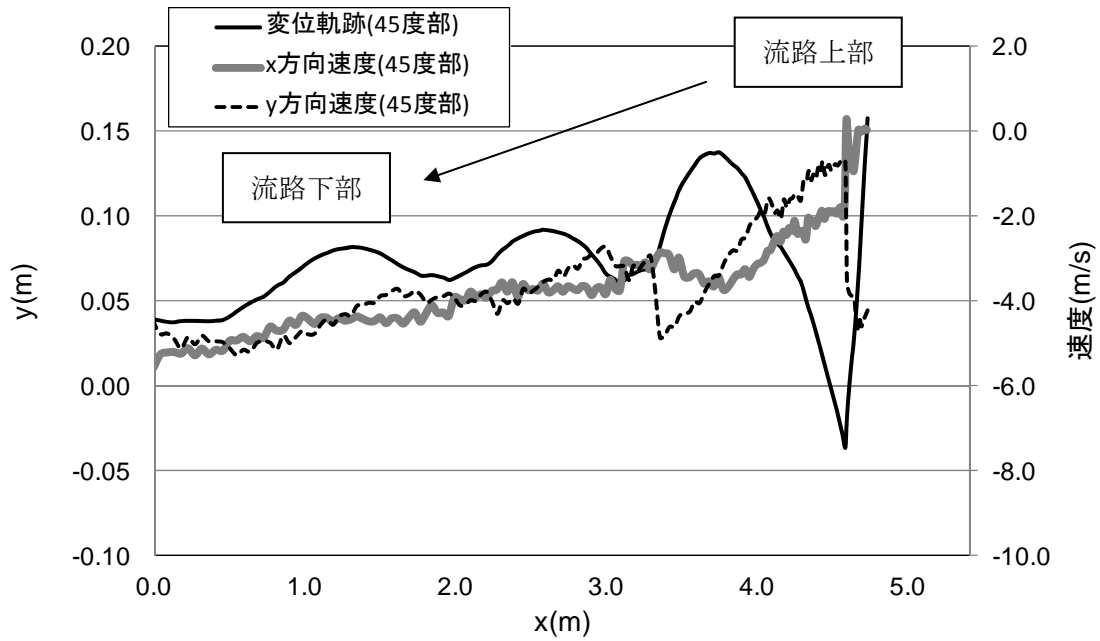


図 9. 2. 186 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

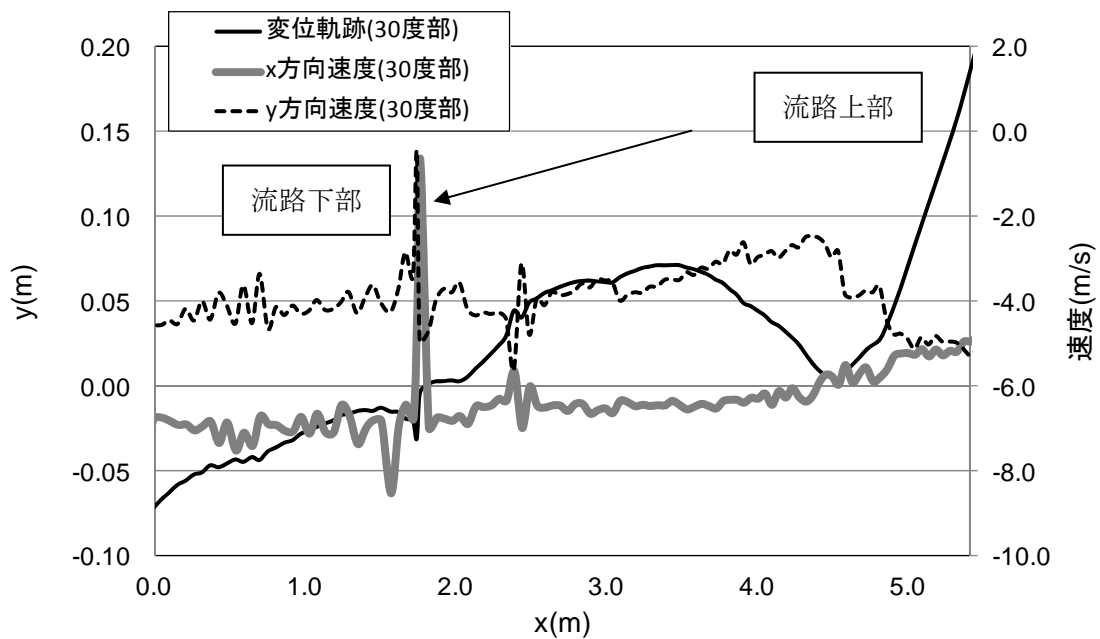


図 9. 2. 186 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.187 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

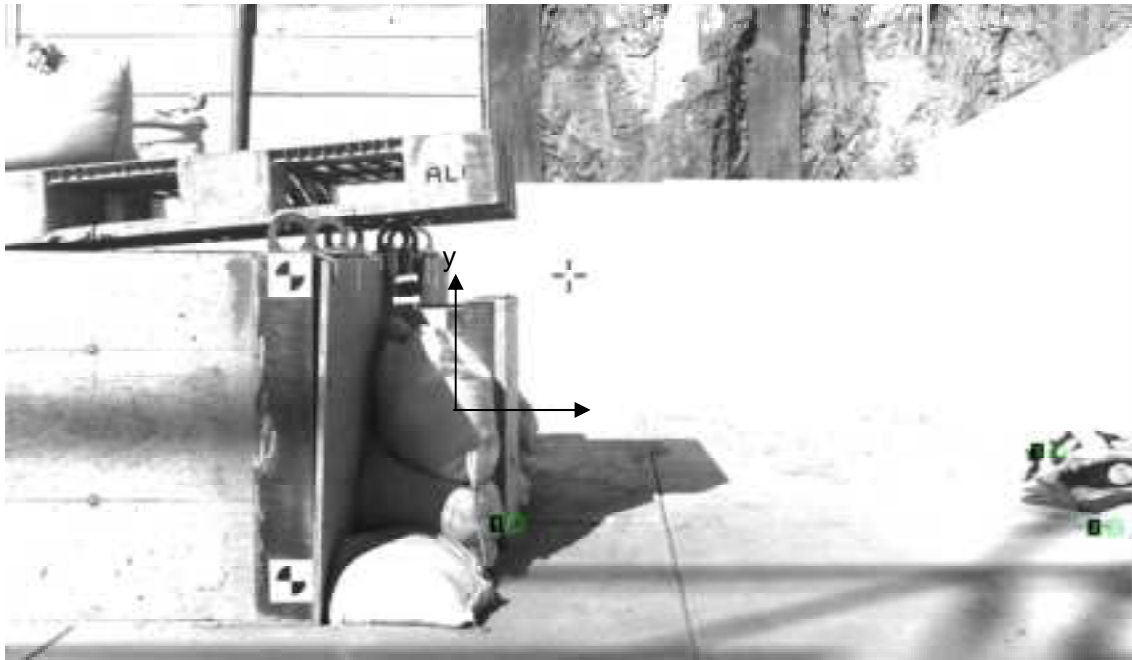


図 9.2.187 解析に用いた標点の位置

図 9.2.188 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

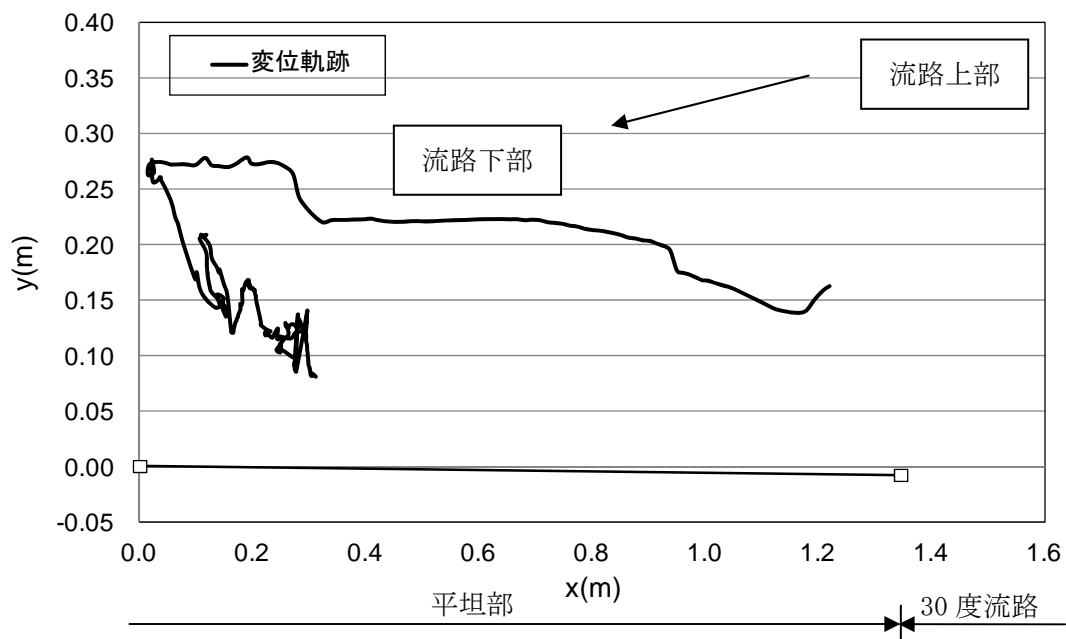


図 9.2.188 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.189 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度低下が生じ、y 方向成分は速度が上がり、両成分ともロードセル衝突時に速度が低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.2 秒付近である。

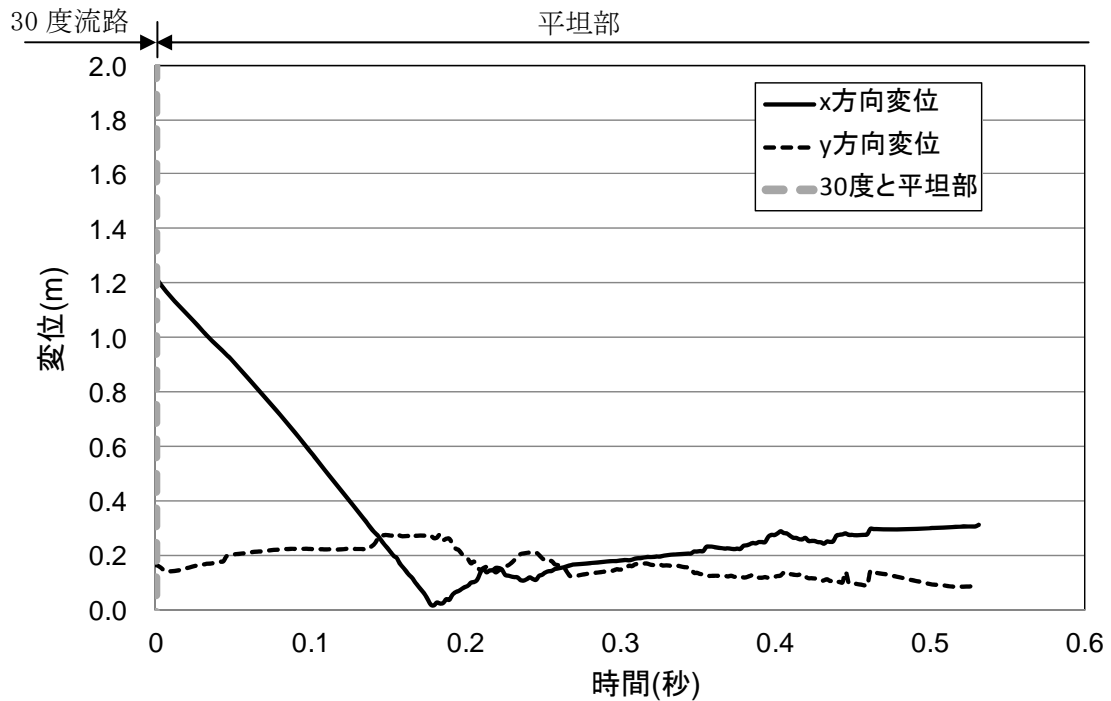


図 9.2.189(a) 岩塊模型の変位履歴

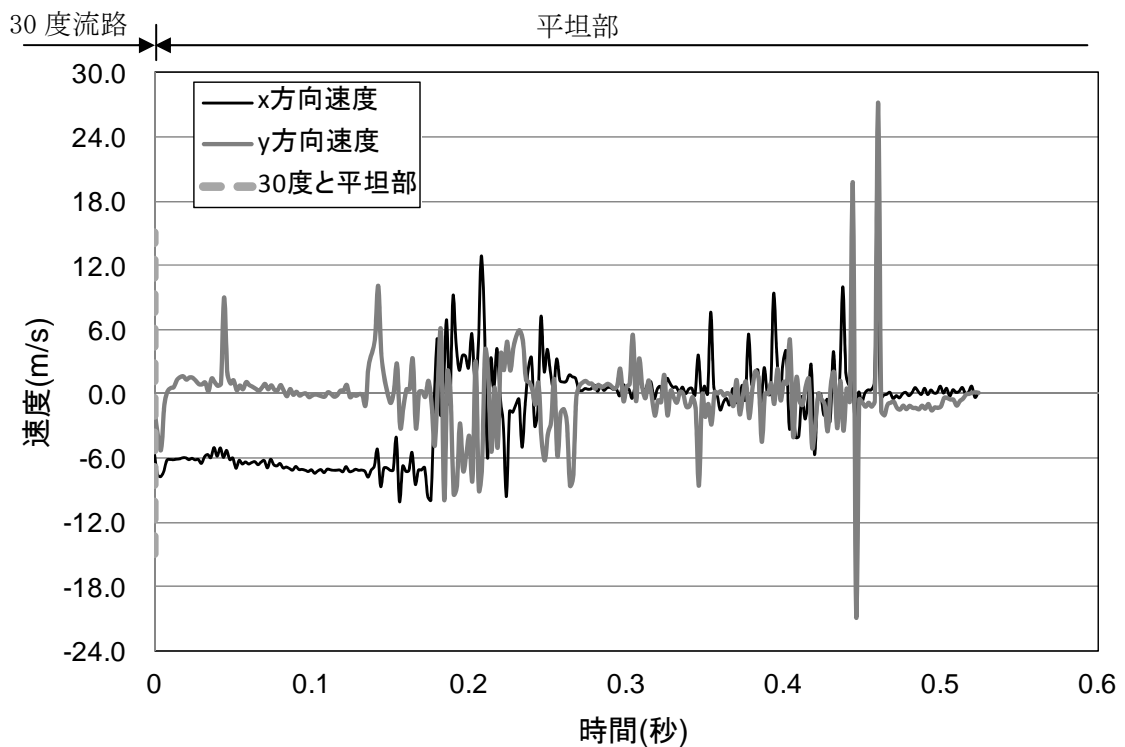


図 9.2.189(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.190 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

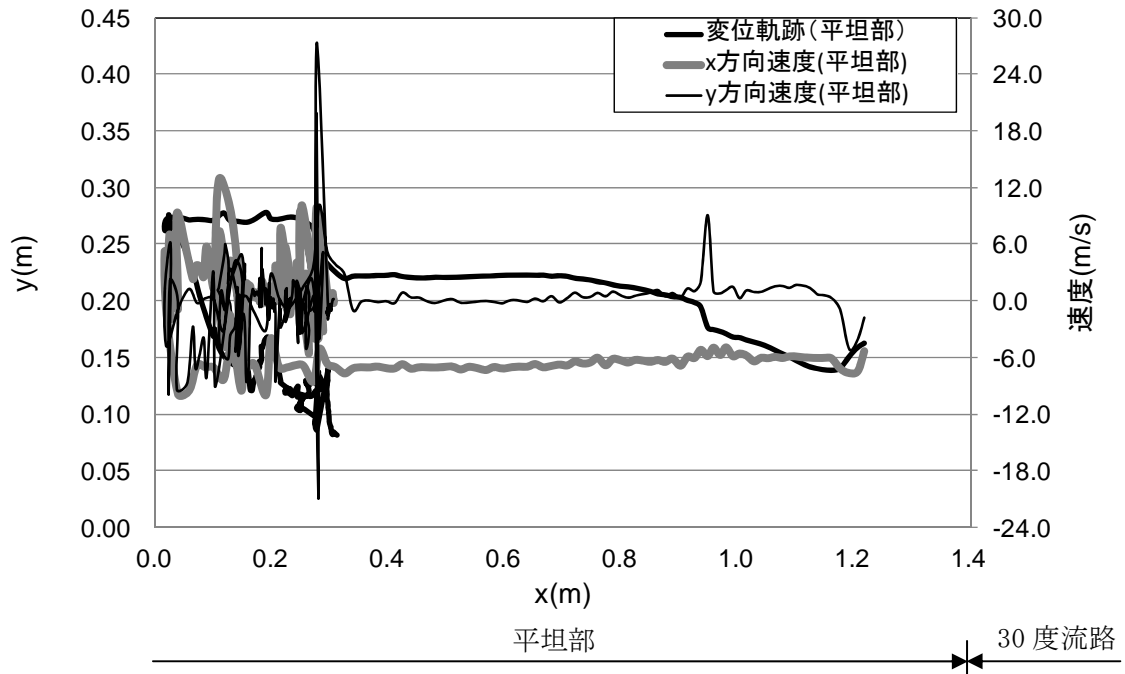


図 9.2.190 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.191 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

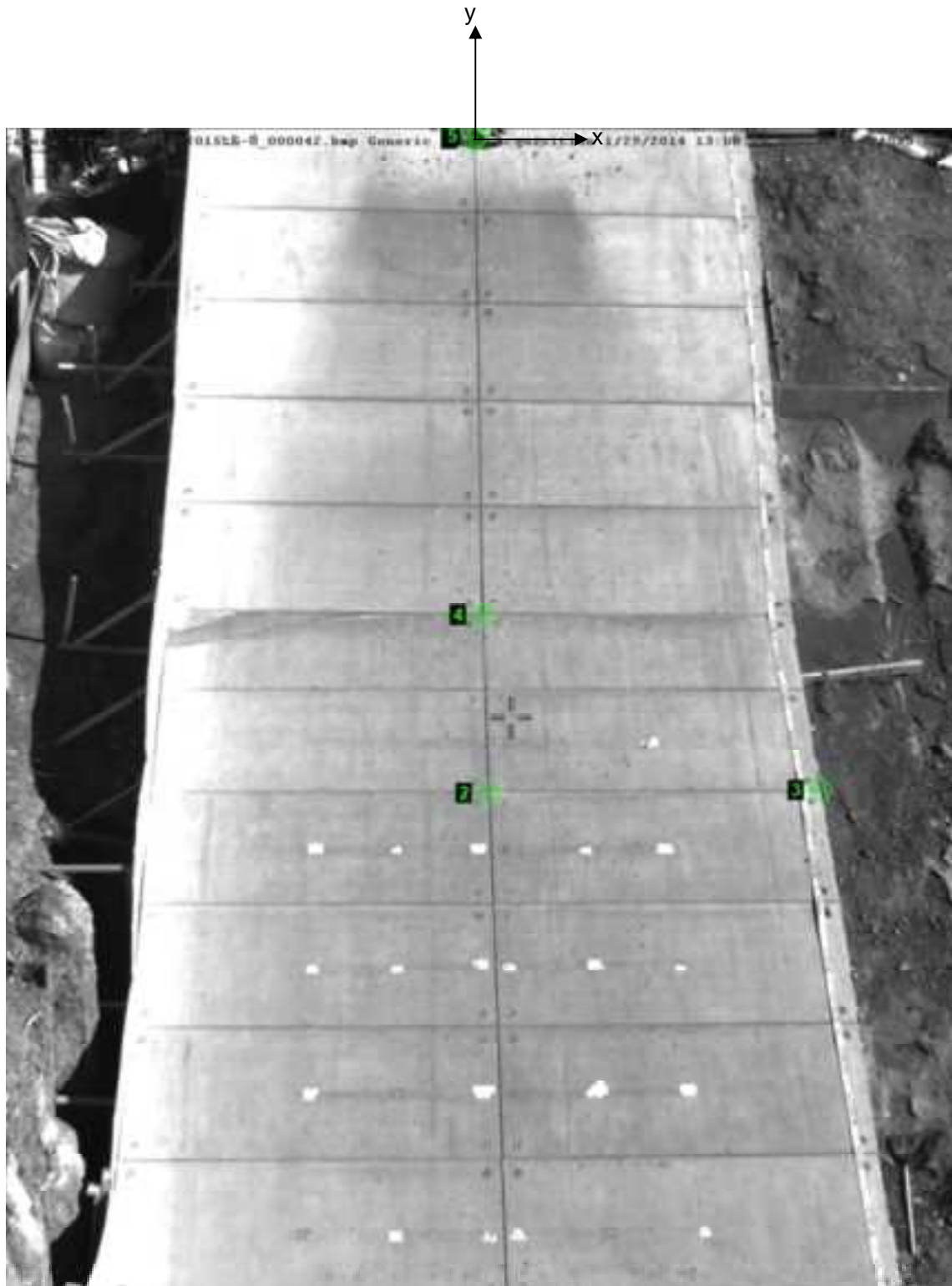


図 9.2.191 解析に用いた標点の位置



図 9.2.192 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

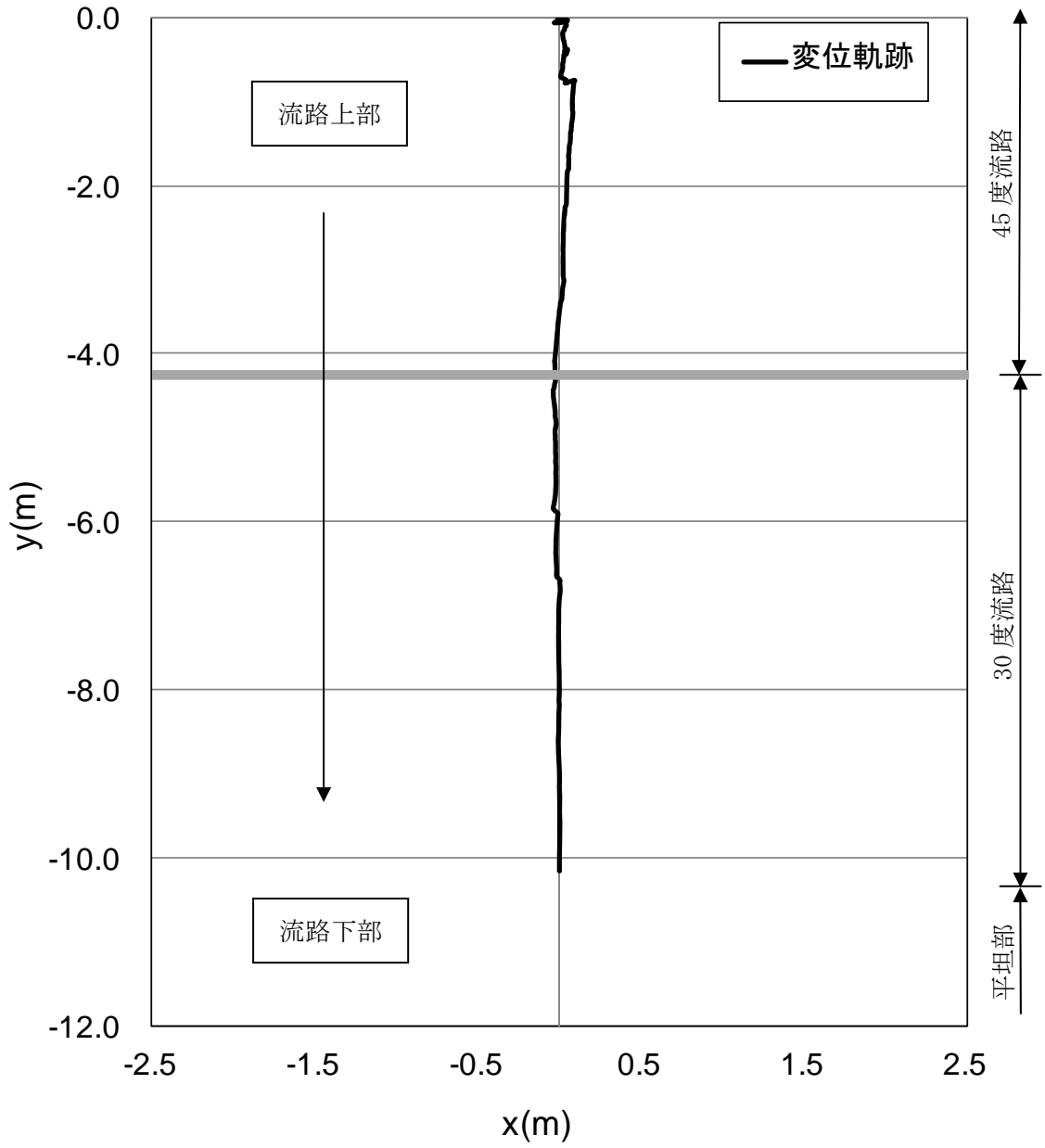


図 9.2.192 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.193 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

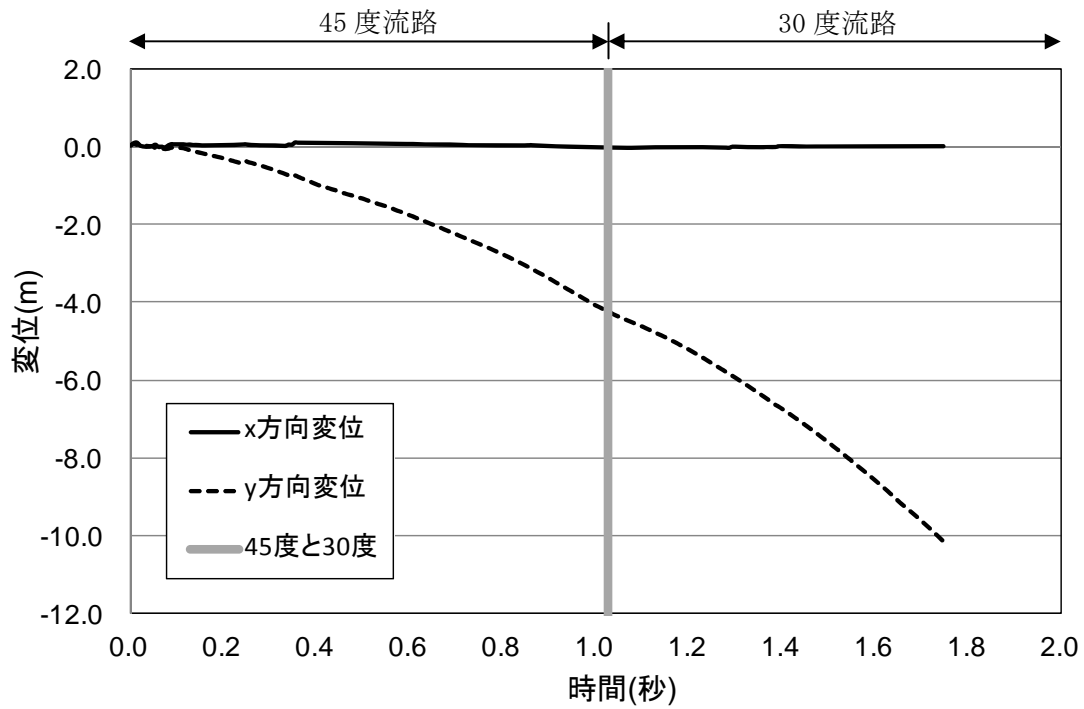


図 9.2.193(a) 岩塊模型の変位履歴

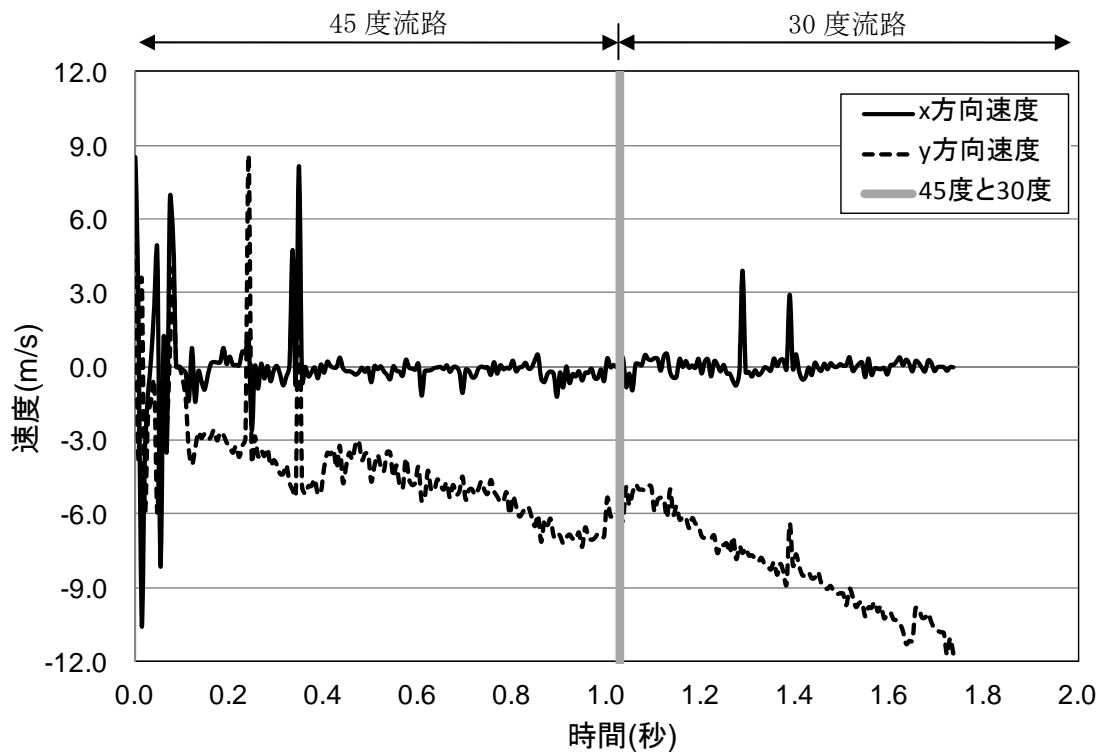


図 9.2.193(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.194 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。



図 9.2.194 解析に用いた標点の位置

図 9.2.195 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

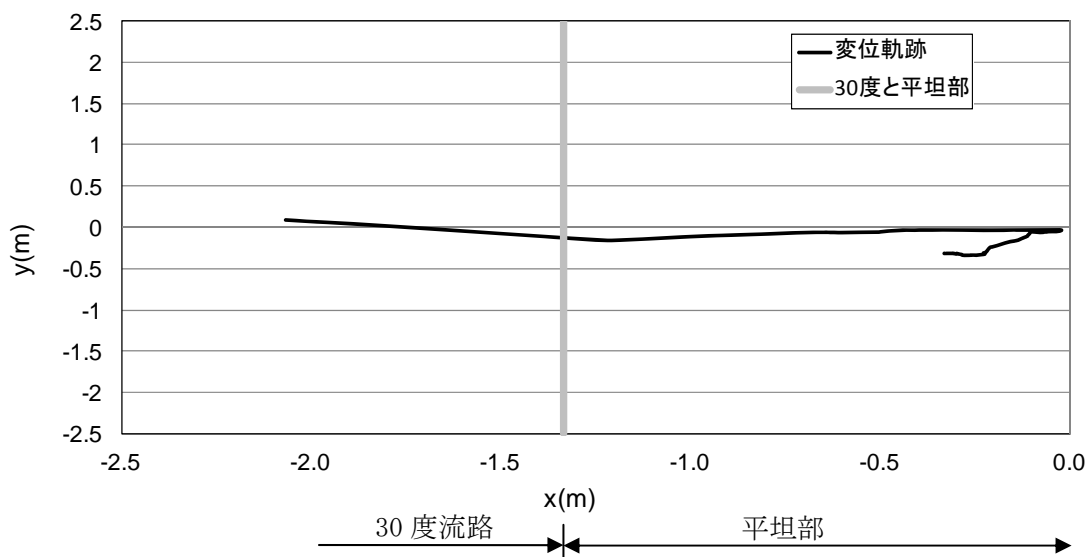


図 9.2.195 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.196 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

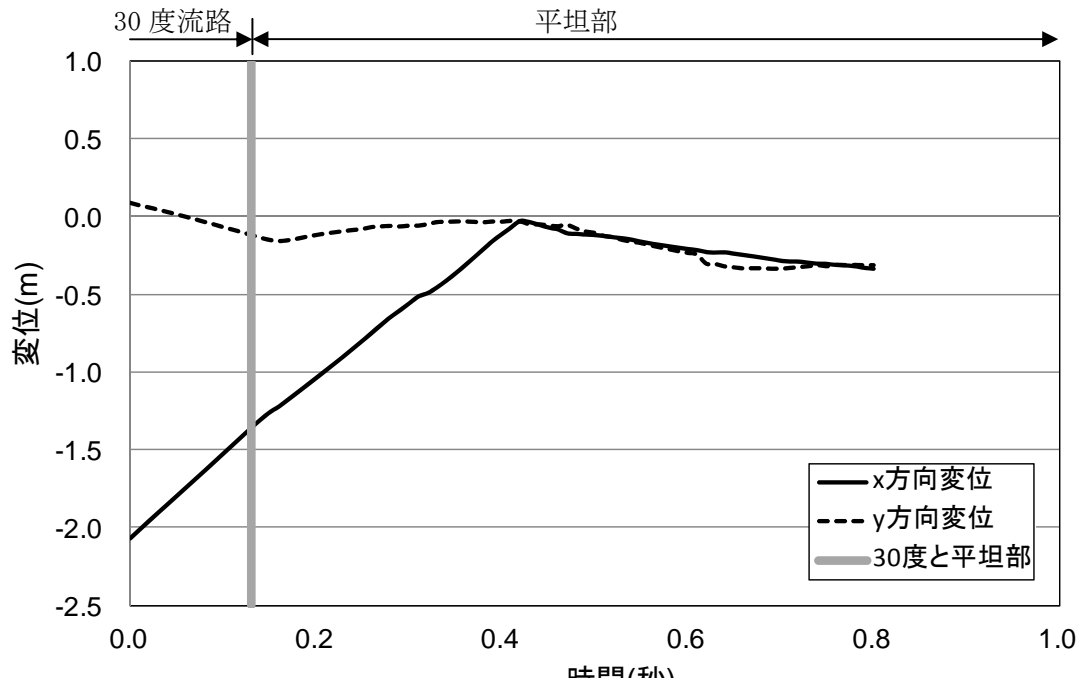


図 9.2.196(a) 岩塊模型の変位履歴

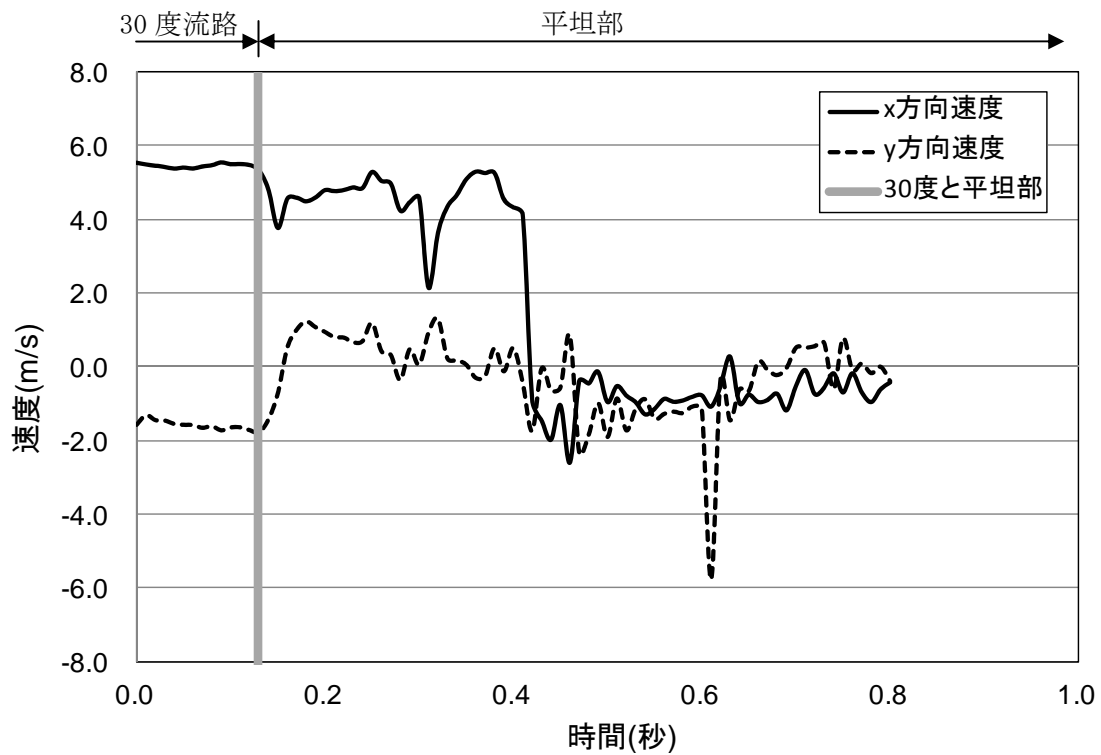


図 9.2.196(b) 岩塊模型の速度履歴

(11) No.15 塊状 40cm 平面下

① 流路横

図 9.2.197 に解析に用いた標点の位置を示す。

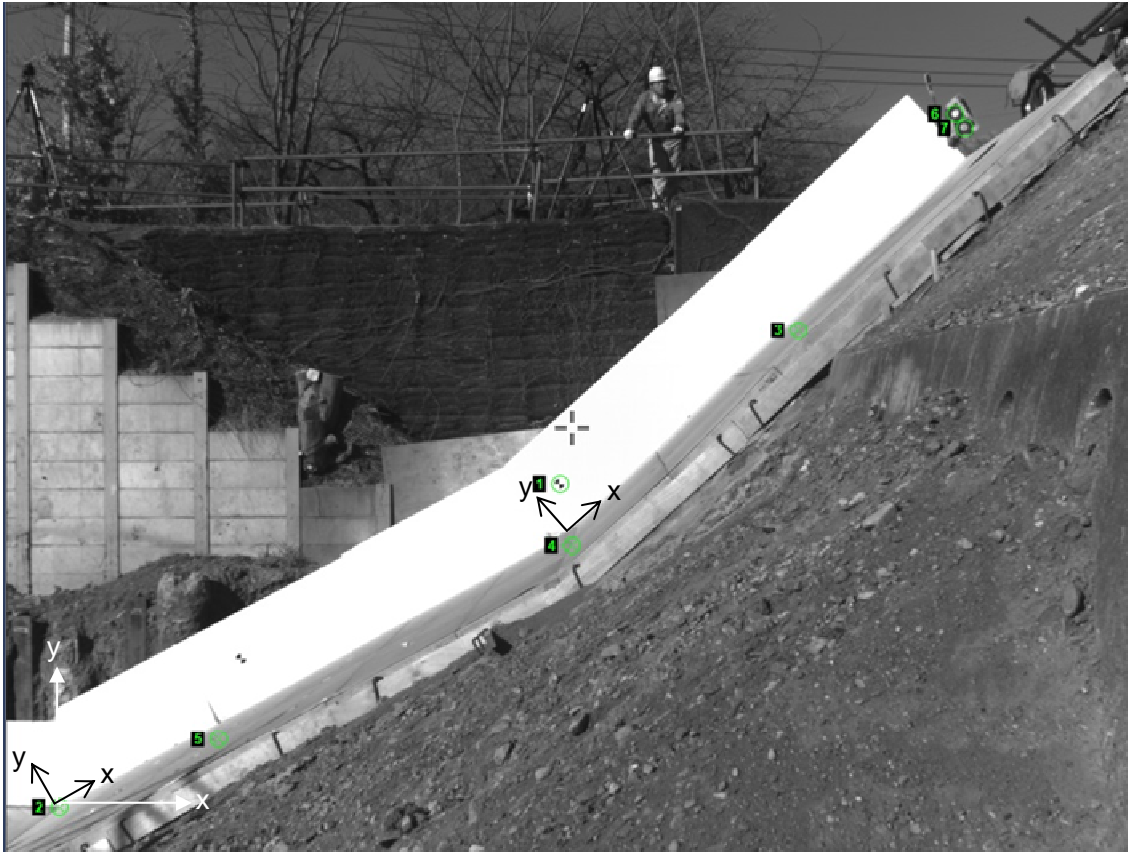


図 9.2.197 解析に用いた標点の位置

図 9. 2. 198 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

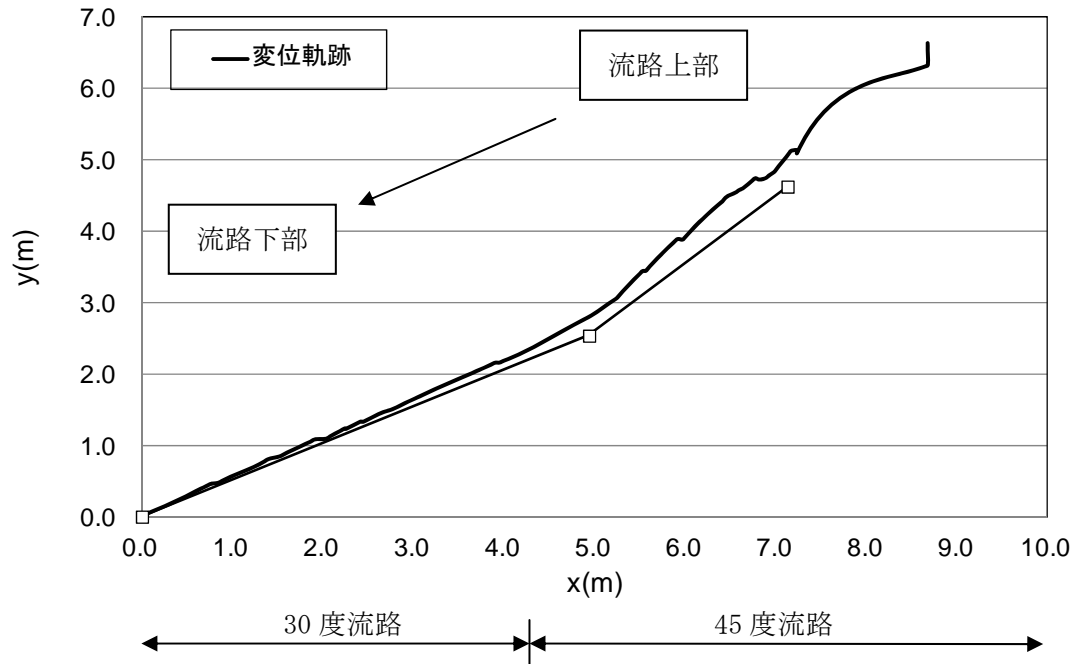


図 9. 2. 198 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 199 に変位と速度の時刻歴を示す。

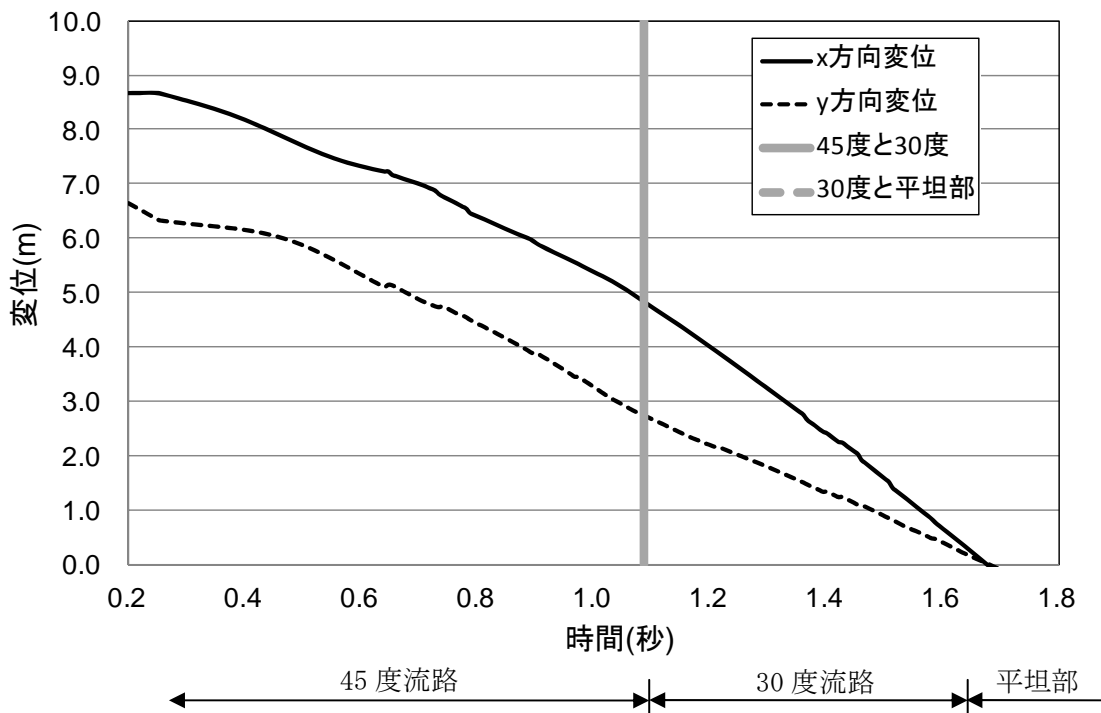


図 9. 2. 199(a) 岩塊模型の変位履歴

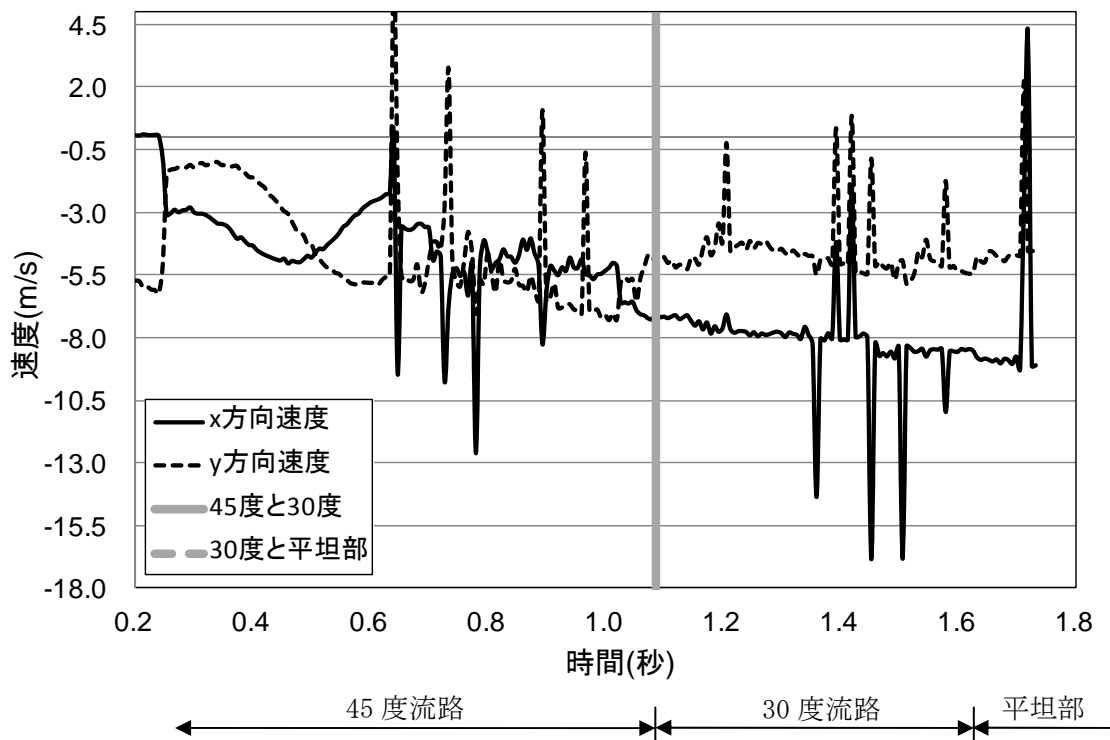


図 9. 2. 199(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 200 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。

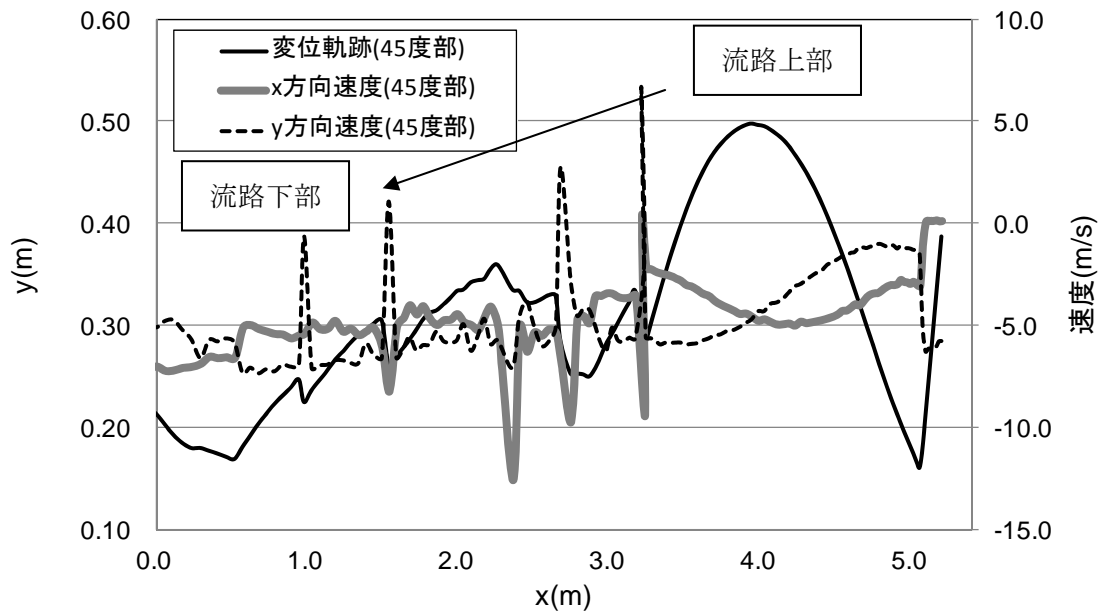


図 9. 2. 200 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

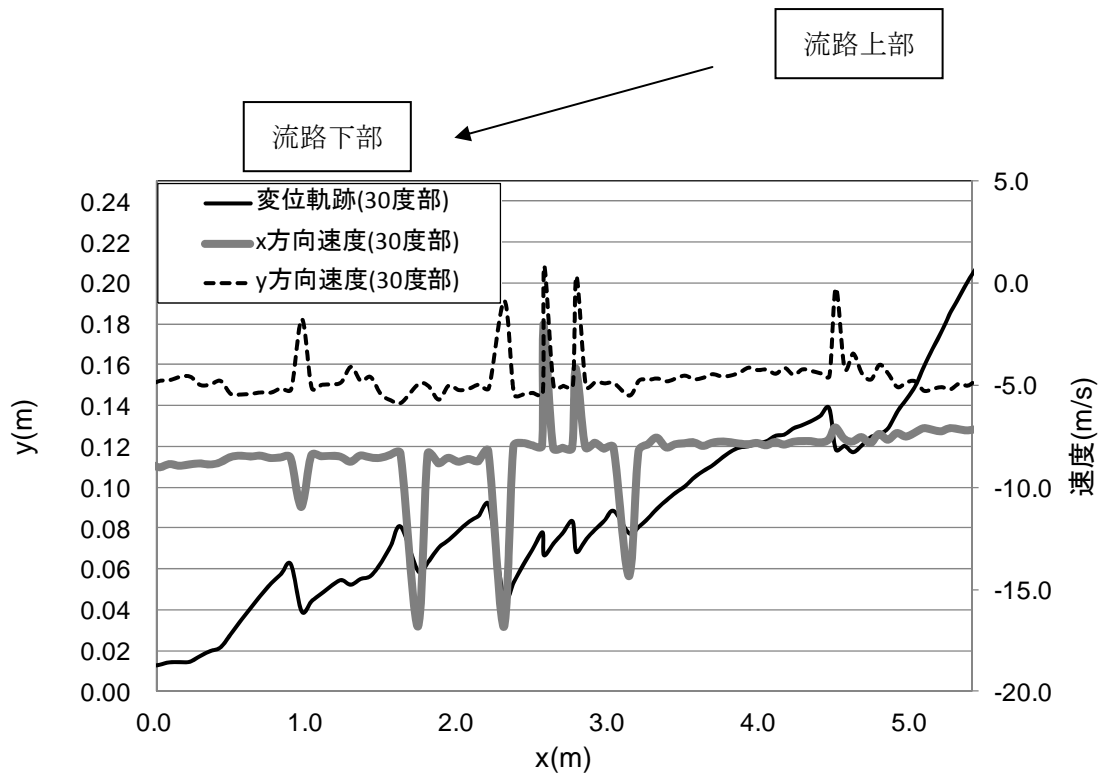


図 9. 2. 200 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡



② 平坦部横

図 9.2.201 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。



図 9.2.201 解析に用いた標点の位置

図 9. 2. 202 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

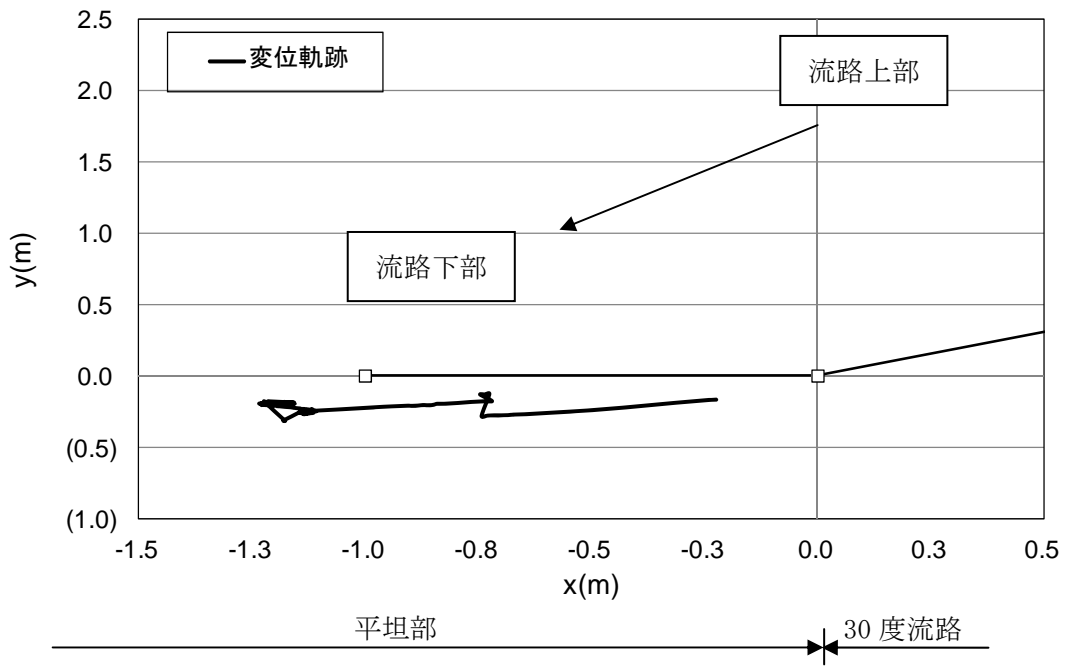


図 9. 2. 202 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 203 に変位と速度の時刻歴を示す。

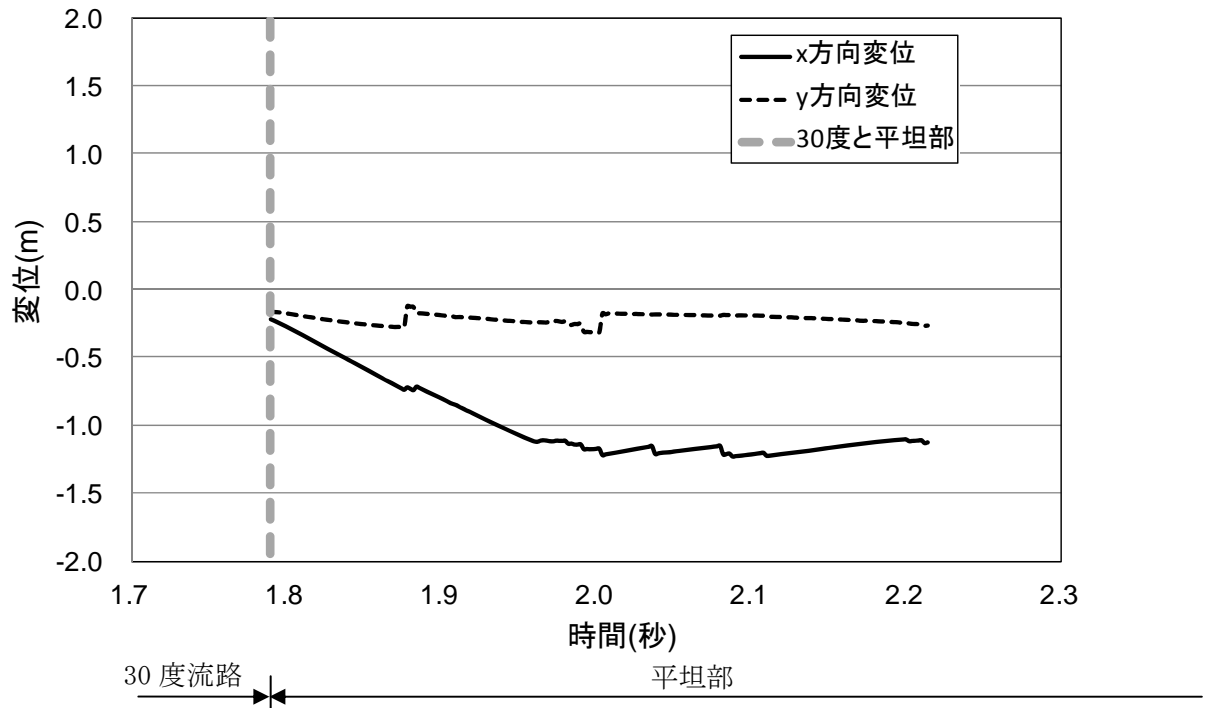


図 9. 2. 203(a) 岩塊模型の変位履歴

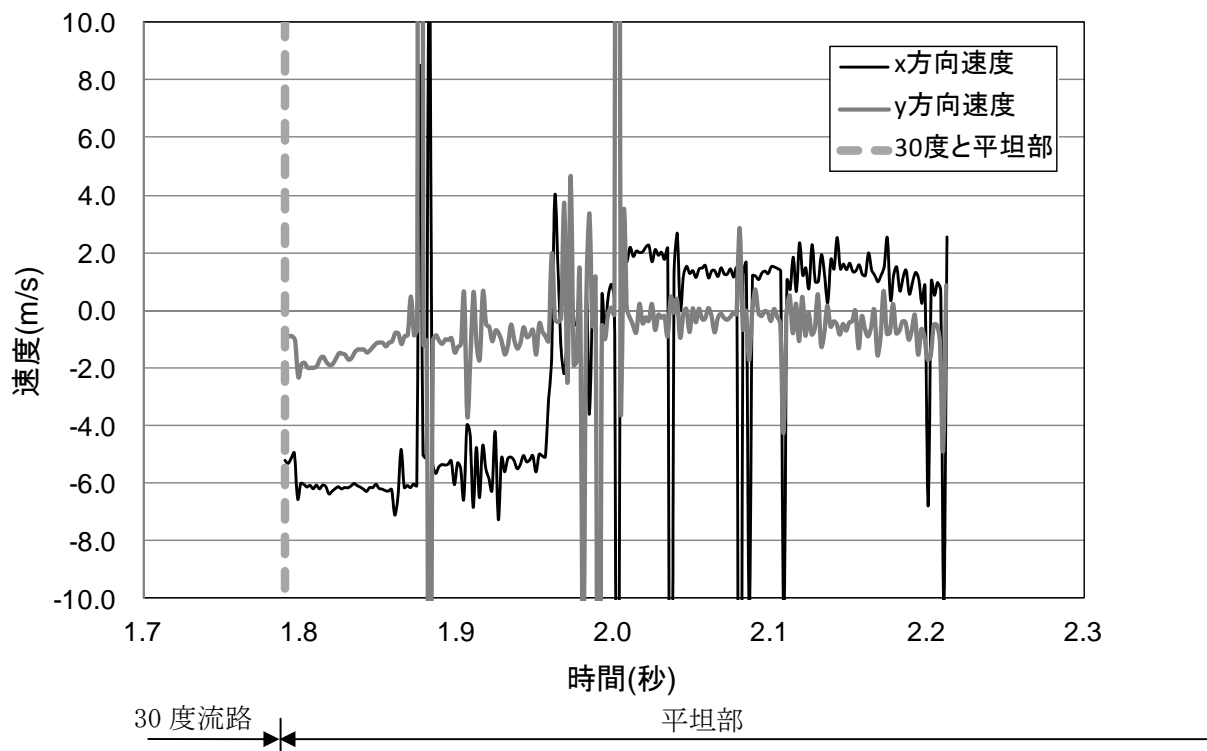


図 9. 2. 203(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 204 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。

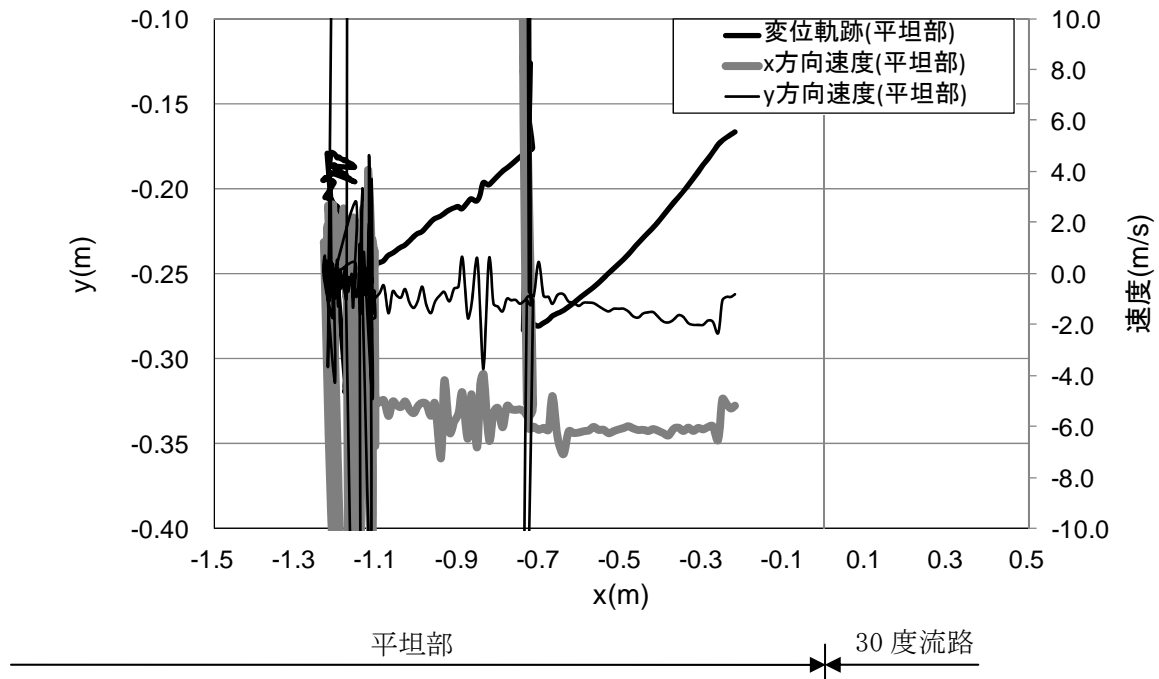


図 9. 2. 204 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.205 に解析に用いた標点の位置を示す。

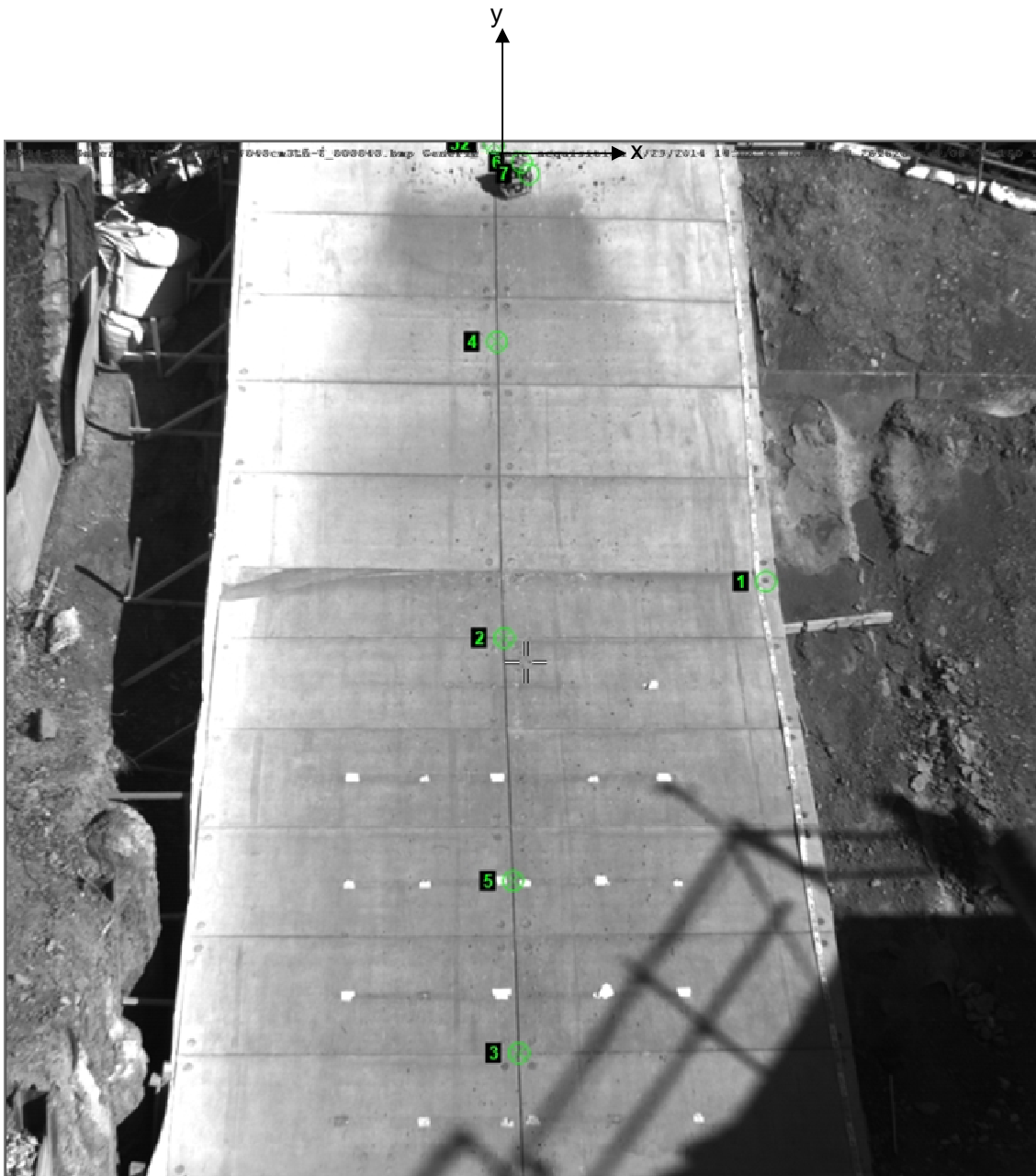


図 9.2.205 解析に用いた標点の位置

図 9. 2. 206 に岩塊模型の変位軌跡を示す。

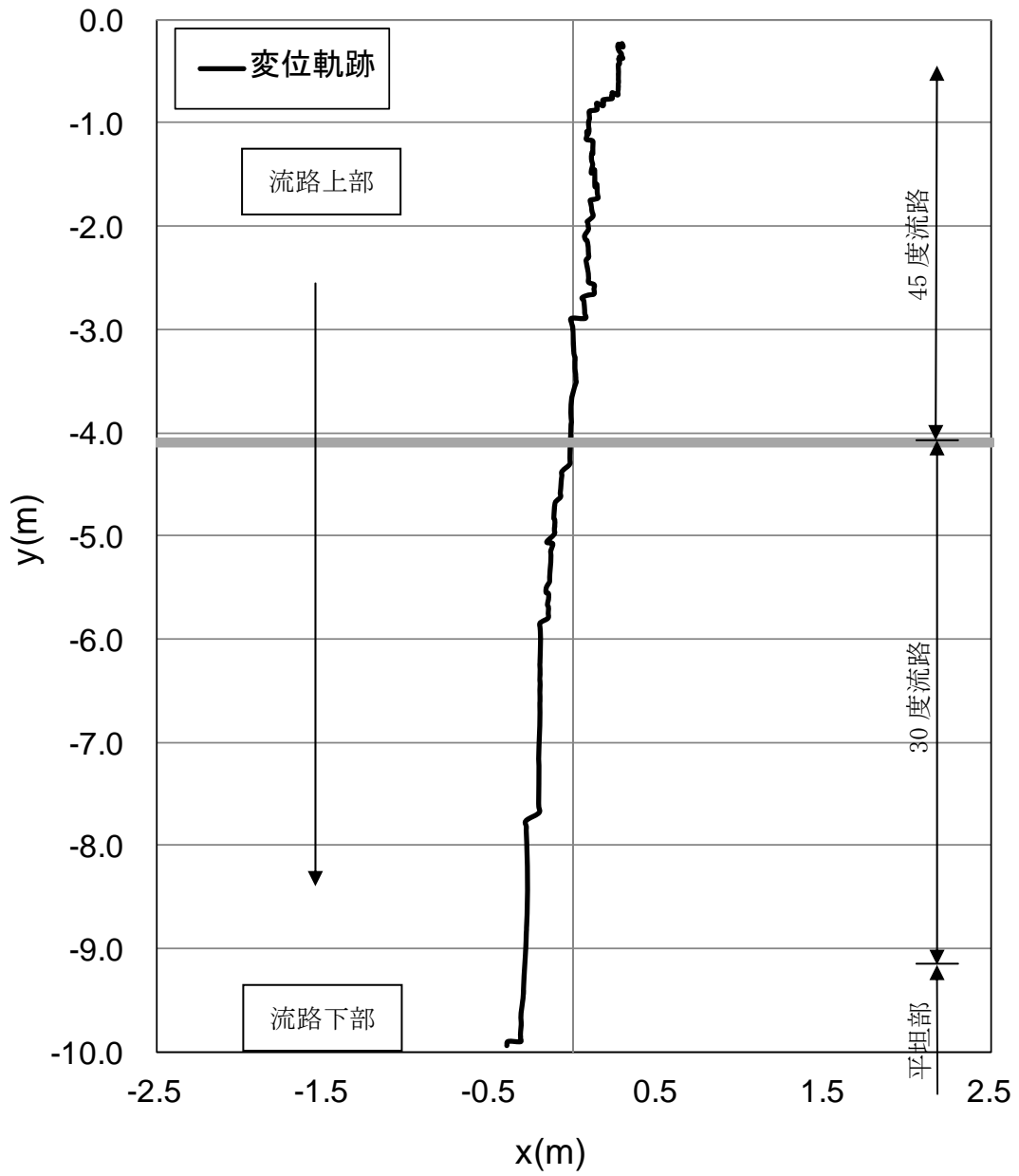


図 9. 2. 206 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 207 に変位と速度の時刻歴を示す。

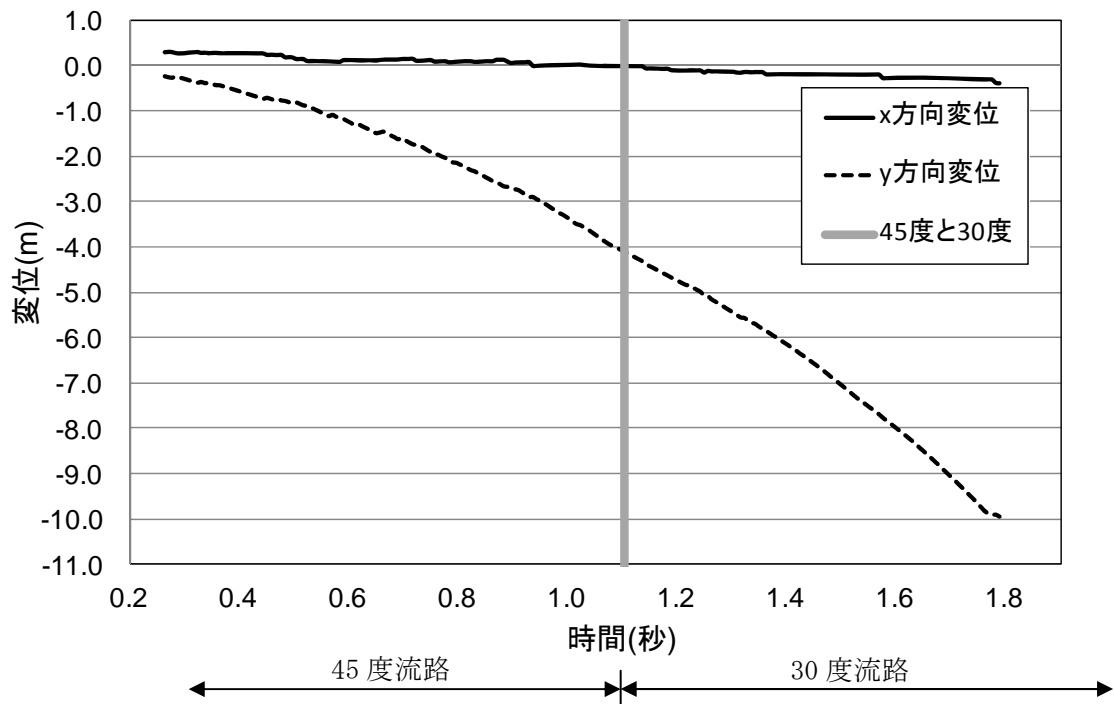


図 9. 2. 207 (a) 岩塊模型の変位履歴

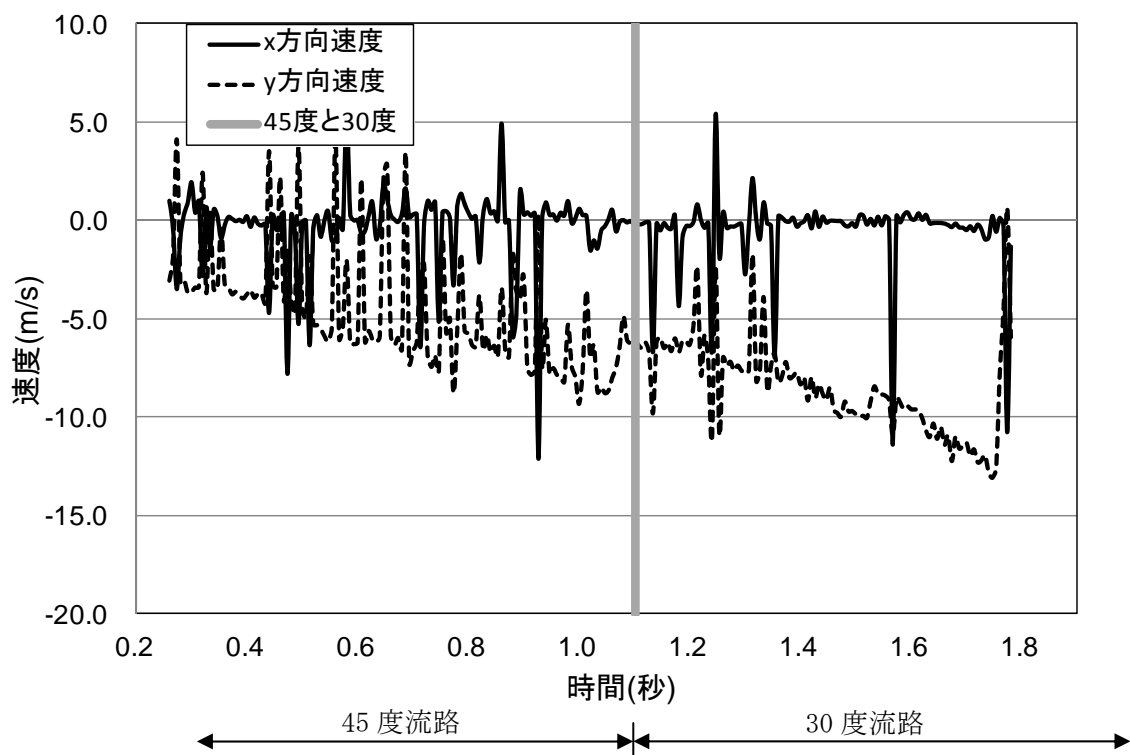


図 9. 2. 207 (b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9. 2. 208 (a) に解析に用いた標点の位置を示す。図 9. 2. 208 (b) に岩塊模型の変位軌跡を示す。

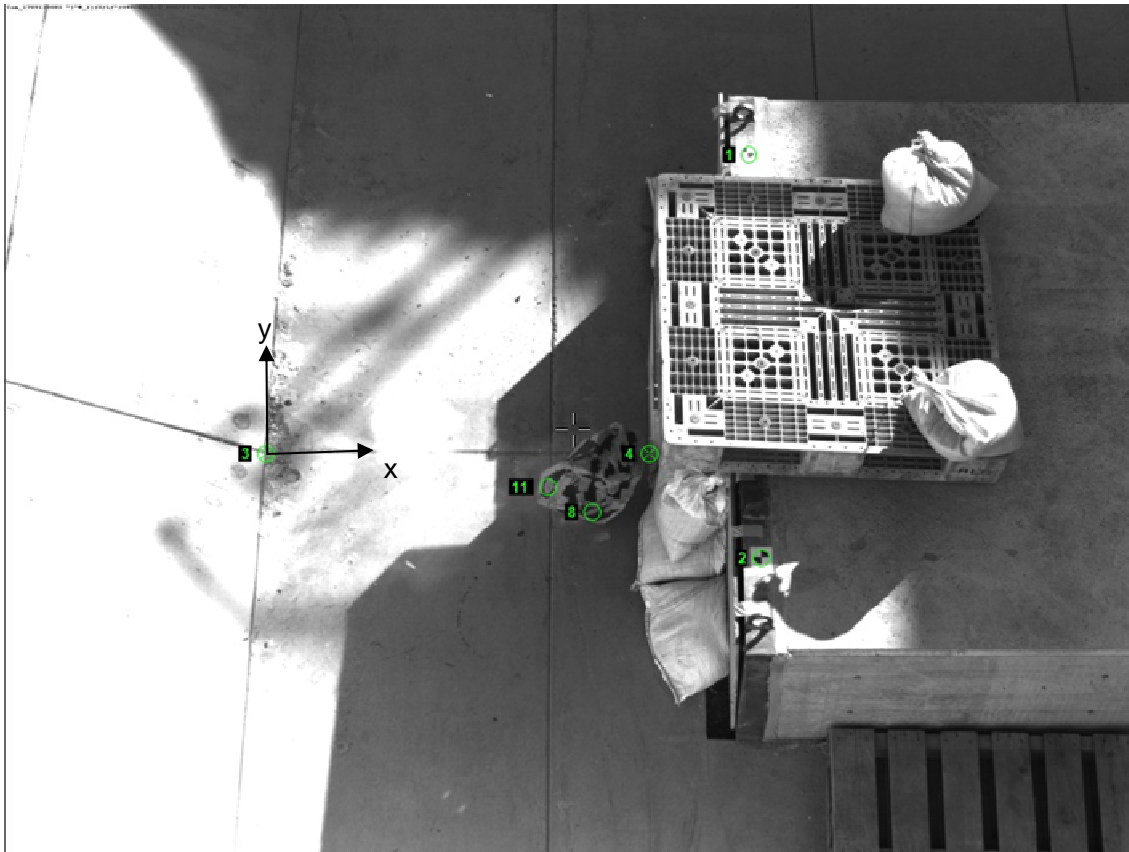


図 9. 2. 208 (a) 解析に用いた標点の位置

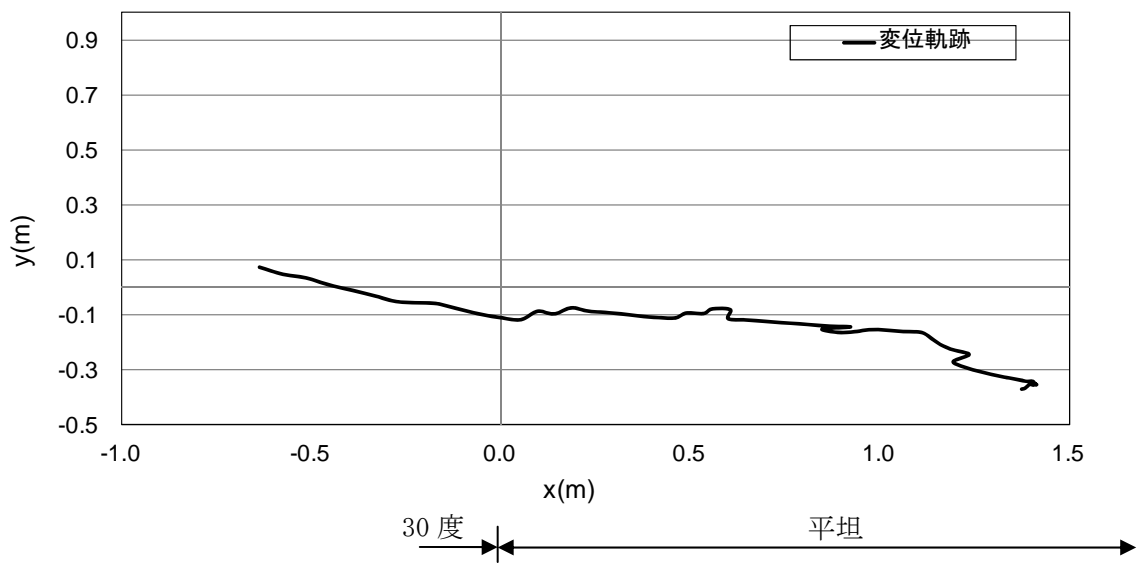


図 9. 2. 208 (b) 岩塊模型の変位軌跡



図 9. 2. 209 に変位と速度の時刻歴を示す。

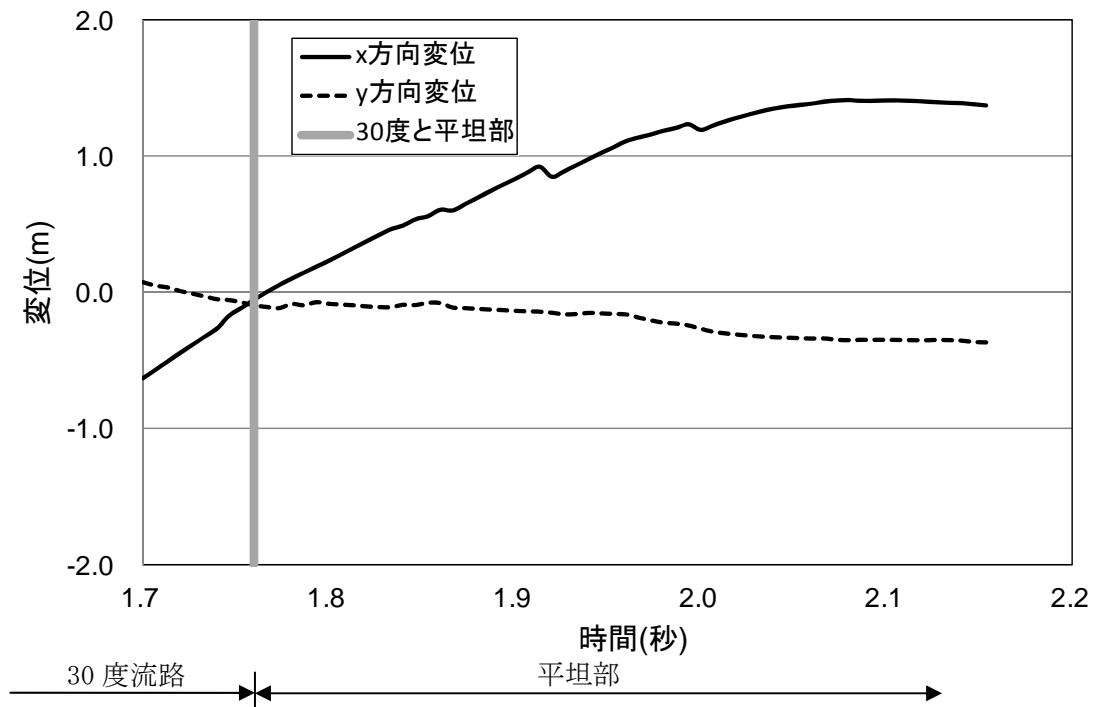


図 9. 2. 209(a) 岩塊模型の変位履歴

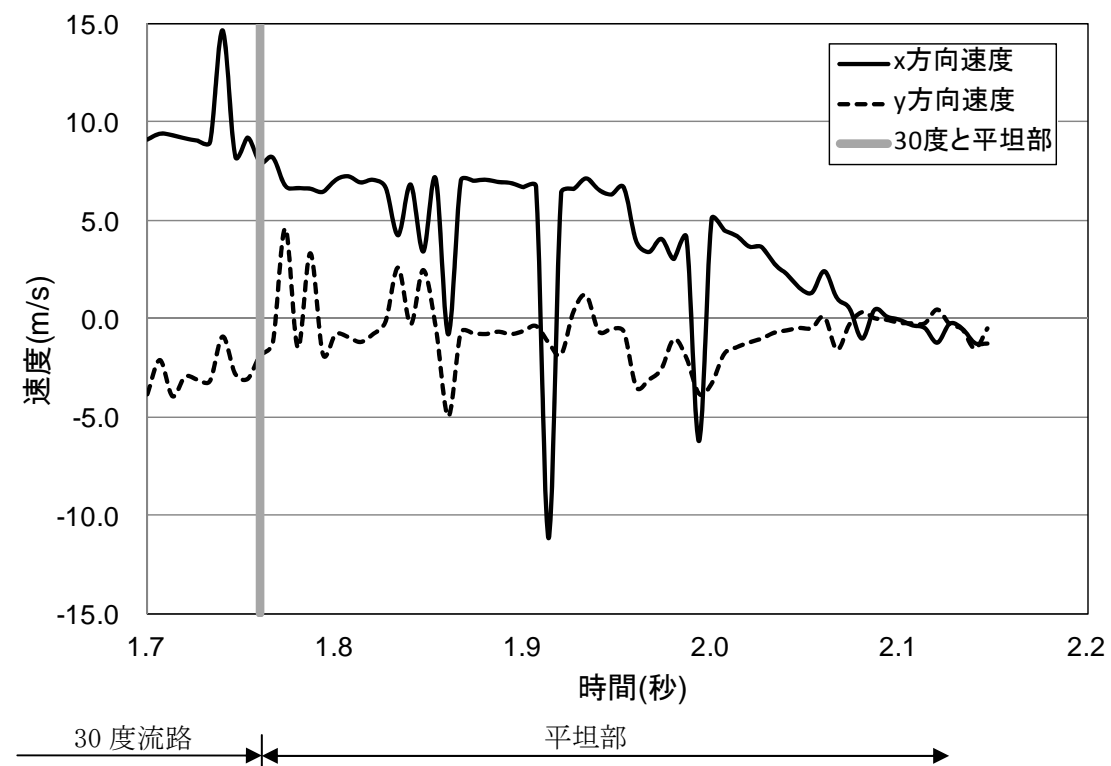


図 9. 2. 209(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.1.210 に岩塊模型の角速度と水平位置の関係を示す。反時計回りが負の方向である。この図から、45 度流路では反時計回りに回転している。その後、45 度部と 30 度部境界で時計回りになり、30 度流路部途中で再度反時計回りになる。30 度部と平坦部境界で時計回りになり、最終的に再度反時計回りになるに、荷重計に衝突している。

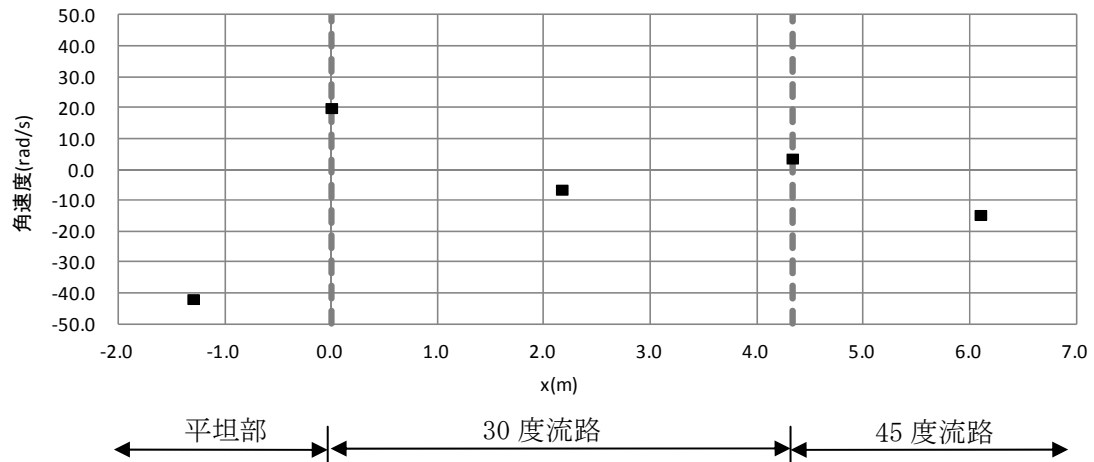


図 9.1.210 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (側面)

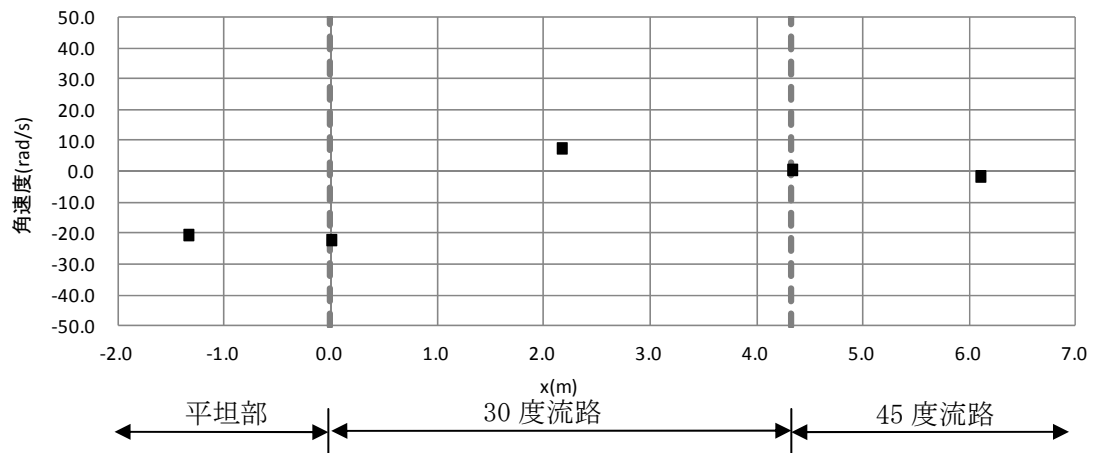


図 9.1.210 (a) 岩塊模型の角速度と水平位置の関係 (上方)

(12) No.16 塊状 40cm 平面下

① 流路横

図 9.2.211 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.211 解析に用いた標点の位置

図 9.2.212 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

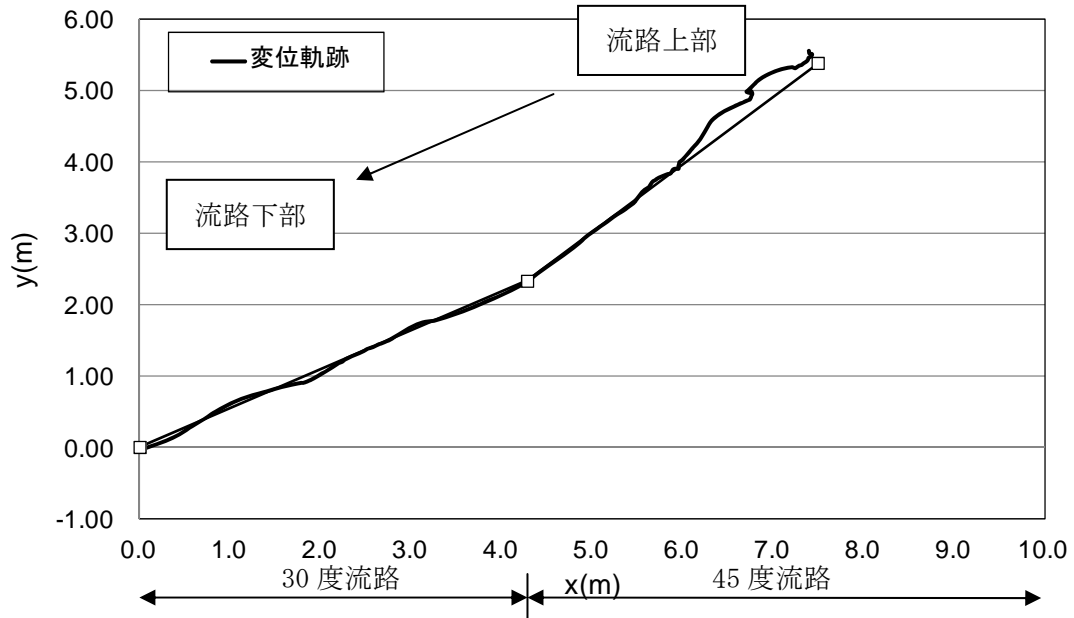


図 9.2.212 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.213 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度のx、y方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部ではy方向の落下方向が低下する挙動を示した。

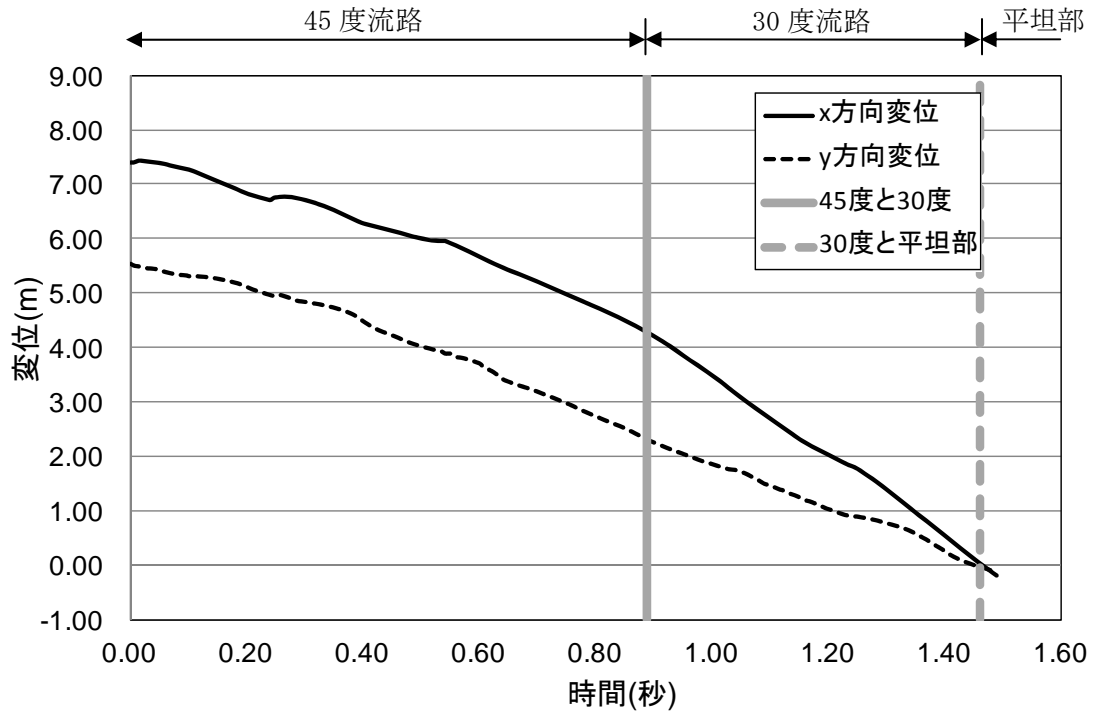


図 9.2.213(a) 岩塊模型の変位履歴

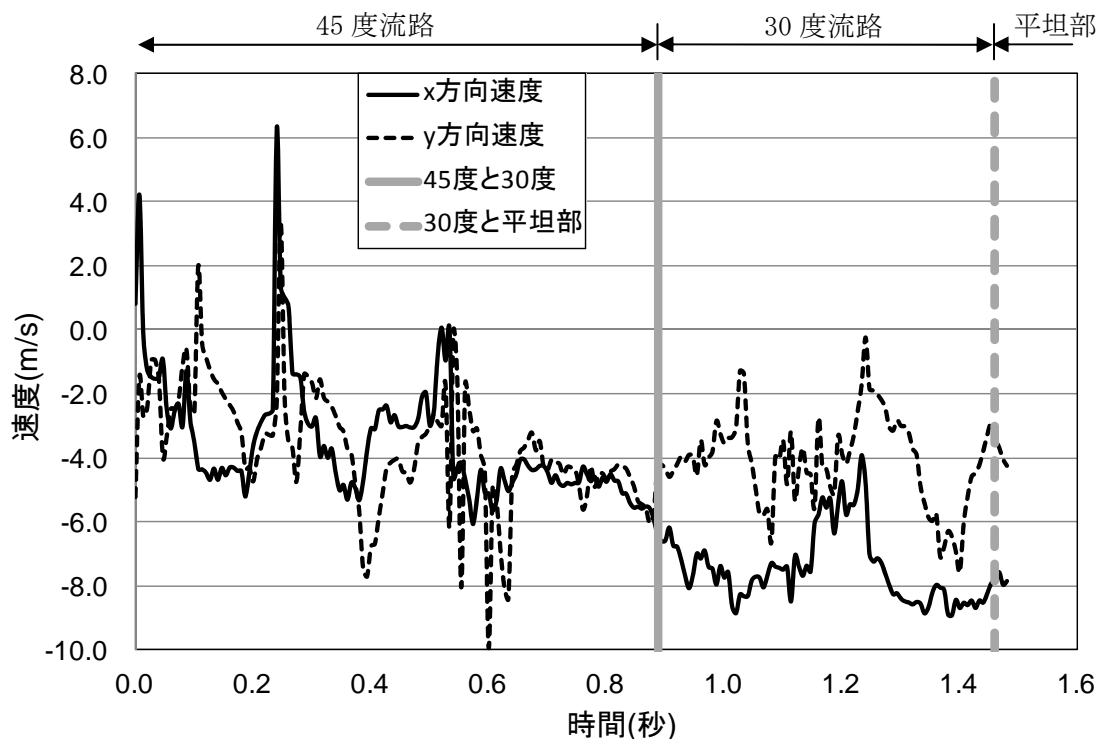


図 9.2.213(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 214 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、増減を繰り返す挙動を示した。

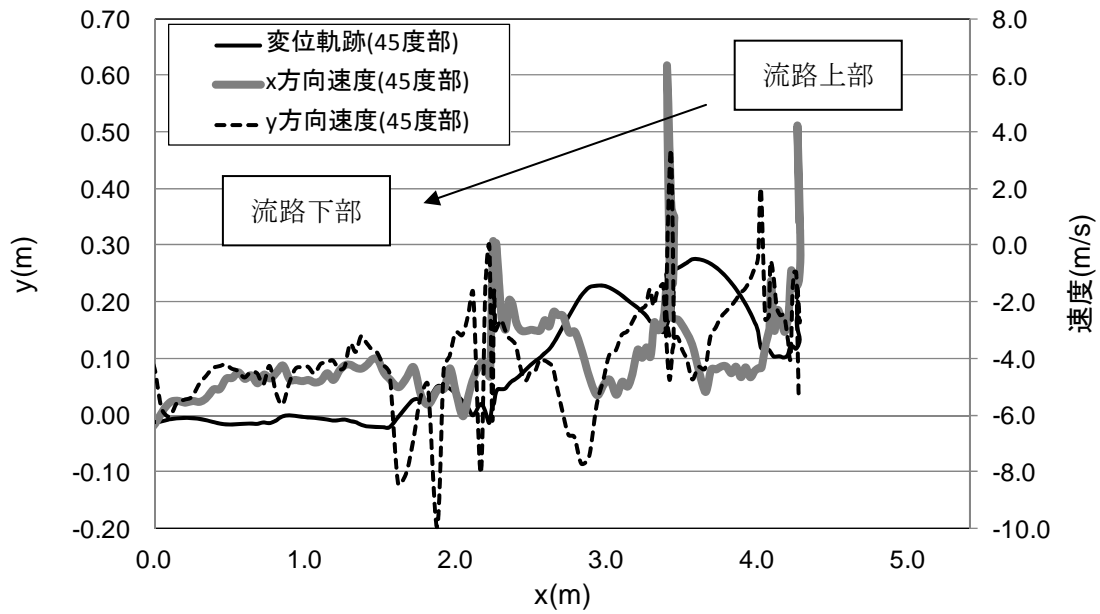


図 9. 2. 214(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

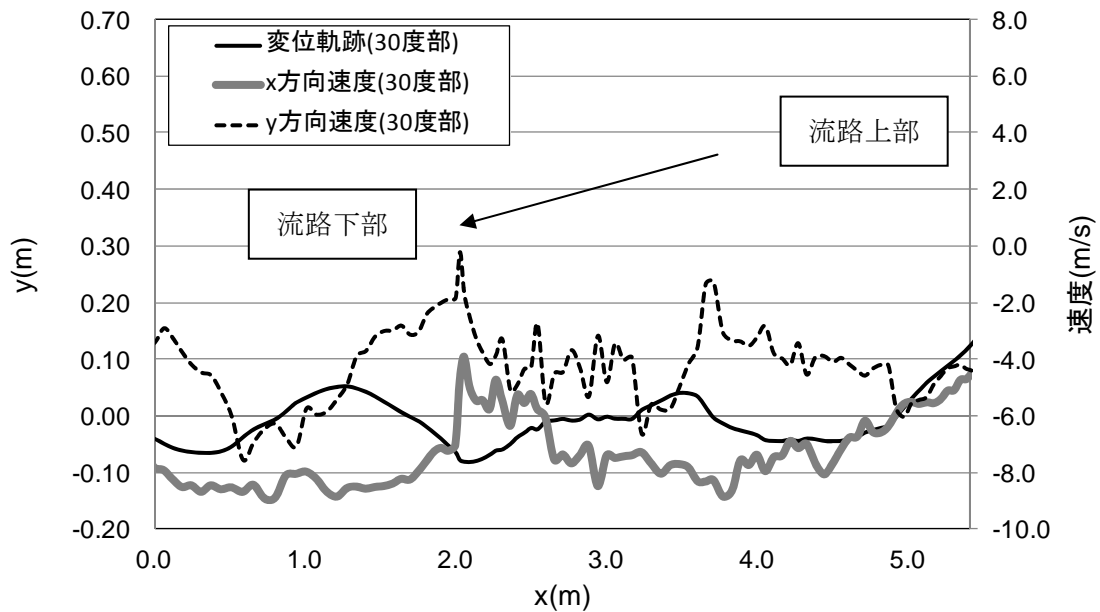


図 9. 2. 214(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.215 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。



図 9.2.215 解析に用いた標点の位置

図 9.2.216 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

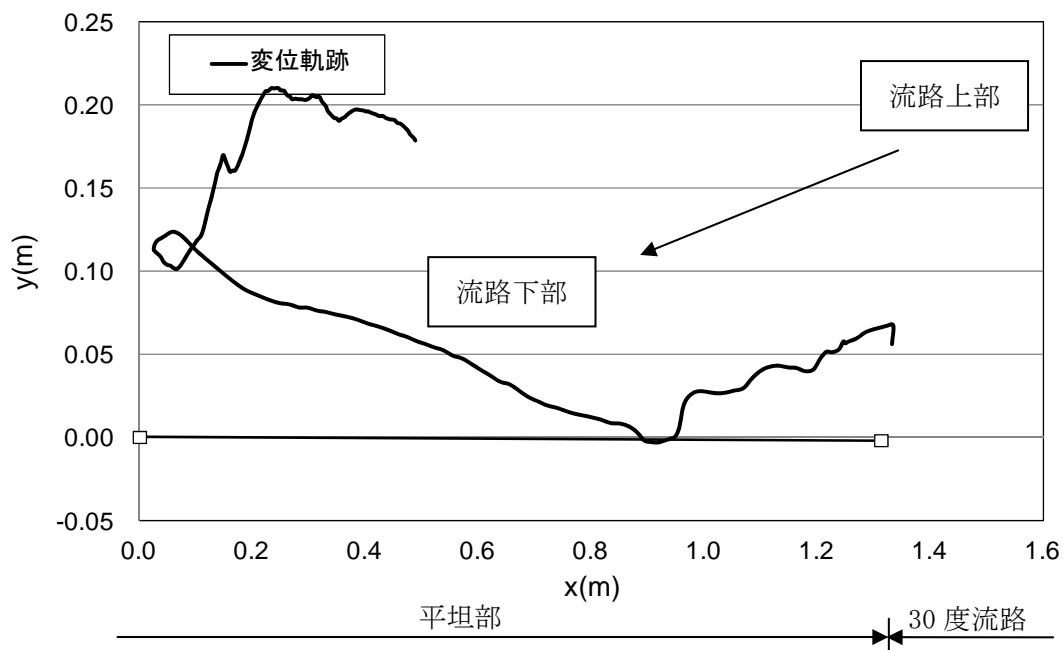


図 9.2.216 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.217 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、平坦部で x 方向成分は速度の増減を繰り返し、y 方向成分は速度が上がり、両成分ともロードセル衝突時に速度が低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.15~0.2 秒付近である。

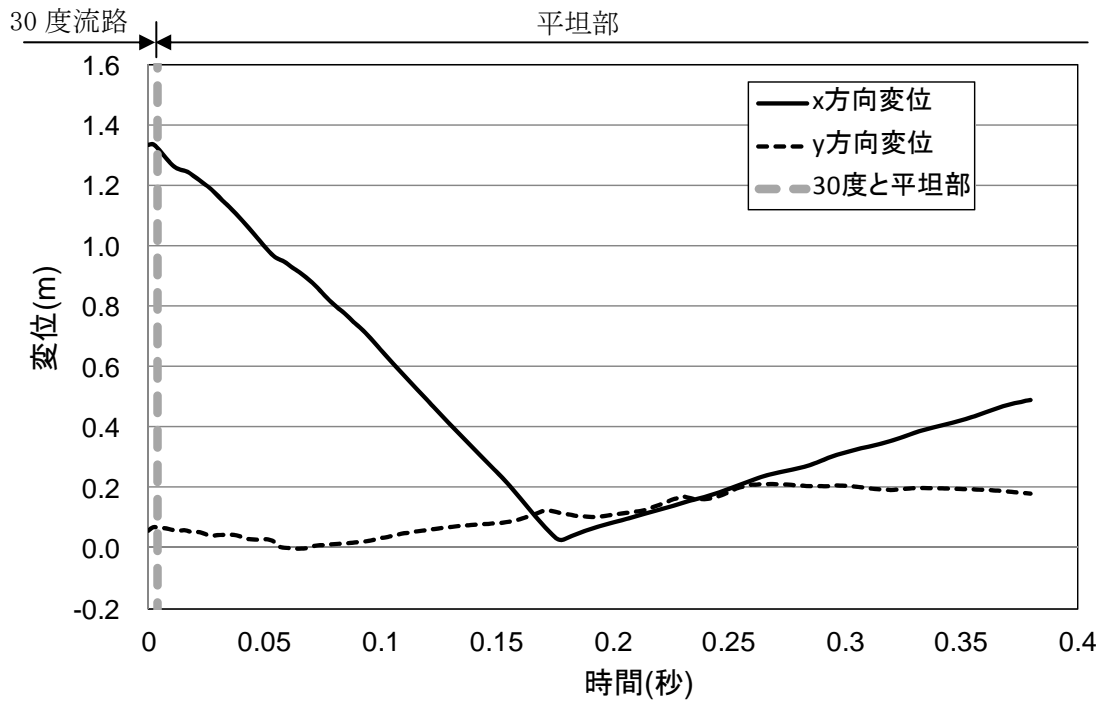


図 9.2.217(a) 岩塊模型の変位履歴

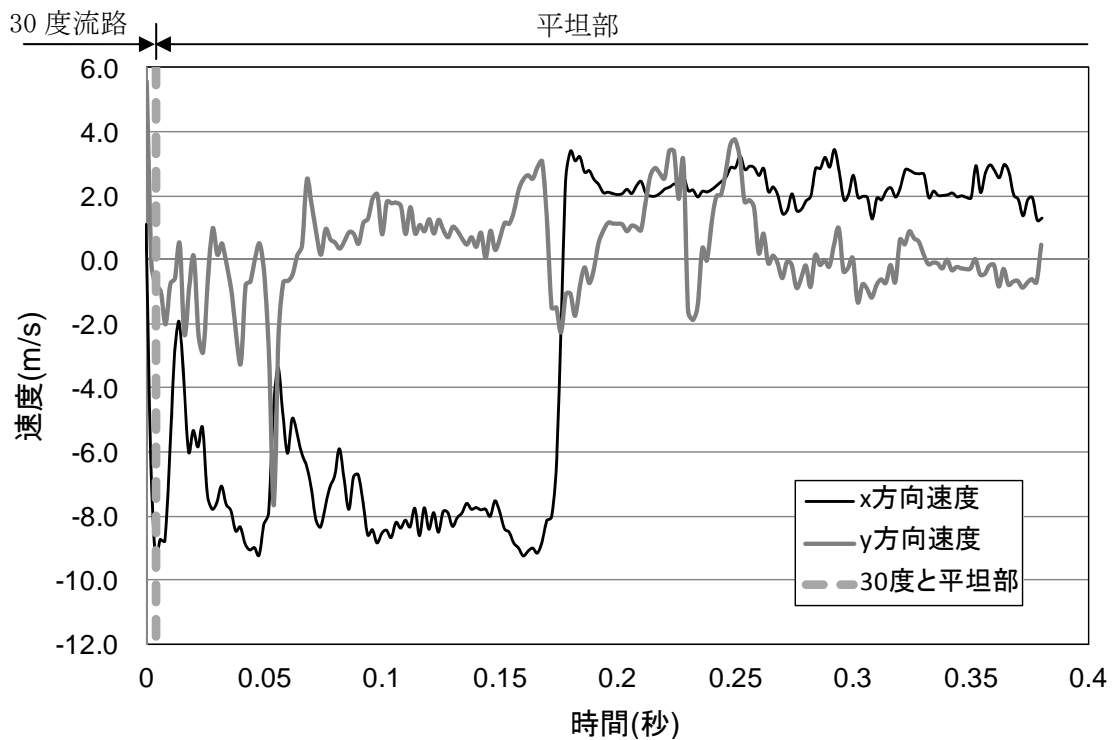


図 9.2.217(b) 岩塊模型の速度履歴



図 9.2.218 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

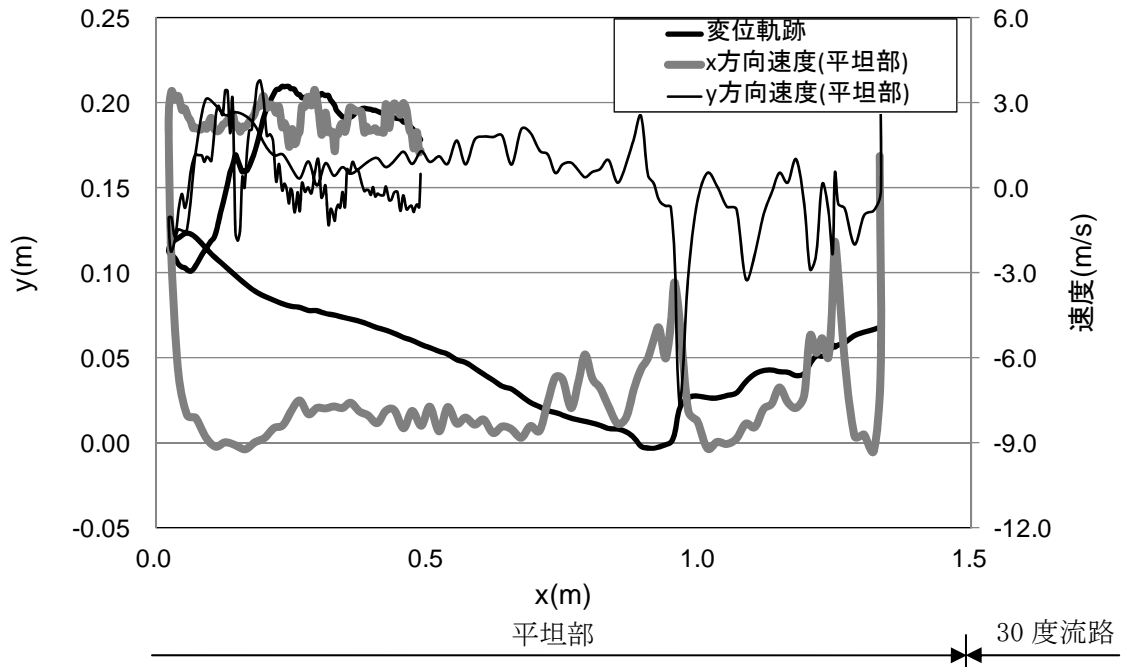


図 9.2.218 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.219 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

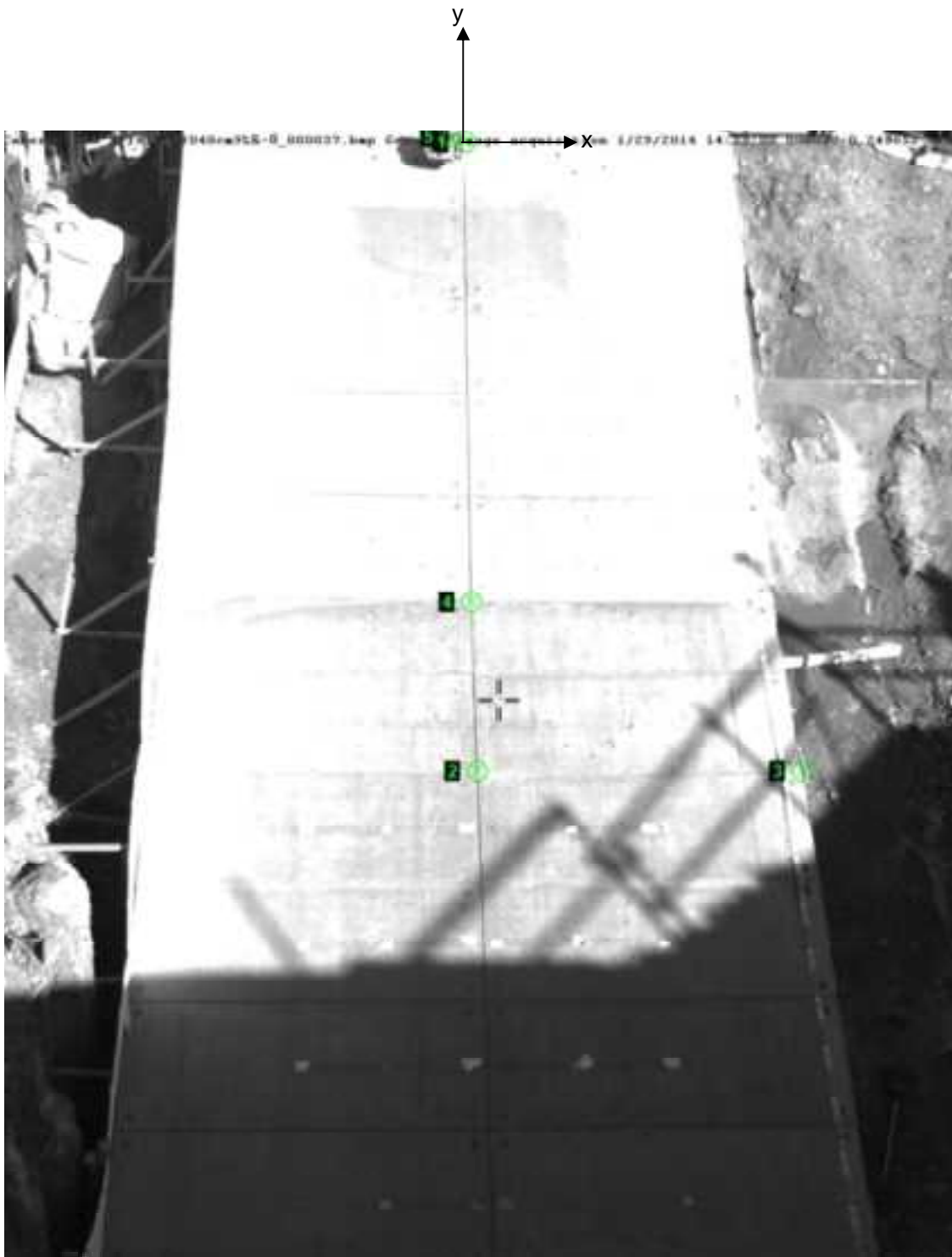


図 9.2.219 解析に用いた標点の位置

図 9.2.220 に岩塊模型の変位軌跡を示す。転動に伴い左右に動く挙動を示し、30 度流路部では右側に方向を変えて落下する挙動を示した。

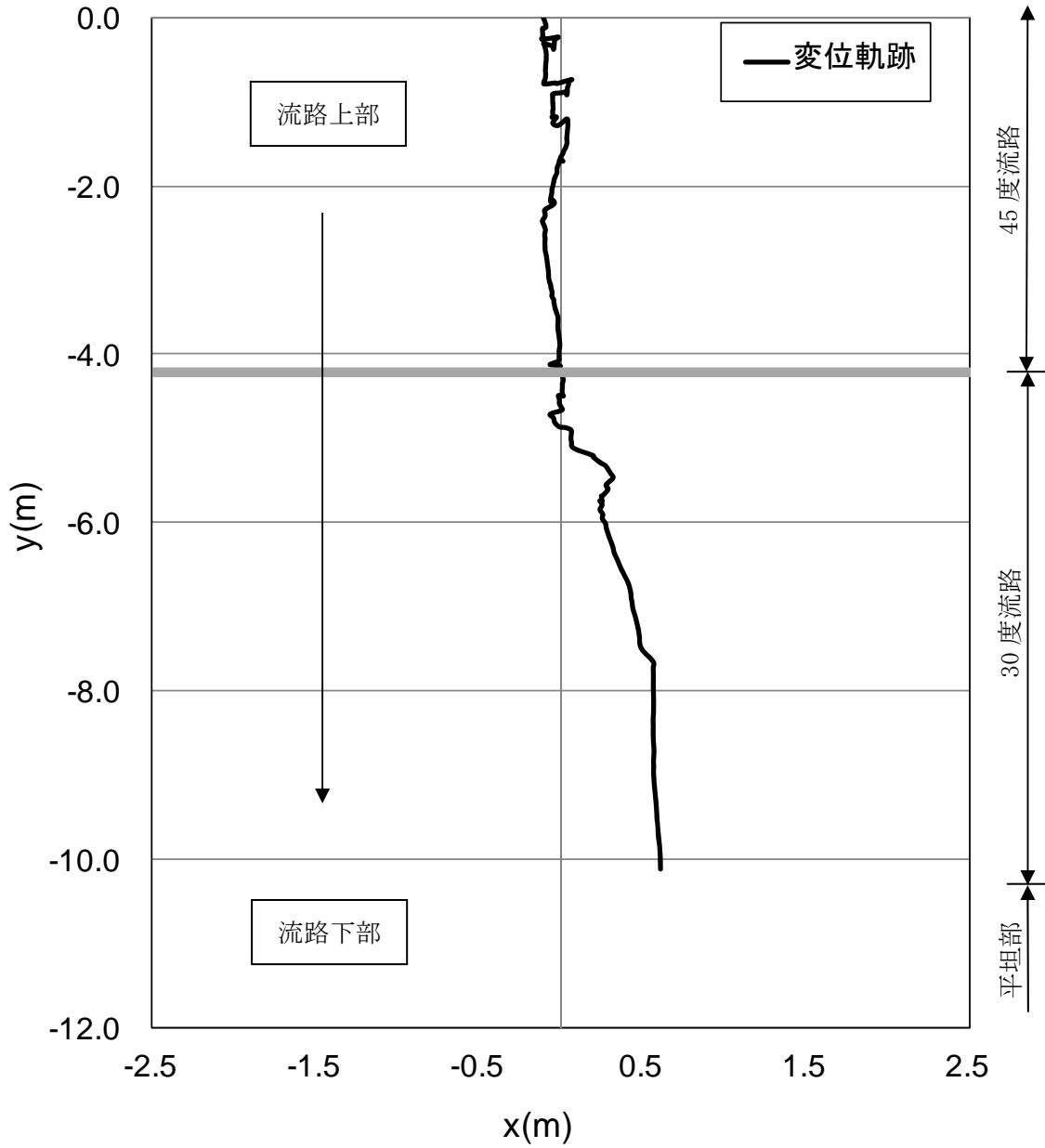


図 9.2.220 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.221 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

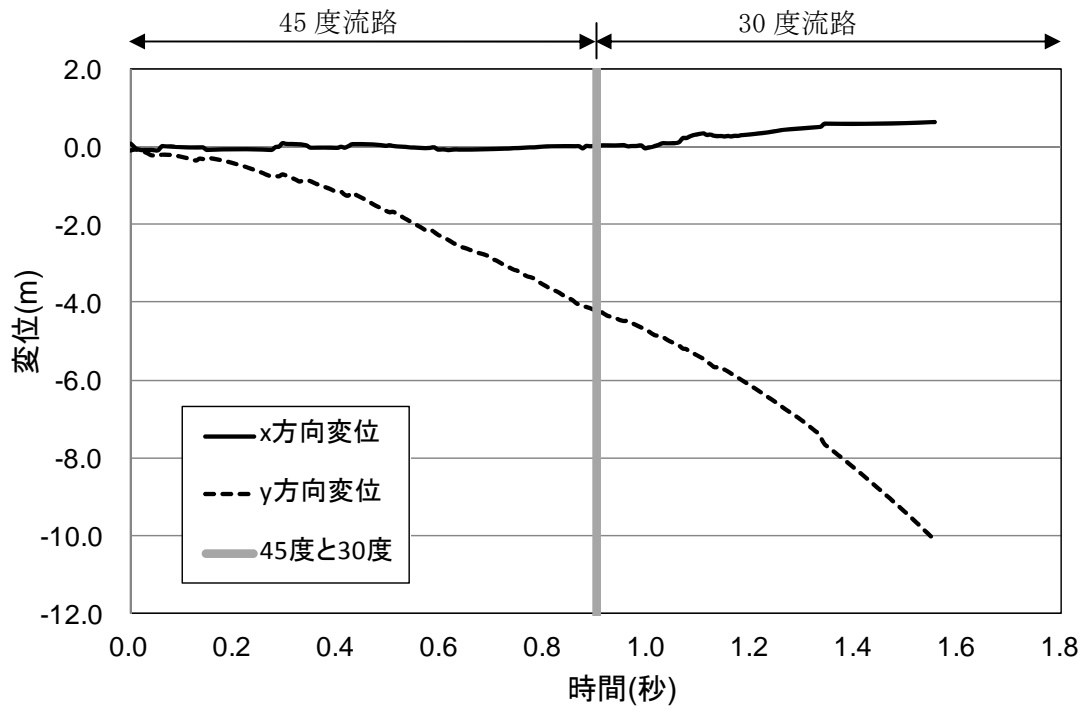


図 9.2.221(a) 岩塊模型の変位履歴

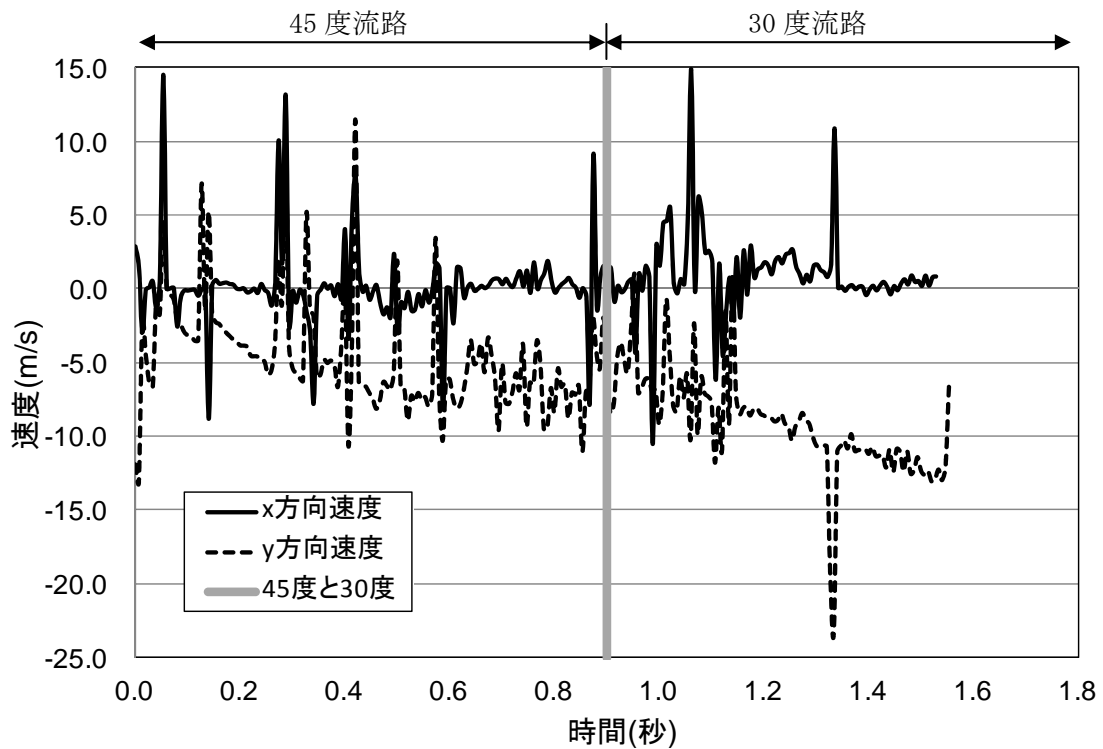


図 9.2.221(b) 岩塊模型の速度履歴

#### ④ 平坦部上

図 9.2.222 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。



図 9.2.222 解析に用いた標点の位置

図 9.2.223 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

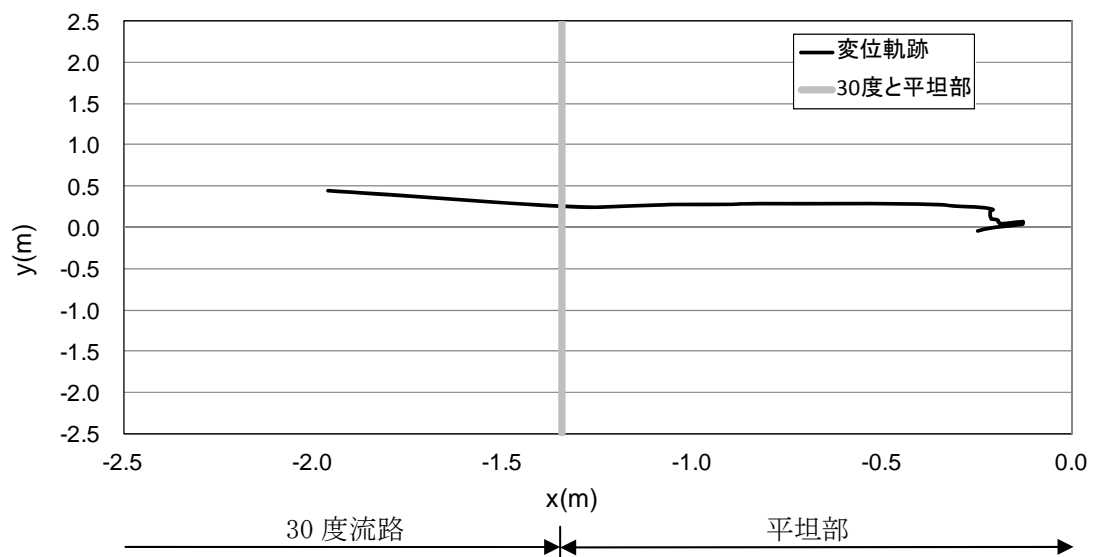


図 9.2.223 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.224 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路と平坦部の境界で x 方向成分, y 方向成分は速度低下が生じ、そのうち、ロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

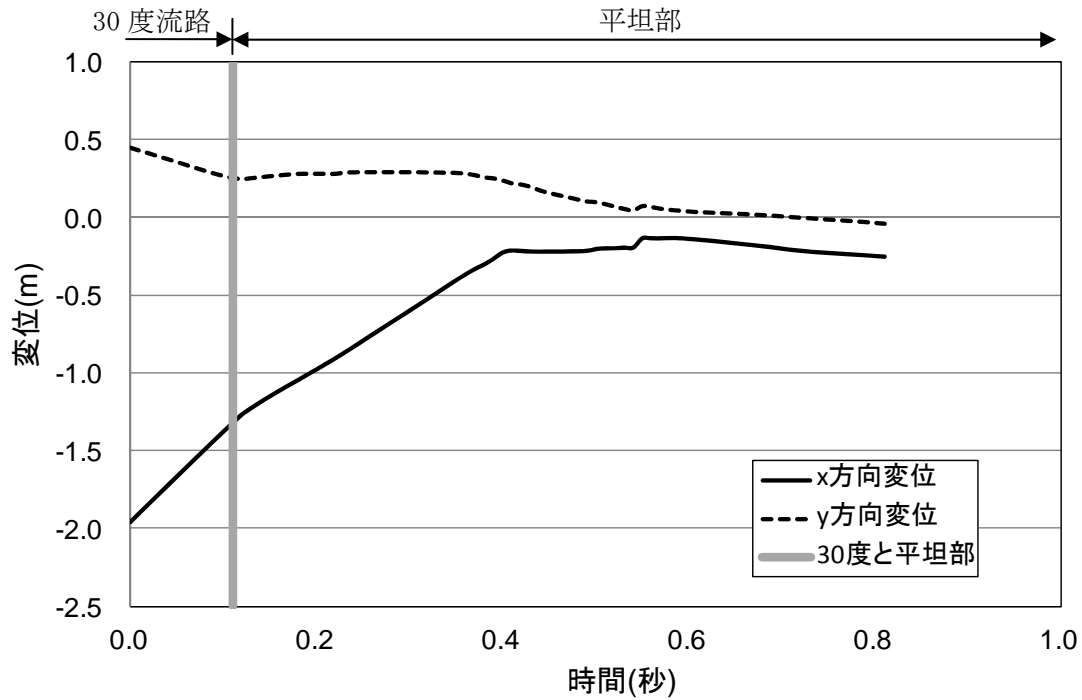


図 9.2.224(a) 岩塊模型の変位履歴

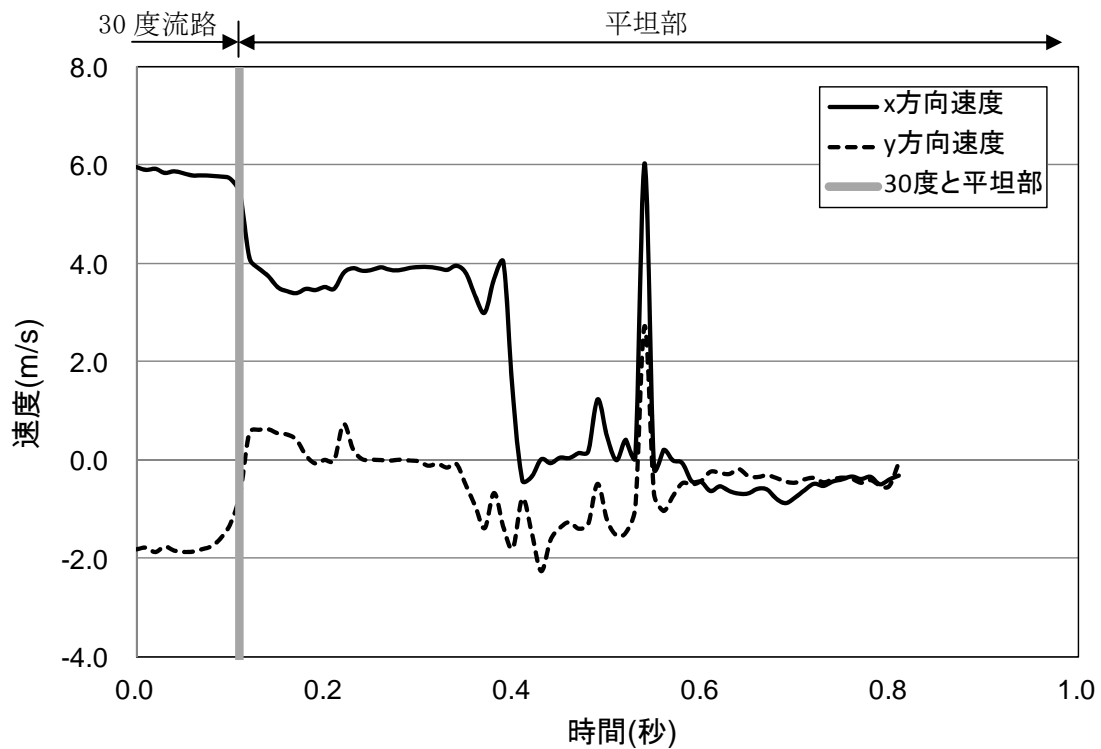


図 9.2.224(b) 岩塊模型の速度履歴

(13) No.17 板状 40cm 平面上

① 流路横

図 9.2.225 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.225 解析に用いた標点の位置

図 9.2.226 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

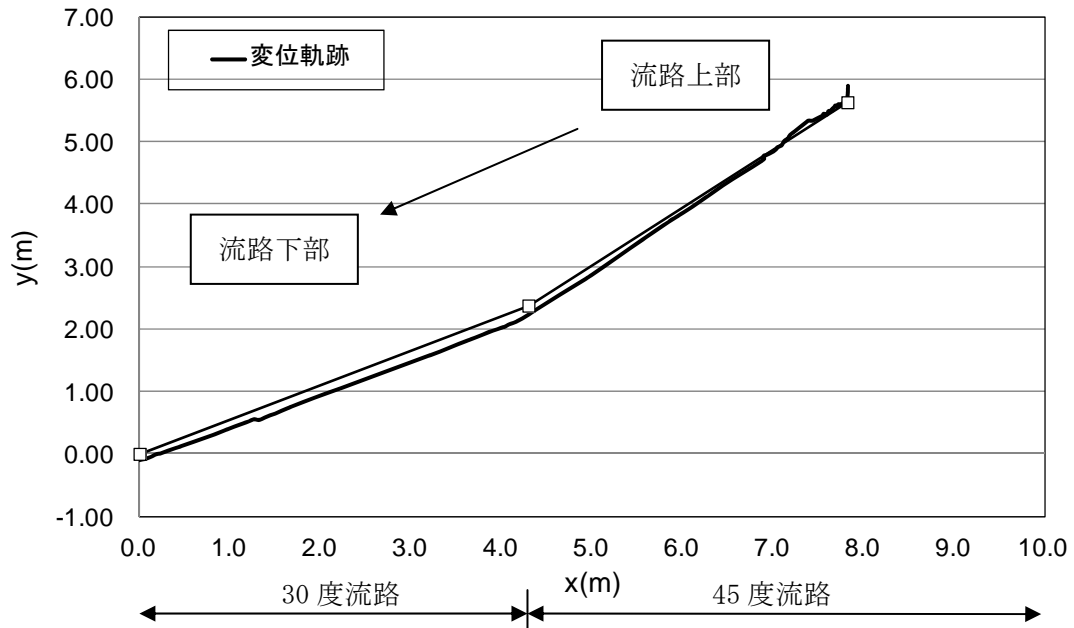


図 9.2.226 岩塊模型の変位軌跡



図 9.2.227 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

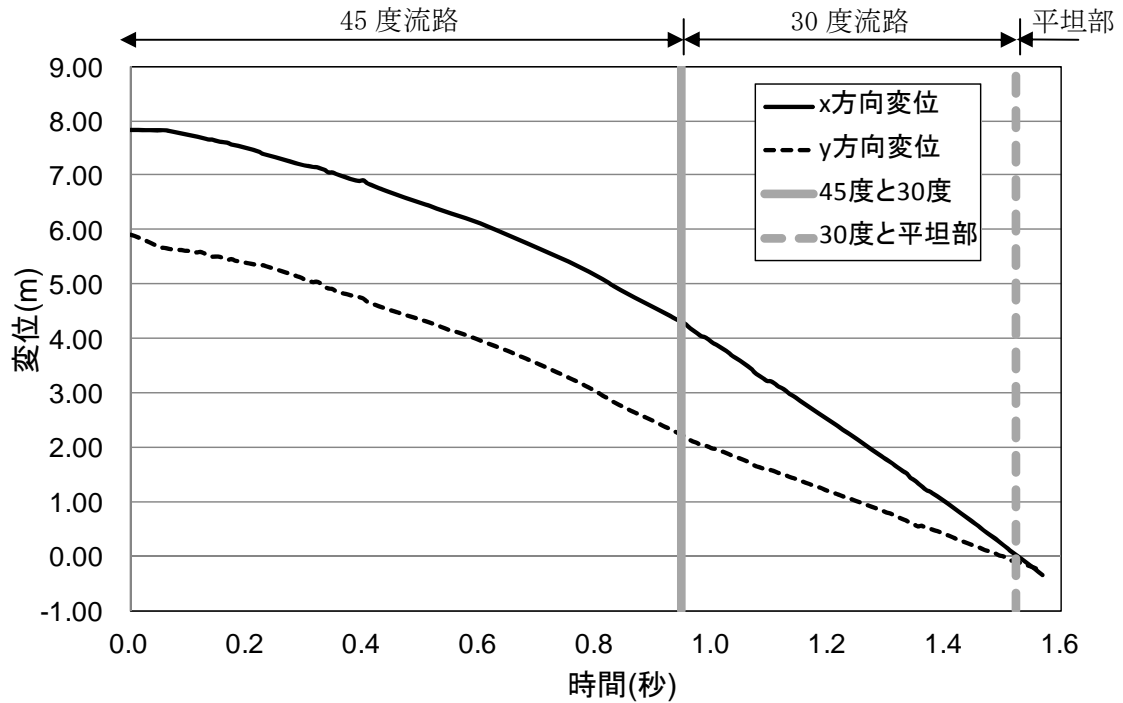


図 9.2.227(a) 岩塊模型の変位履歴

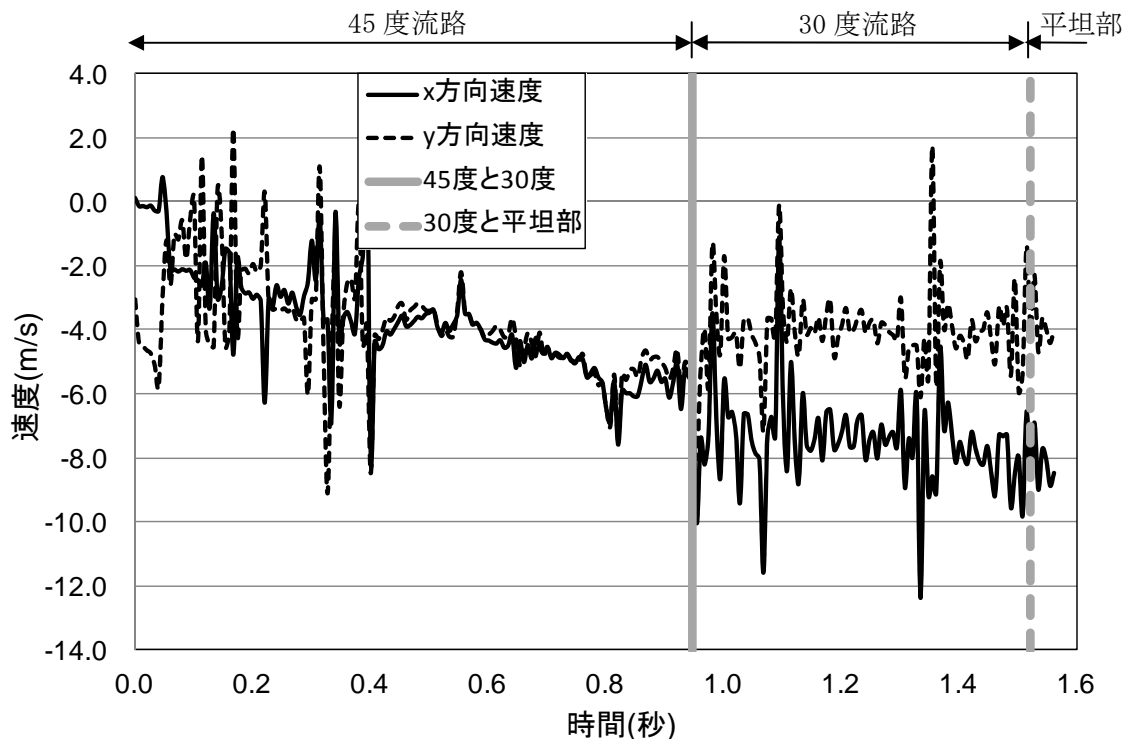


図 9.2.227(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 228 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度流路部では x 方向成分と同様の挙動を示し、30 度流路では x 方向成分に対して速度低下は生じたものの、似たような挙動を示した。

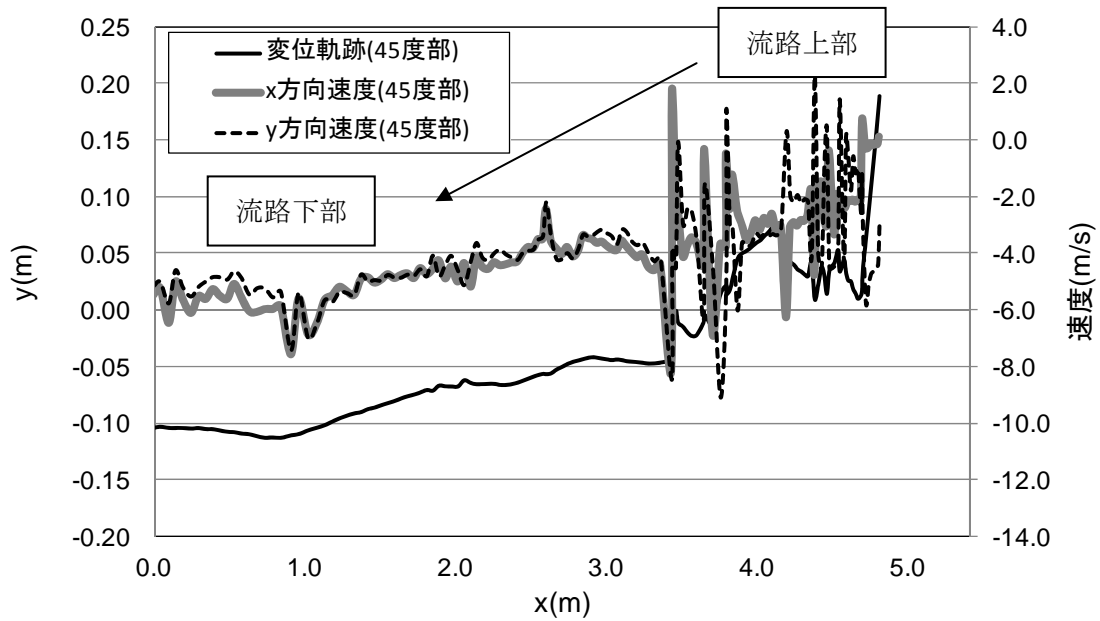


図 9. 2. 228 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

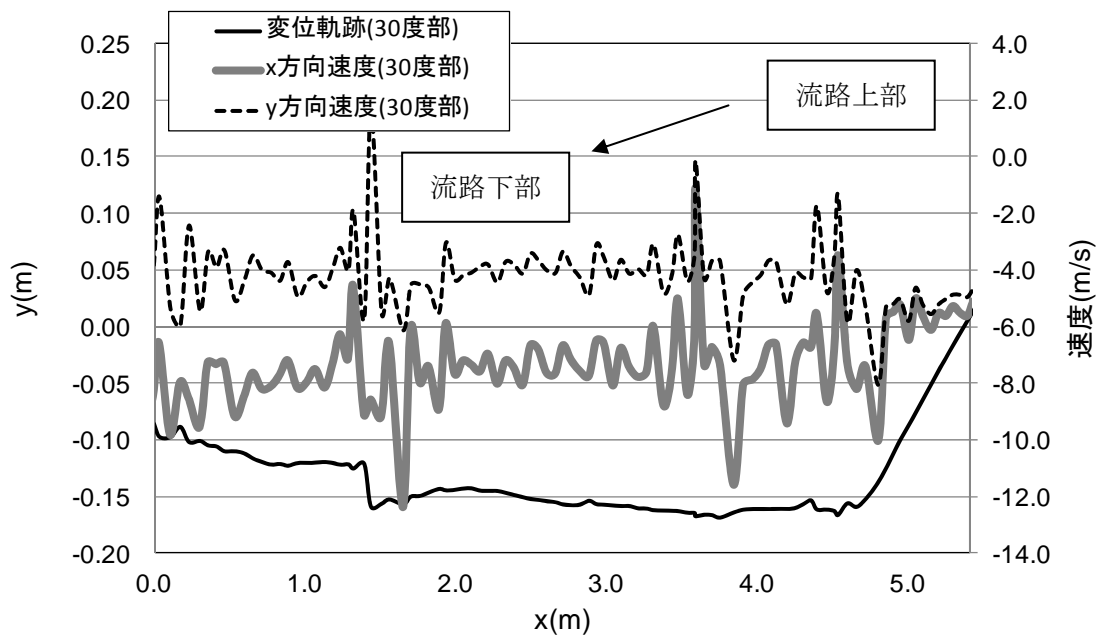


図 9. 2. 228 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.229 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。



図 9.2.229 解析に用いた標点の位置

図 9.2.230 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

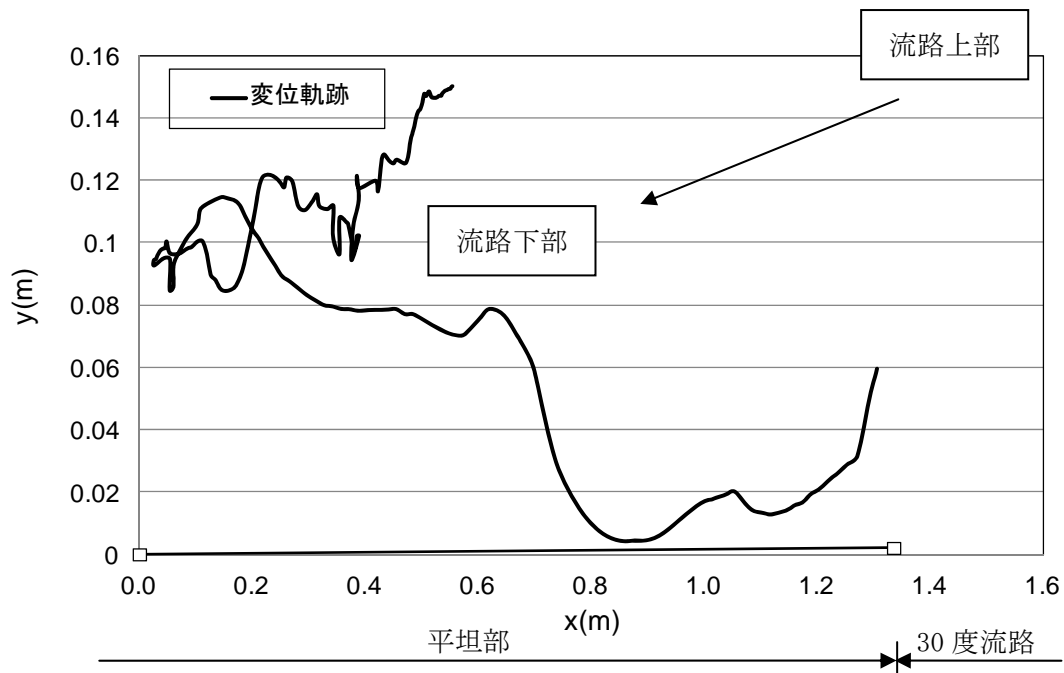


図 9.2.230 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.231 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30度流路部と平坦部において y 方向成分の速度が低下し、ロードセル衝突時に x 方向成分の速度も低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.15 ～ 0.2 秒付近である。

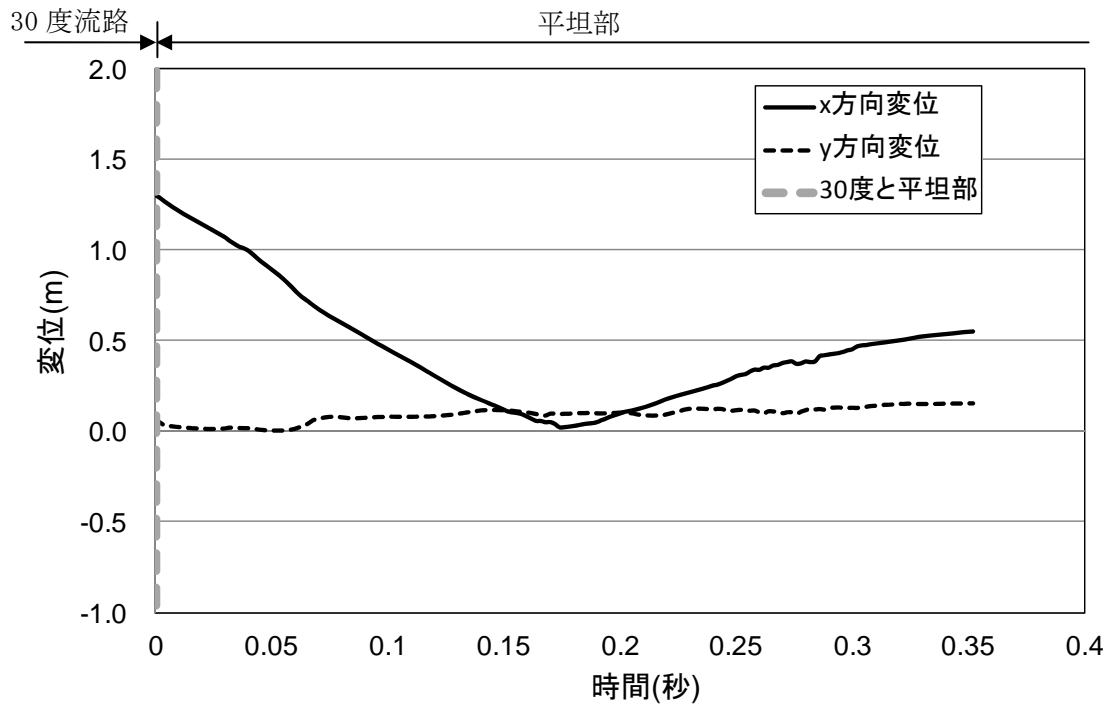


図 9.2.231(a) 岩塊模型の変位履歴

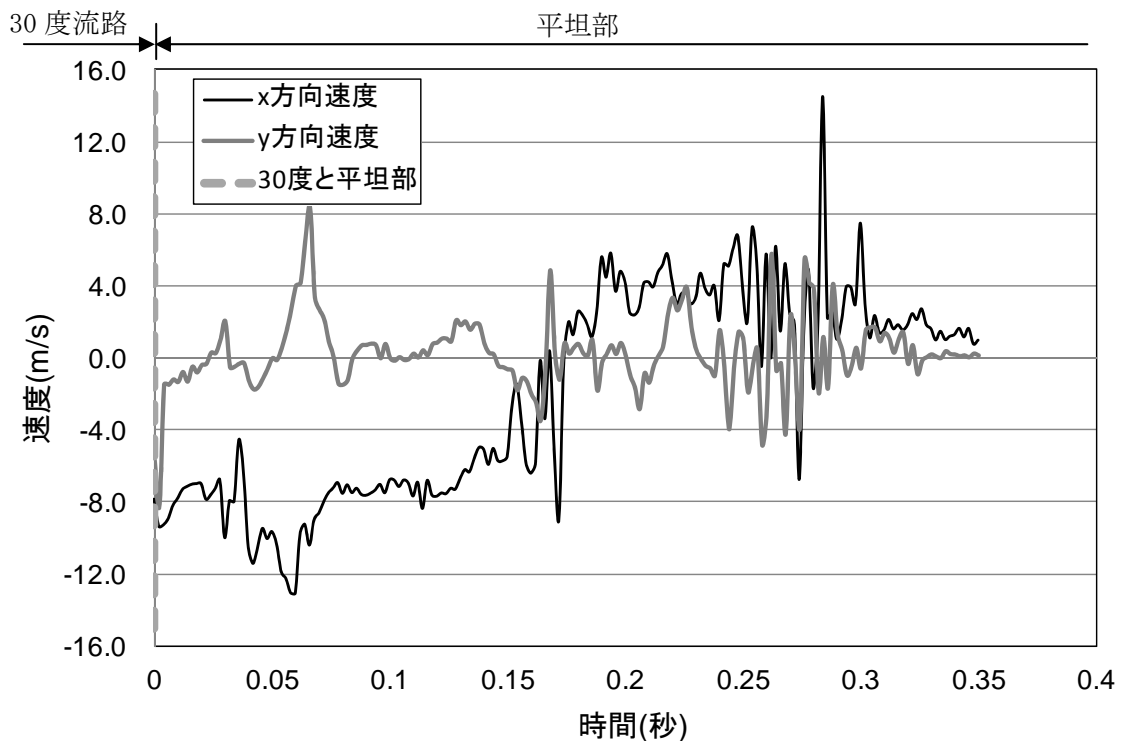


図 9.2.231(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.232 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

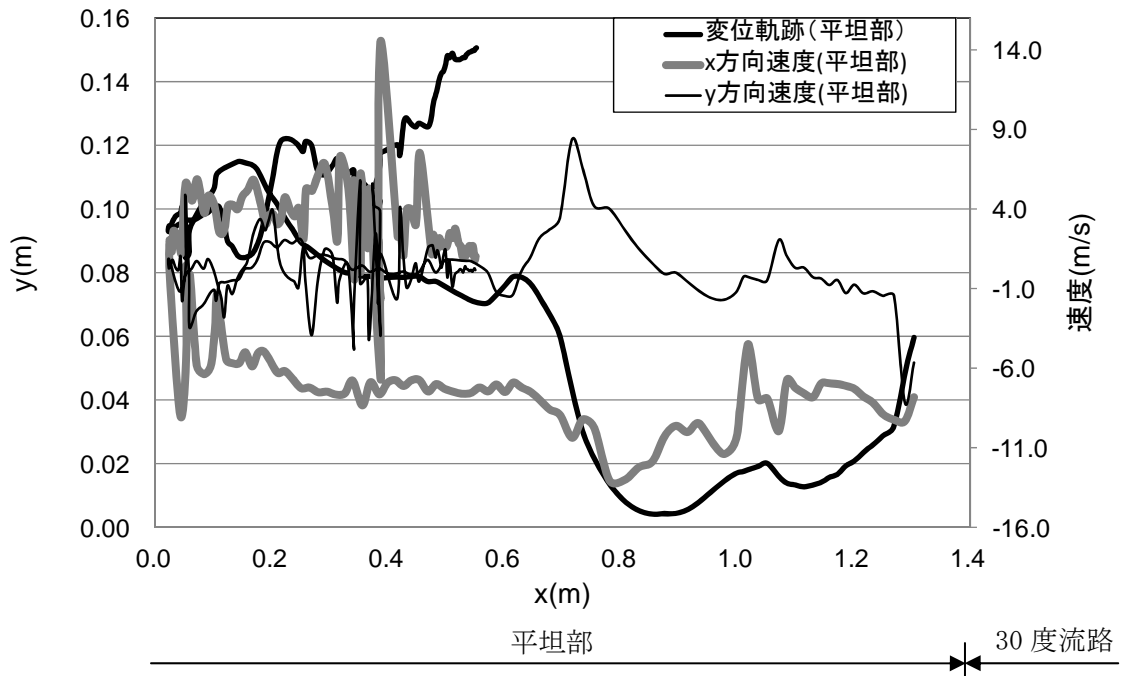


図 9.2.232 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.233 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

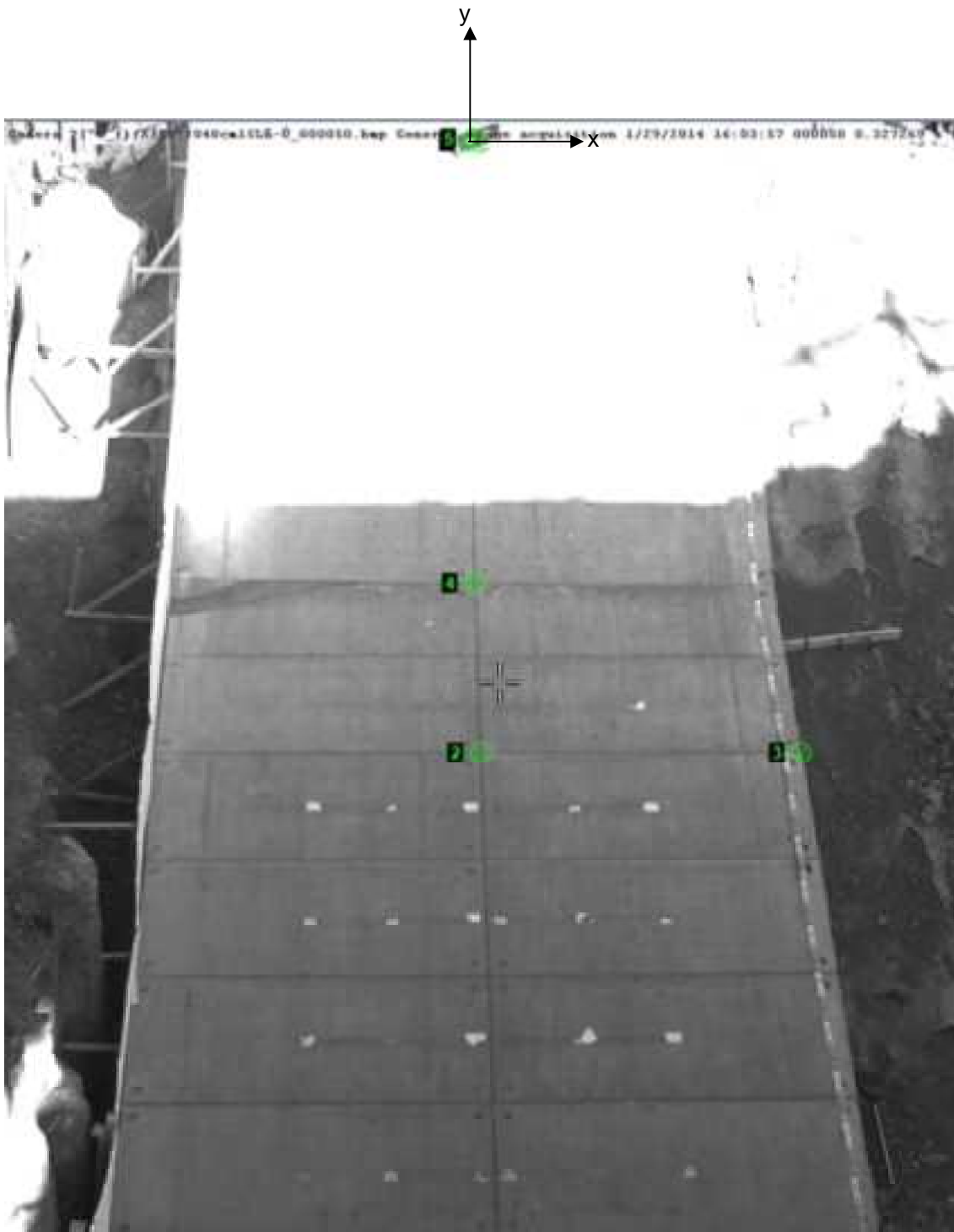


図 9.2.233 解析に用いた標点の位置

図 9.2.234 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

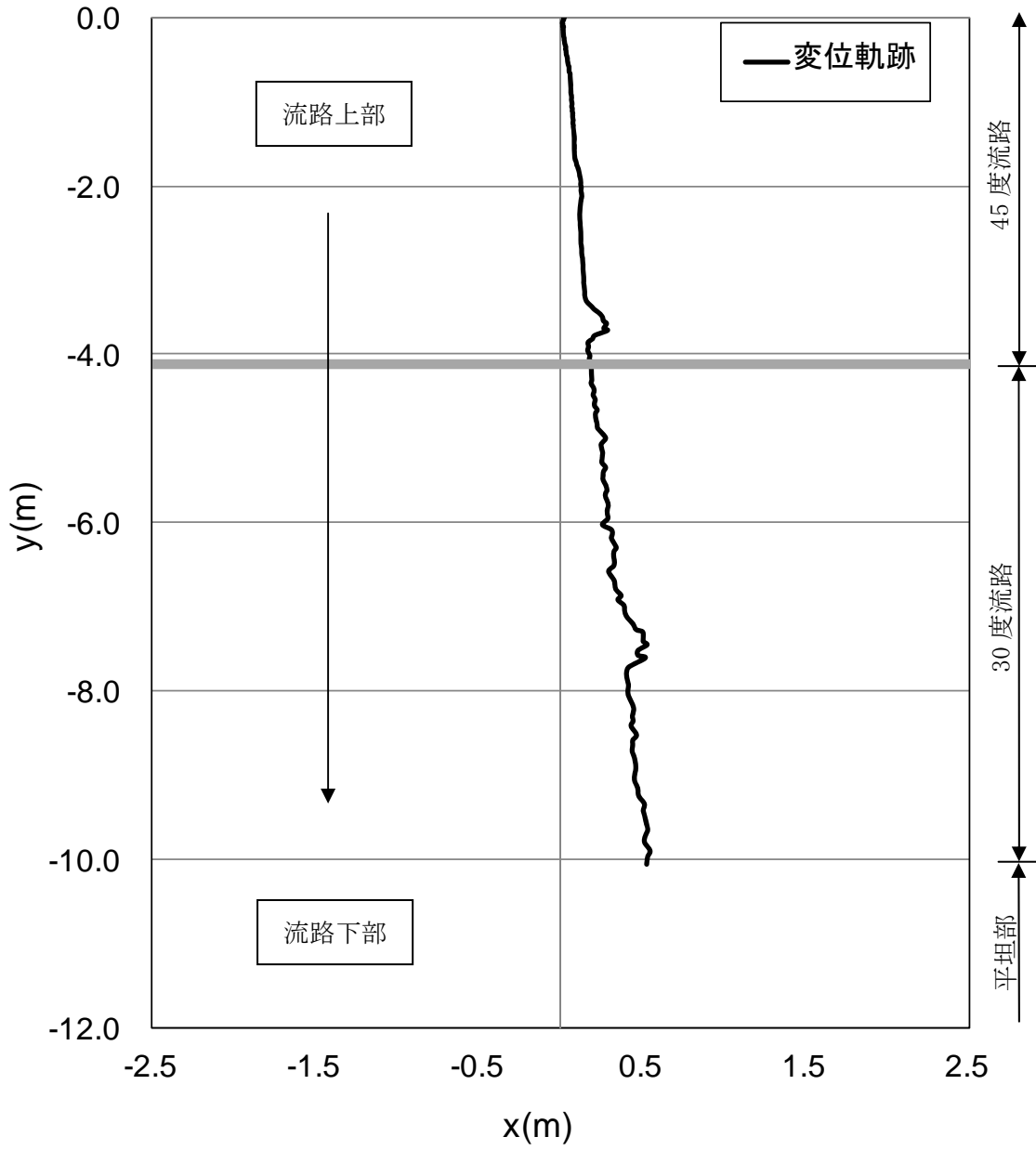


図 9.2.234 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.235 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

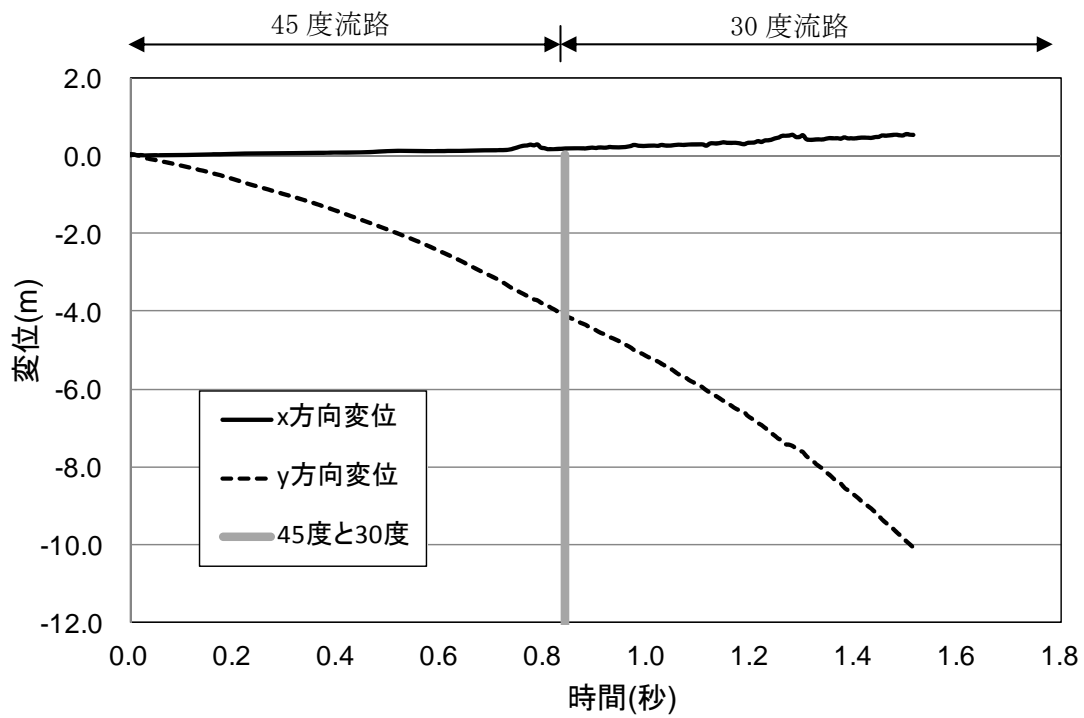


図 9.2.235(a) 岩塊模型の変位履歴

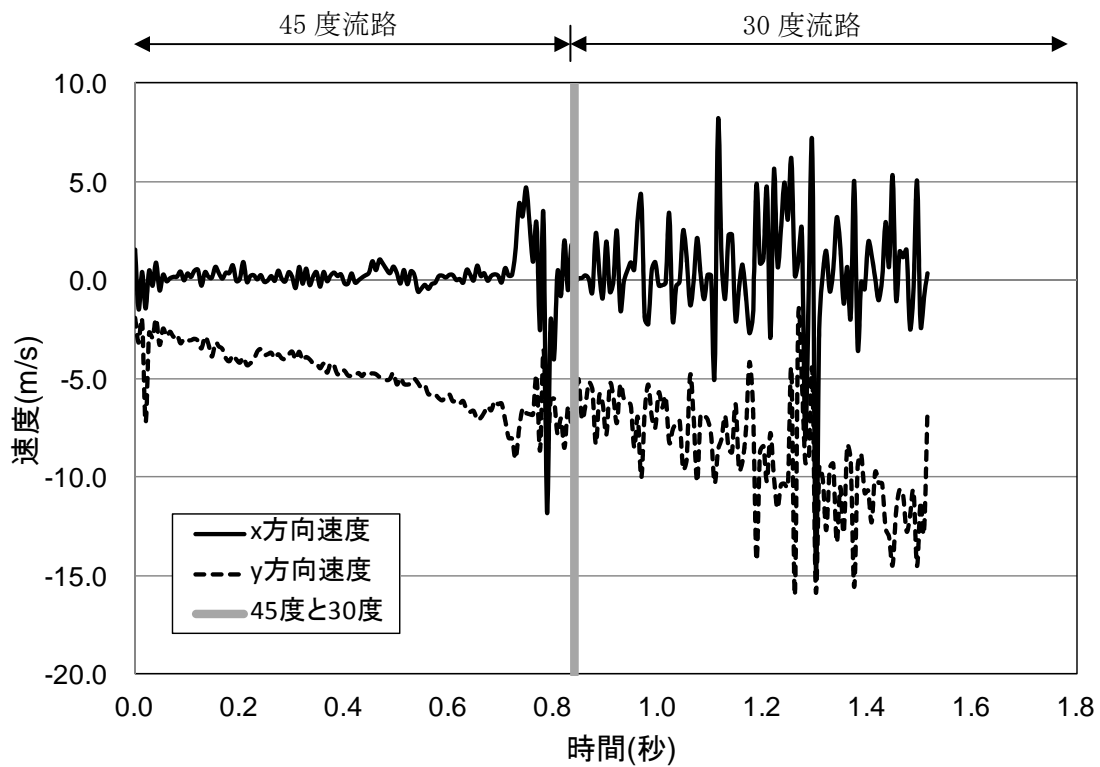


図 9.2.235(b) 岩塊模型の速度履歴



#### ④ 平坦部上

図 9.2.236 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

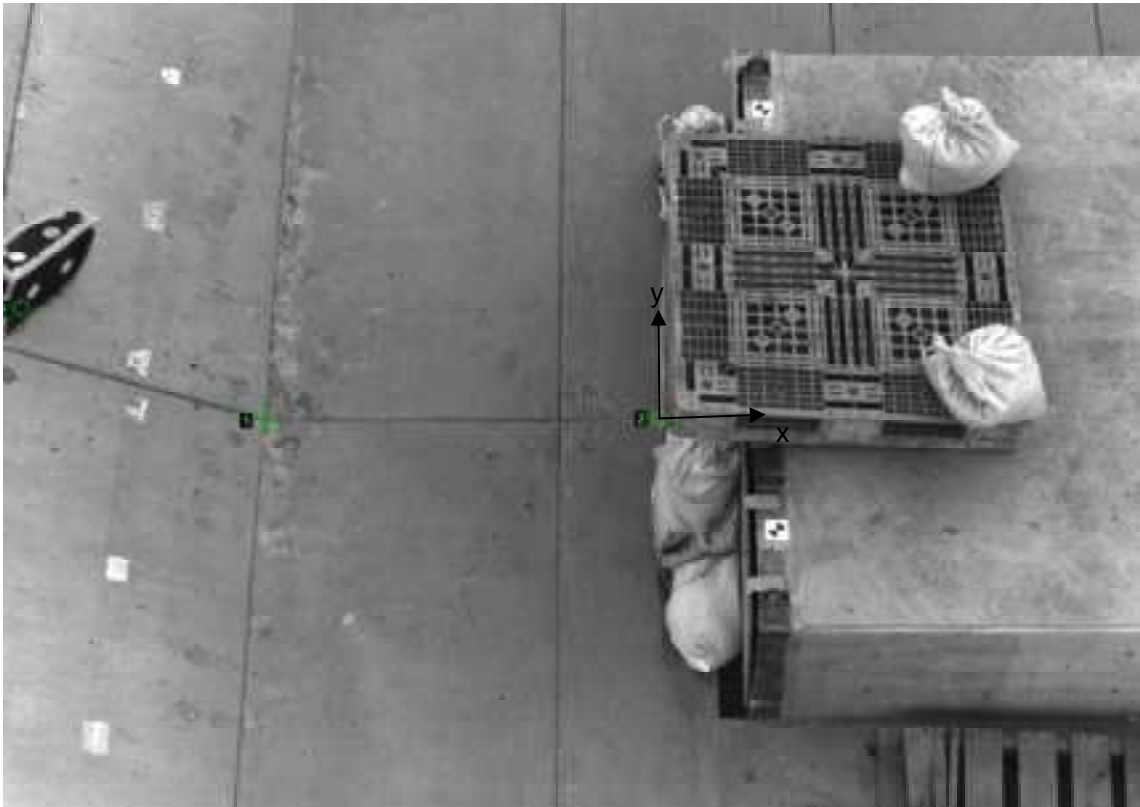


図 9.2.236 解析に用いた標点の位置

図 9.2.237 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

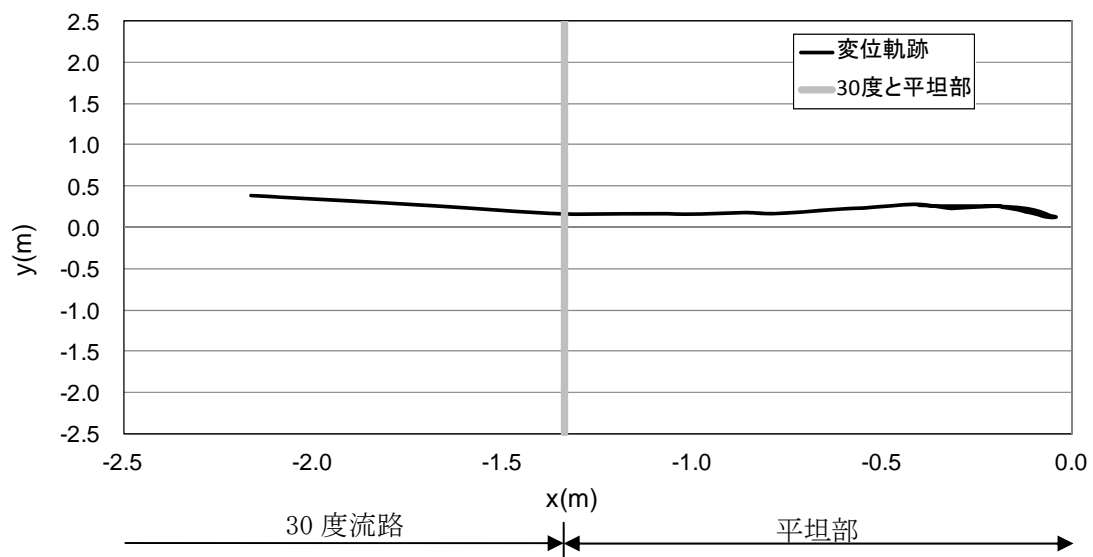


図 9.2.237 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 238 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路と平坦部の境界で x 方向成分, y 方向成分は速度低下が生じ、そのうち、ロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

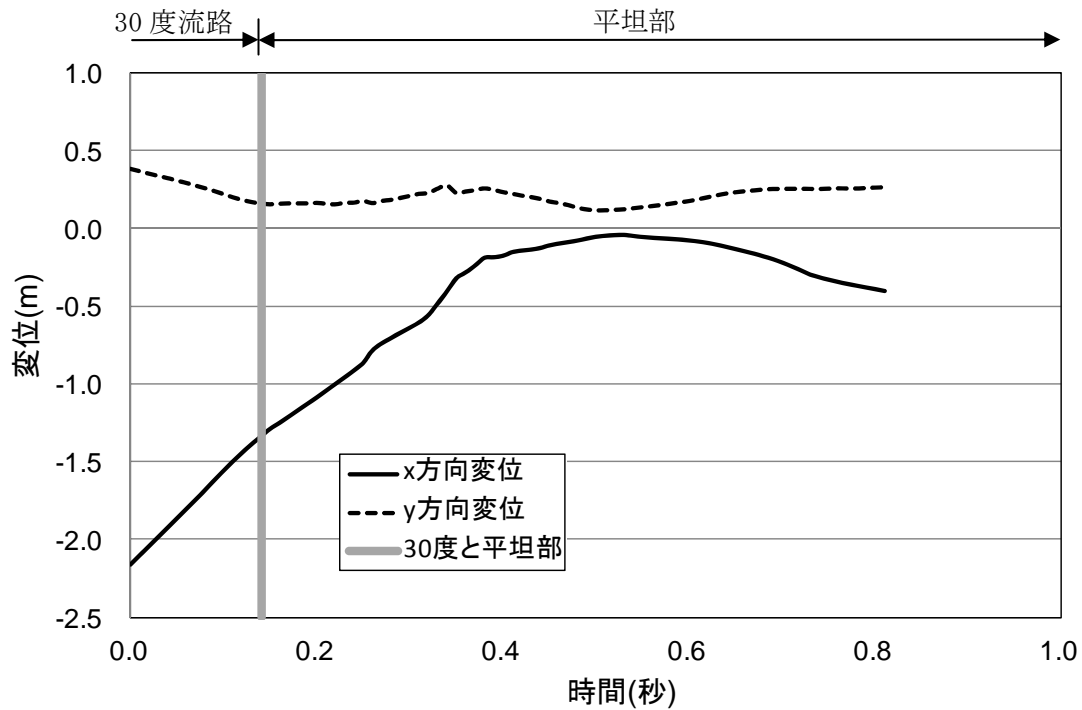


図 9. 2. 238(a) 岩塊模型の変位履歴

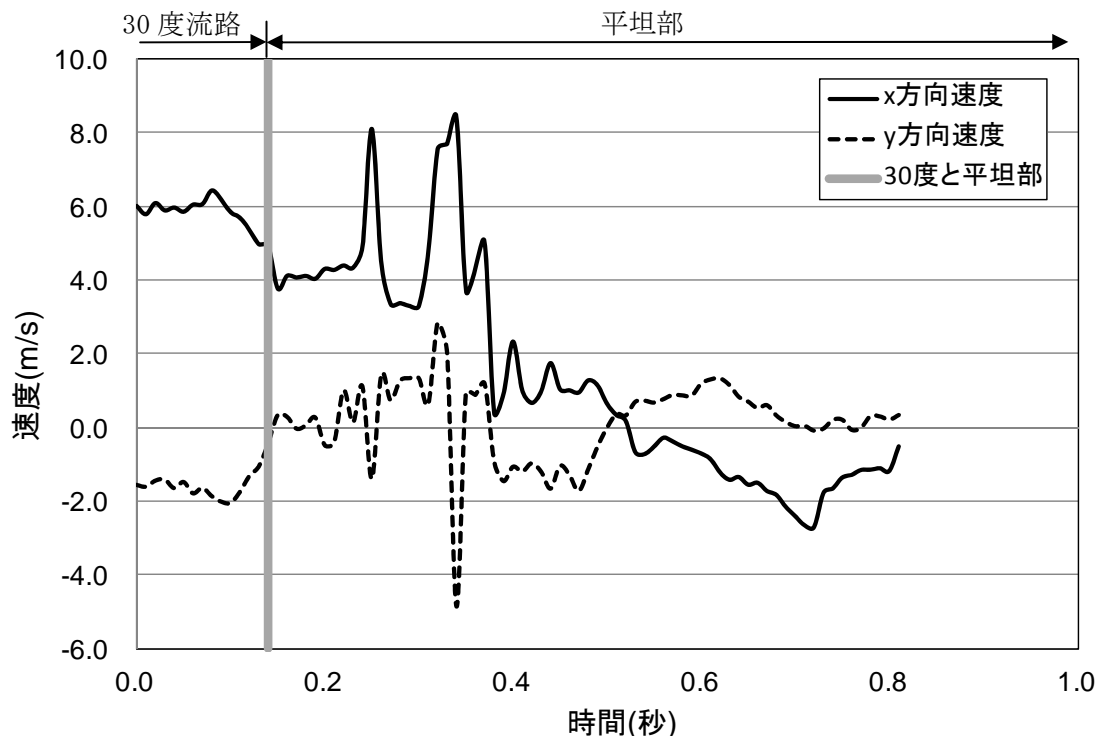


図 9. 2. 238(b) 岩塊模型の速度履歴

(14) No.18 球形 40cm

当該ケースは 30 度流路上部で岩塊模型の落下を行った。

① 流路横

図 9.2.239 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.239 解析に用いた標点の位置

図 9.2.240 に岩塊模型の変位軌跡を示す。30 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

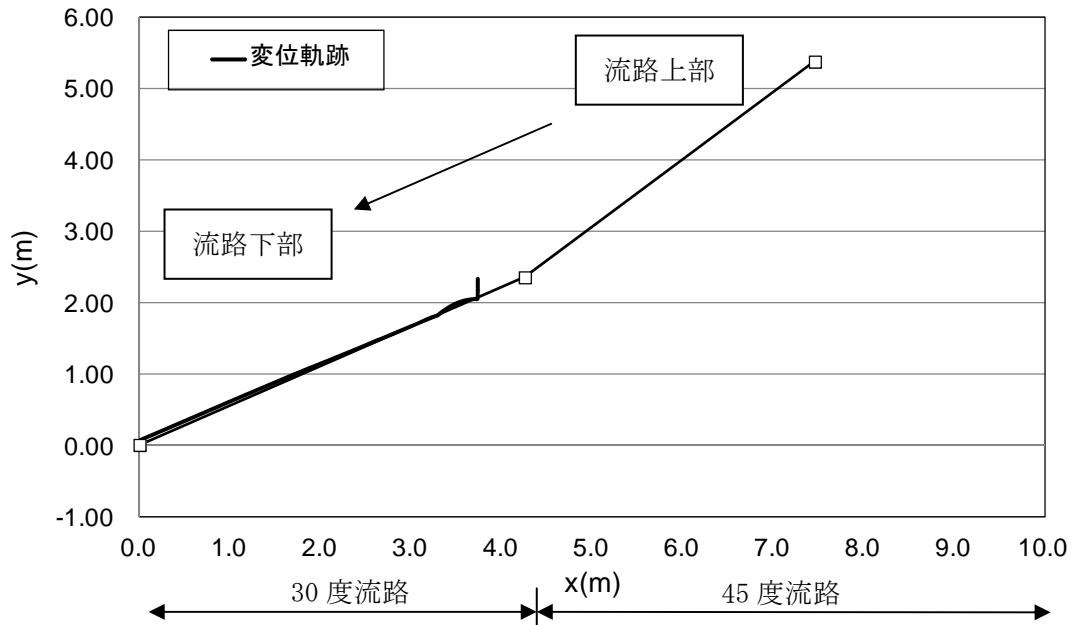


図 9.2.240 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.241 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30度流路部では岩塊模型の跳ね返りによる速度変化が生じたのち、x方向成分、y方向成分とも流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

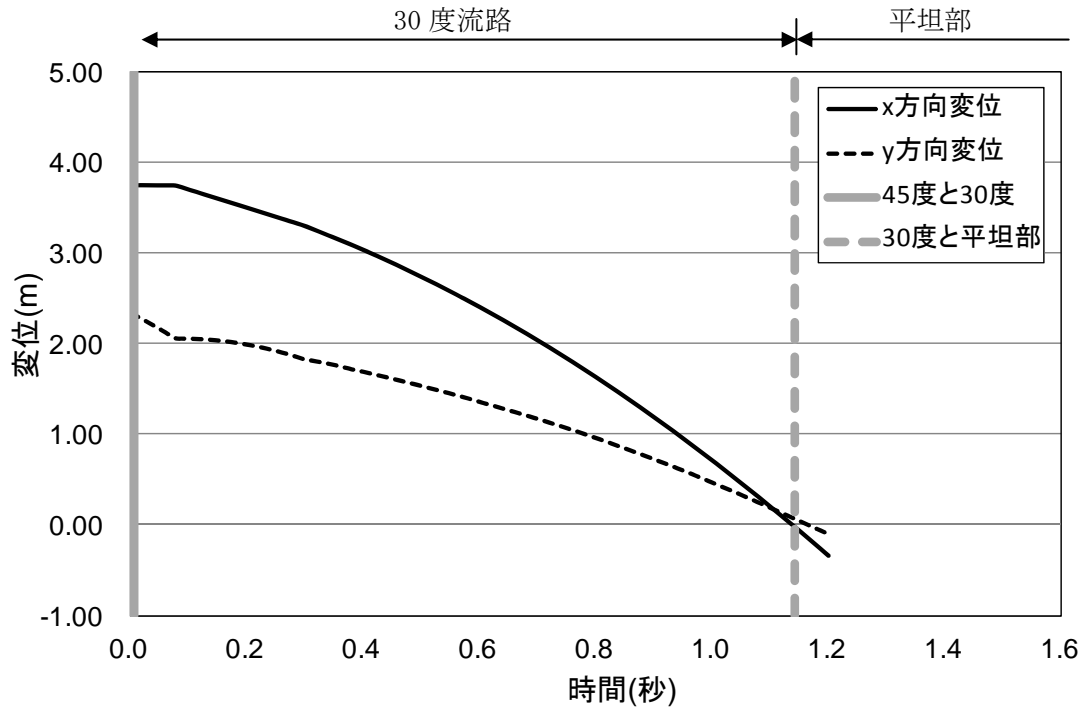


図 9.2.241(a) 岩塊模型の変位履歴

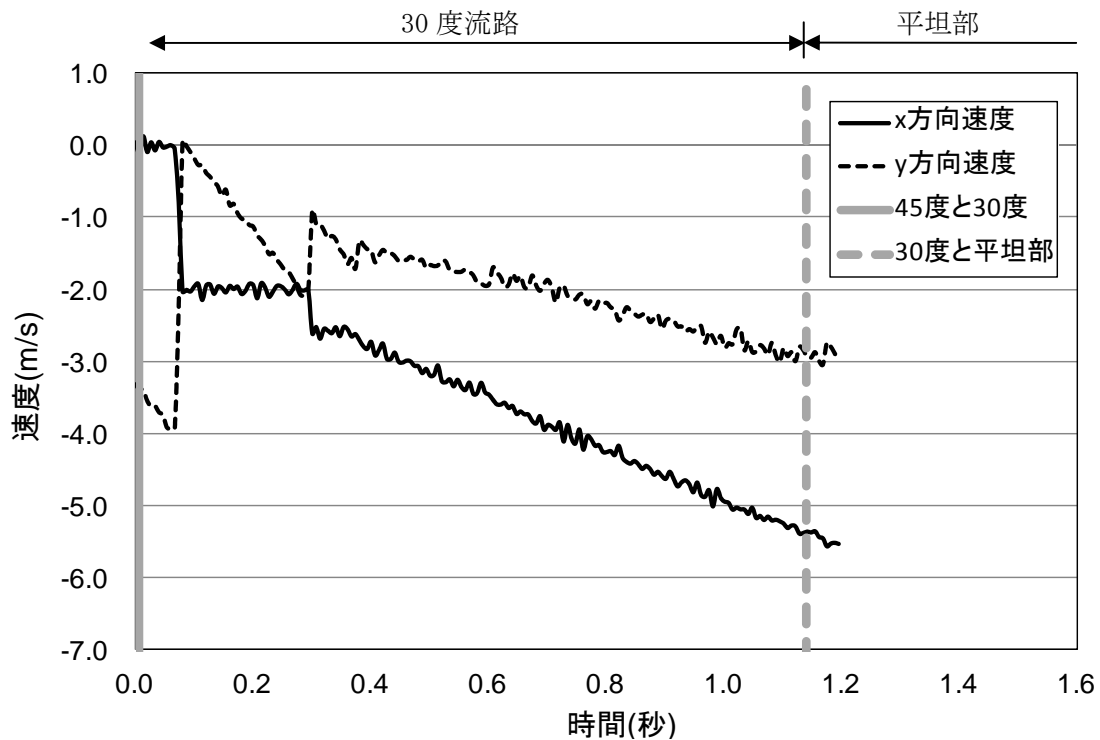


図 9.2.241(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 242 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 30 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、岩塊模型の跳ね返りによる速度変化が生じたのち、x 方向成分、y 方向成分とも流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

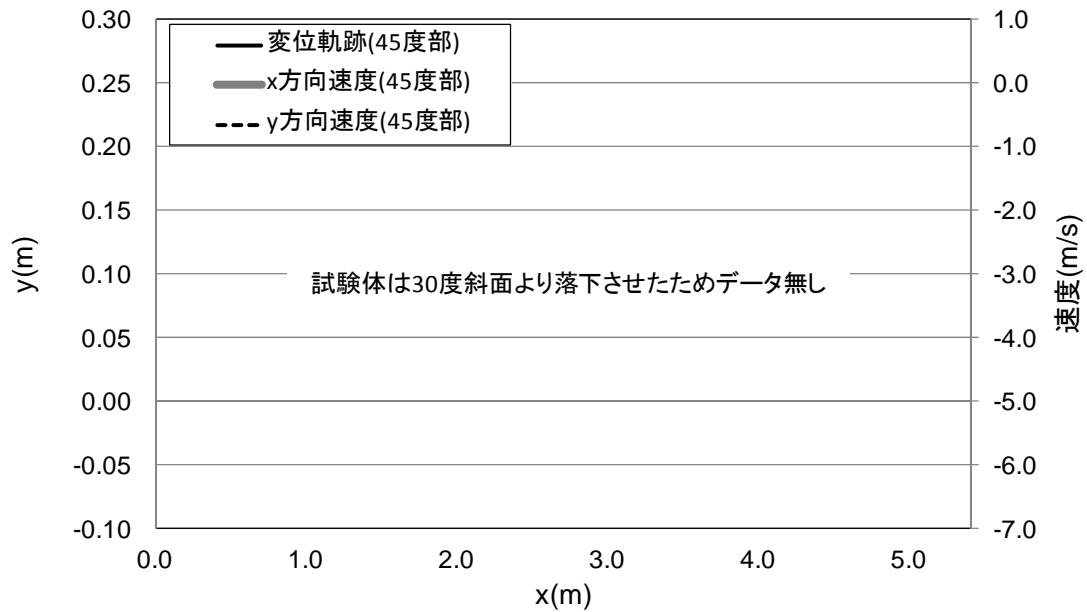


図 9. 2. 242 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

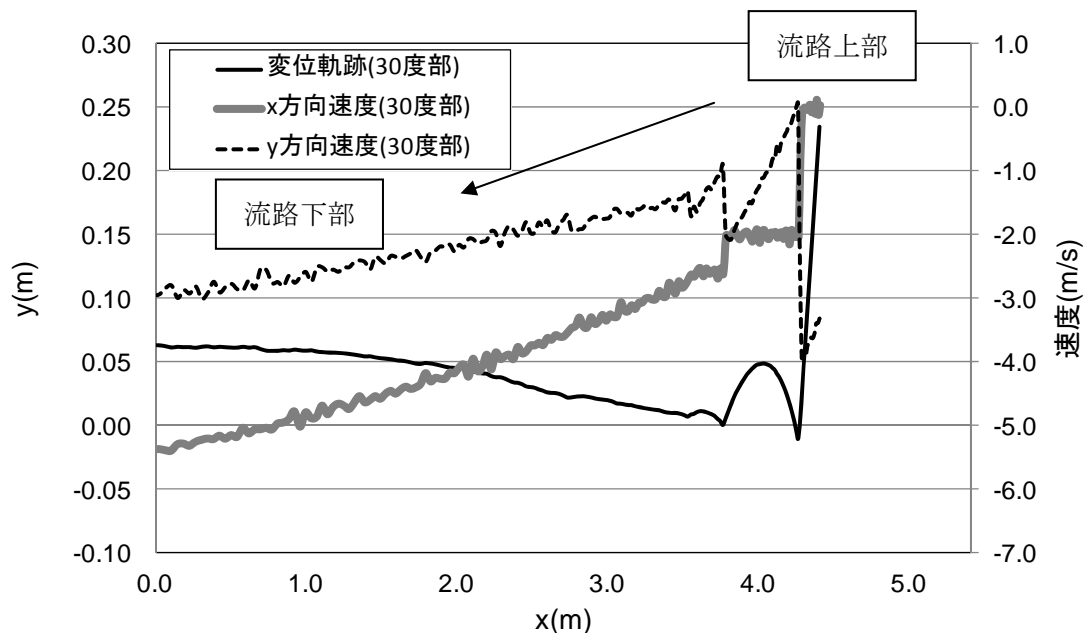


図 9. 2. 242 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.243 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

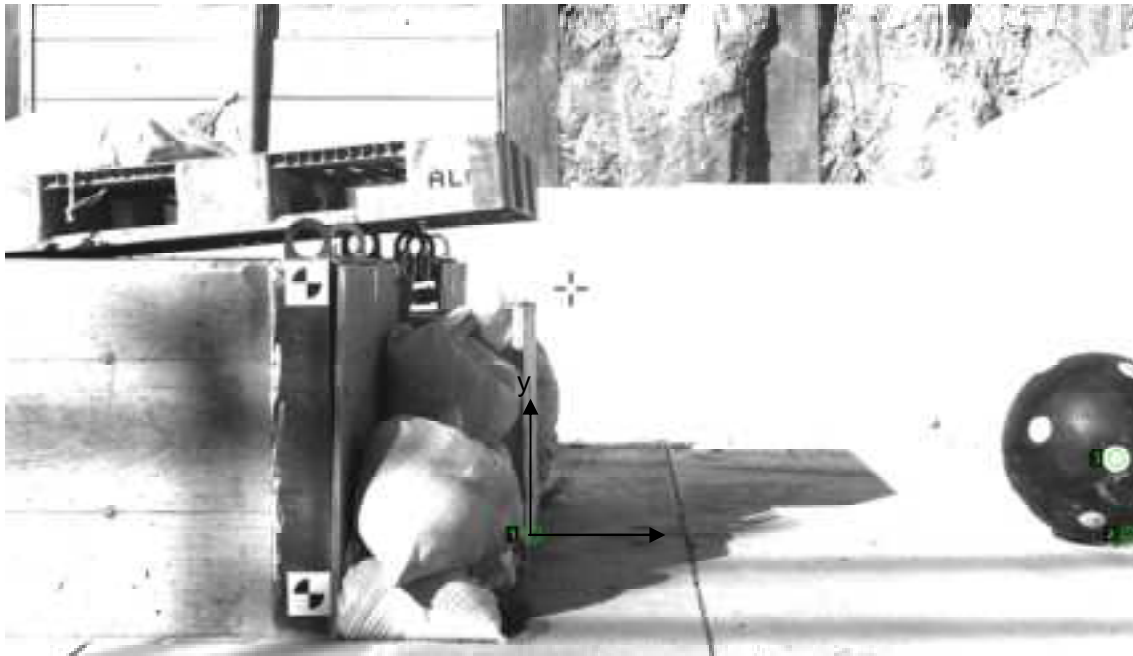


図 9.2.243 解析に用いた標点の位置

図 9.2.244 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

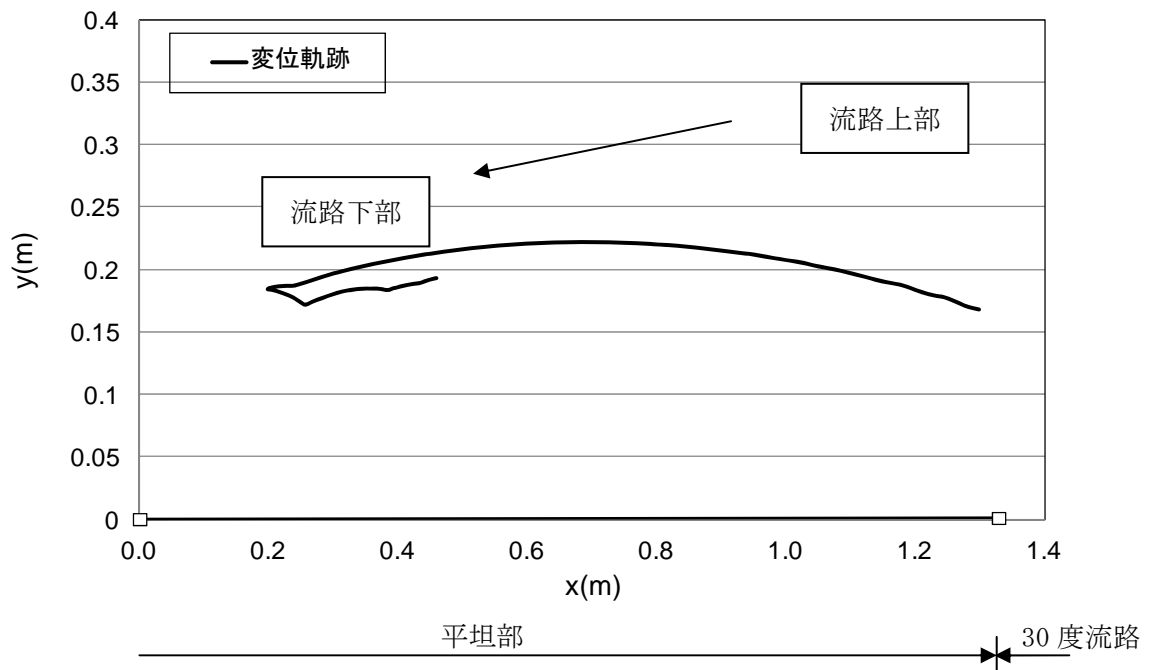


図 9.2.244 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.245 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、x 方向成分はロードセル衝突時に速度低下する挙動を示し、y 方向成分は、徐々に速度がゼロに収束する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.2 秒付近である。

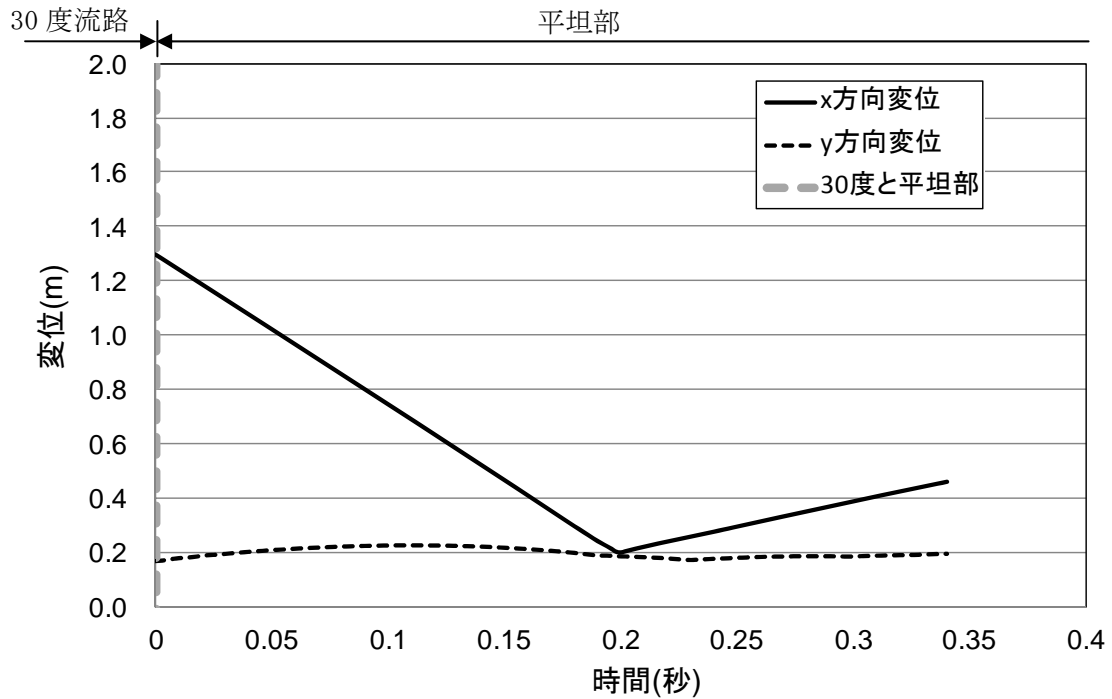


図 9.2.245(a) 岩塊模型の変位履歴

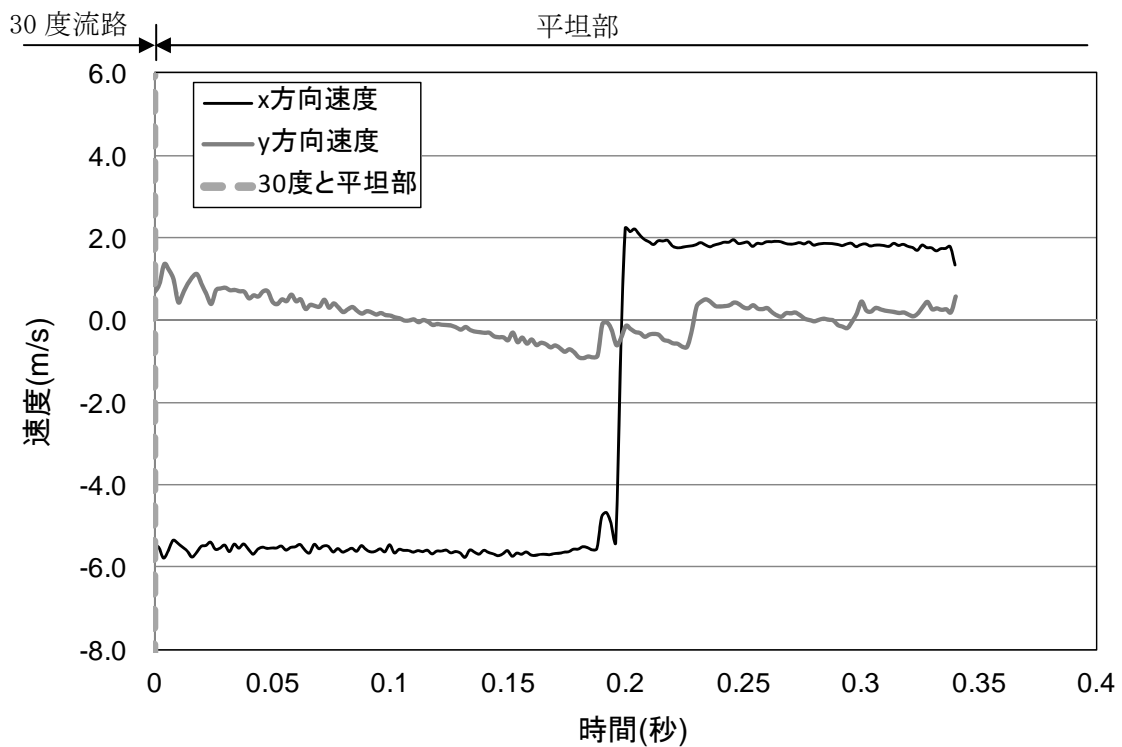


図 9.2.245(b) 岩塊模型の速度履歴



図 9.2.246 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時に x 方向成分、y 方向成分ともゼロ付近に収束していることが分かる。

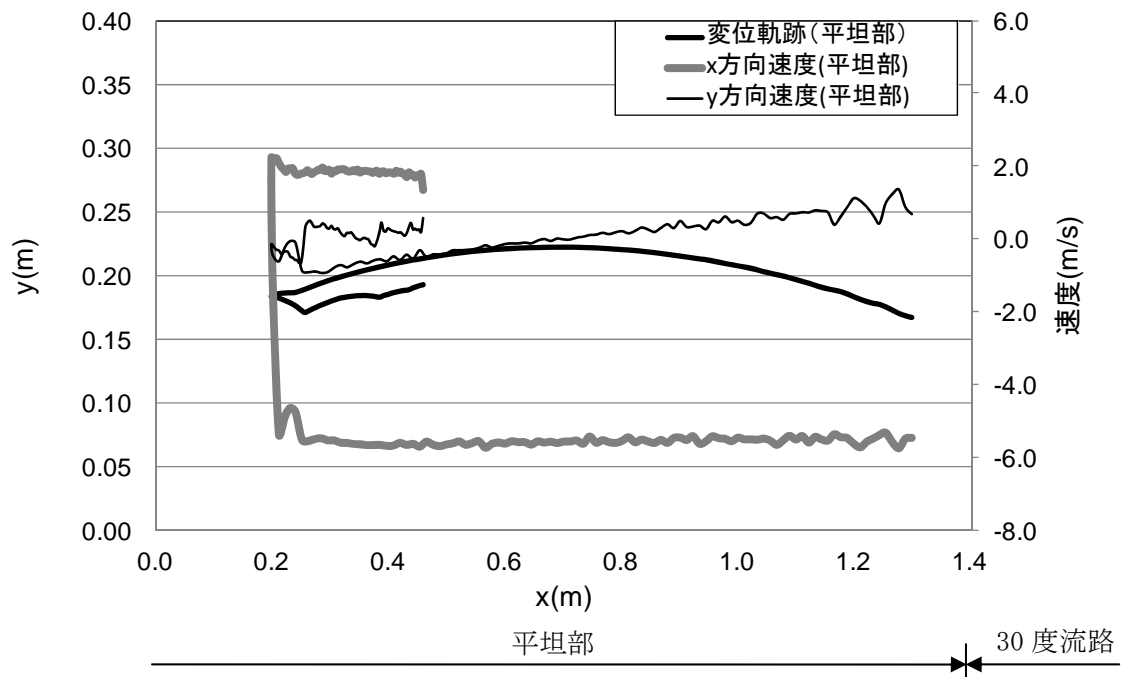


図 9.2.246 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

### ③ 流路上

図 9.2.247 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

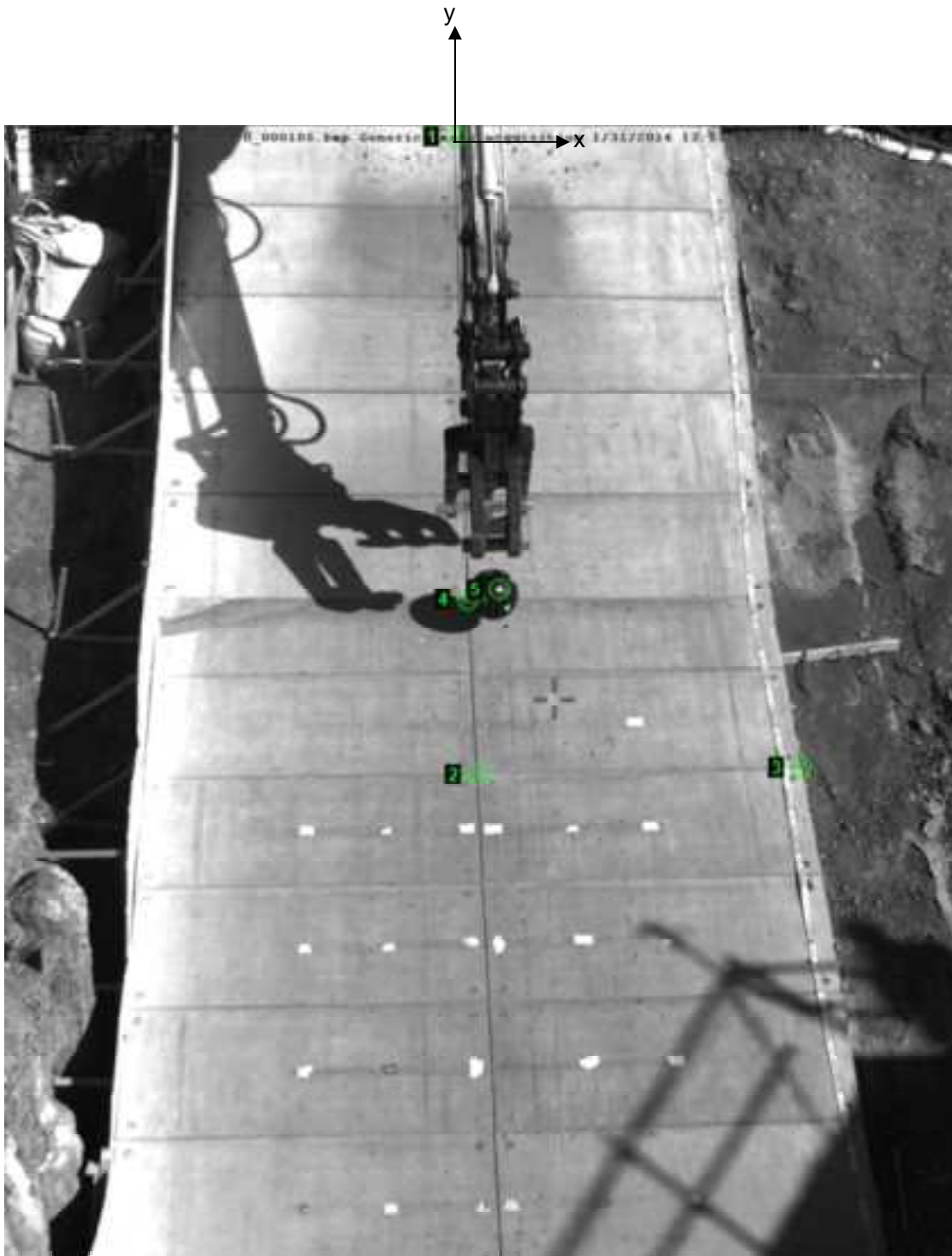


図 9.2.247 解析に用いた標点の位置

図 9.2.248 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

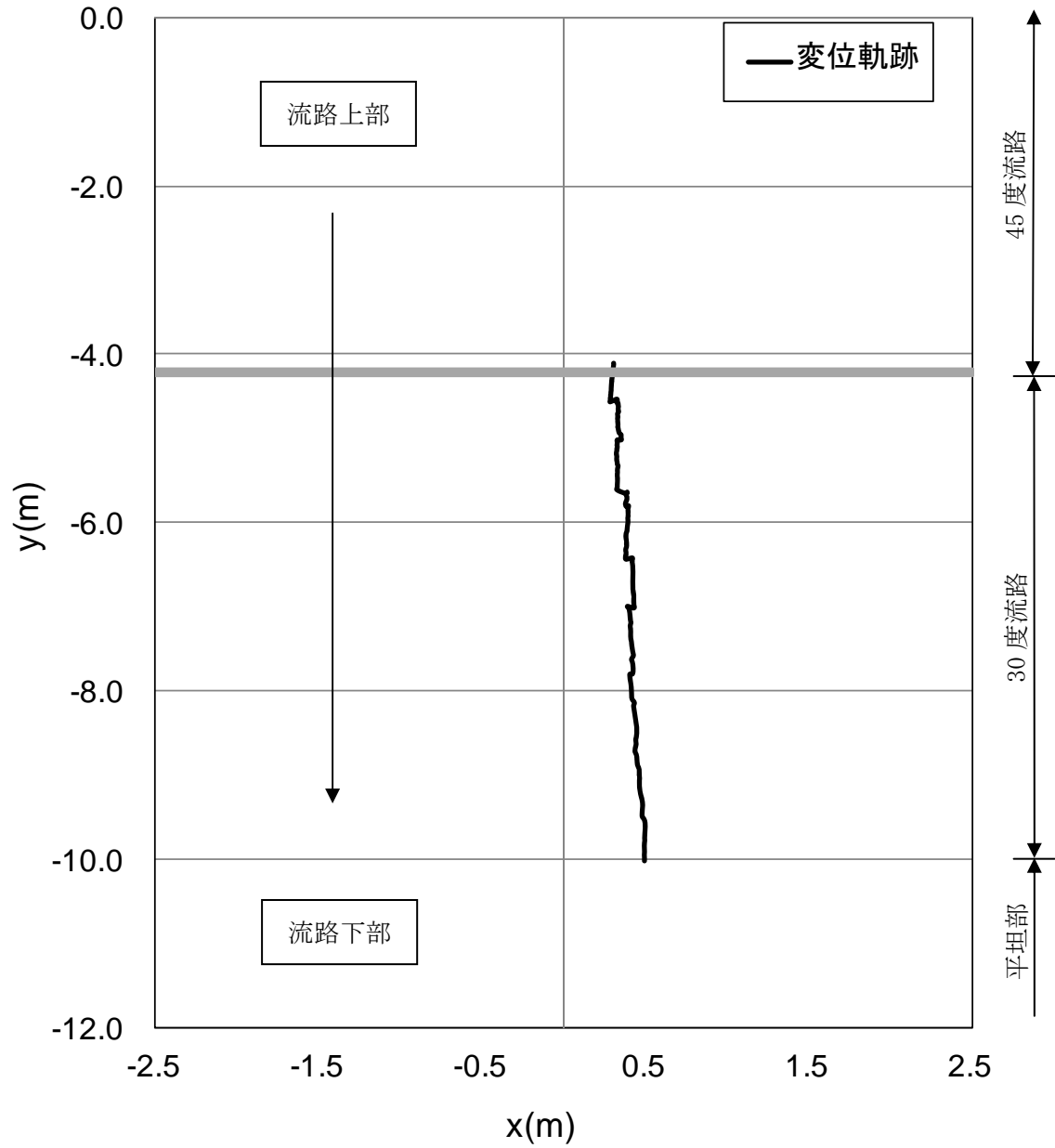


図 9.2.248 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.235 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

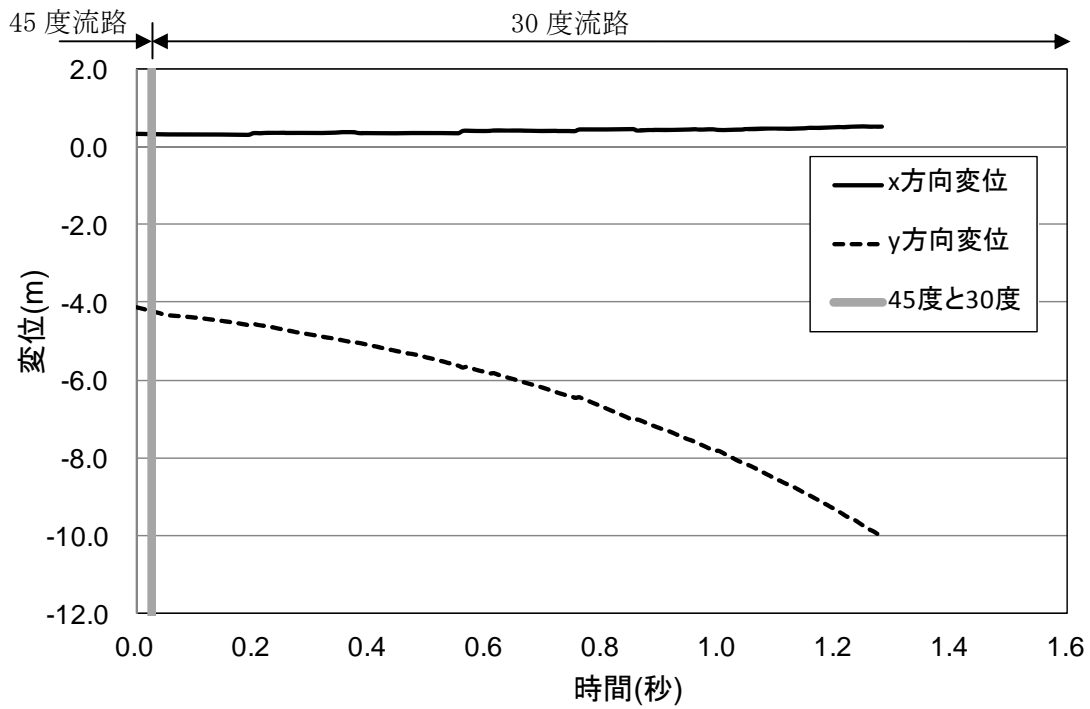


図 9.2.249(a) 岩塊模型の変位履歴

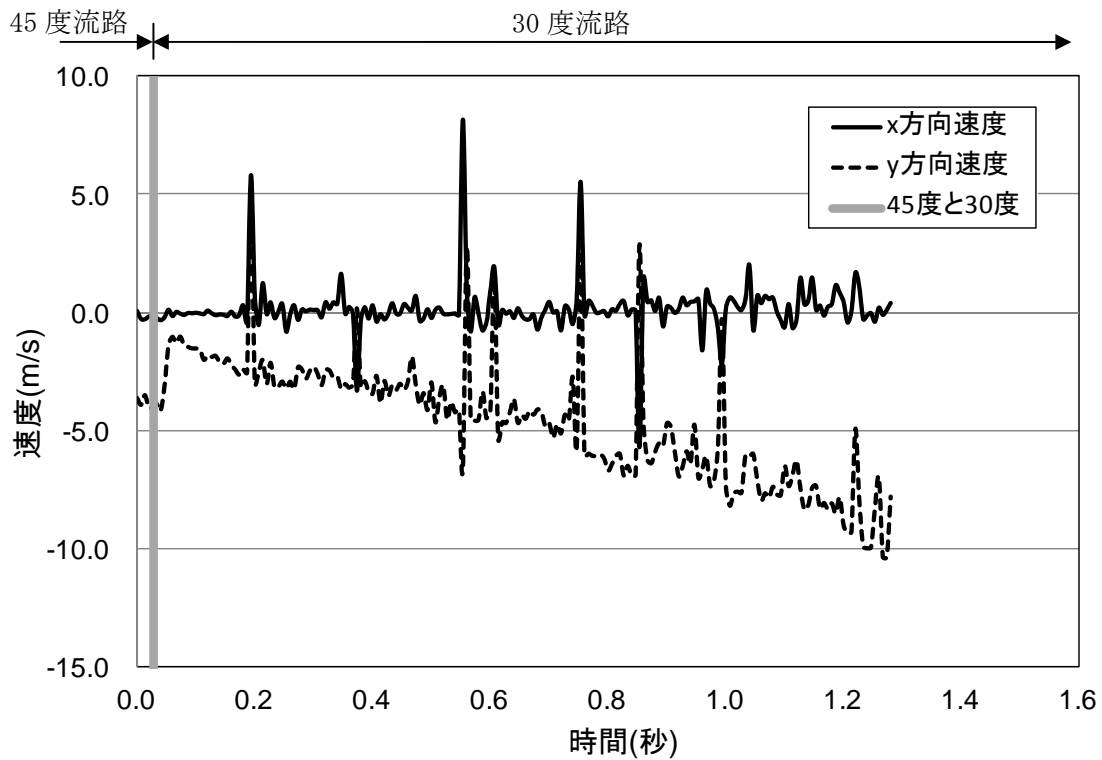


図 9.2.249(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.250 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

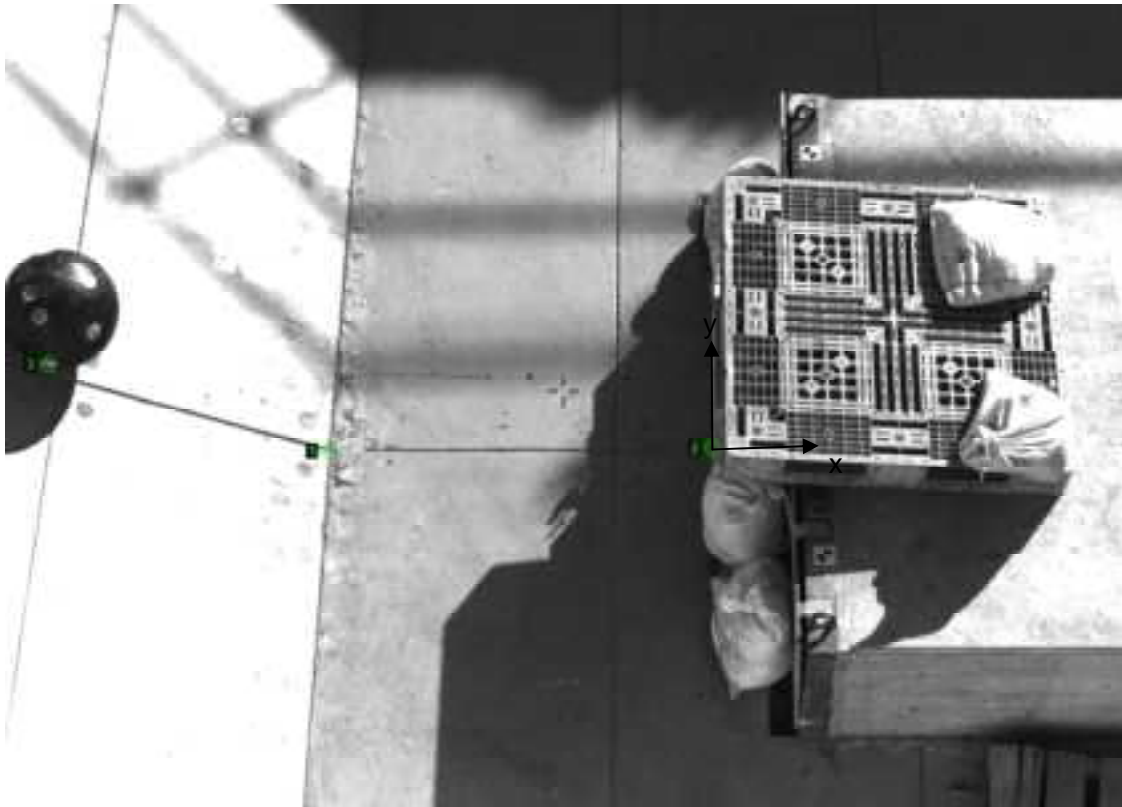


図 9.2.250 解析に用いた標点の位置

図 9.2.251 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

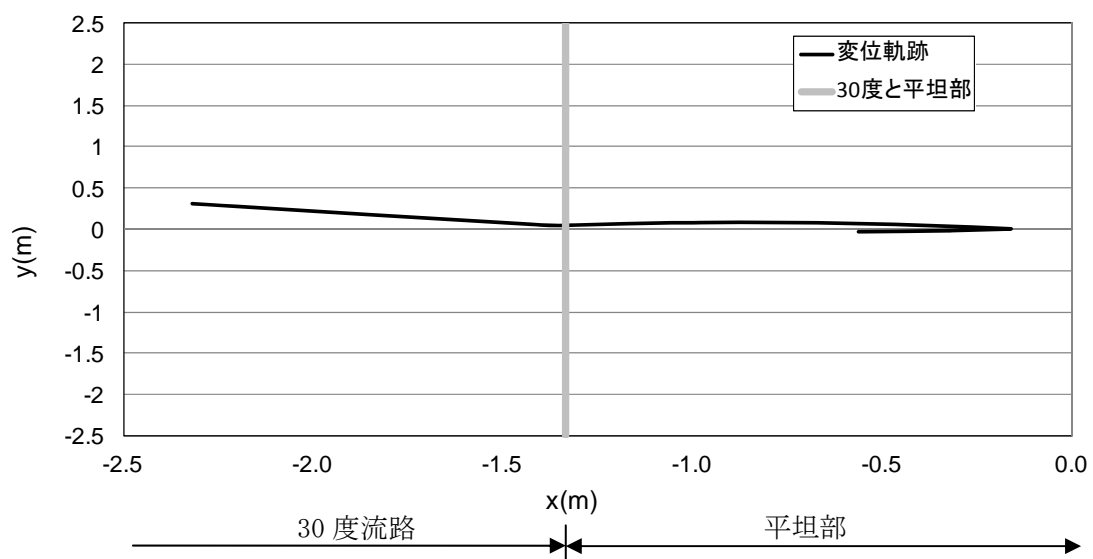


図 9.2.251 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 252 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

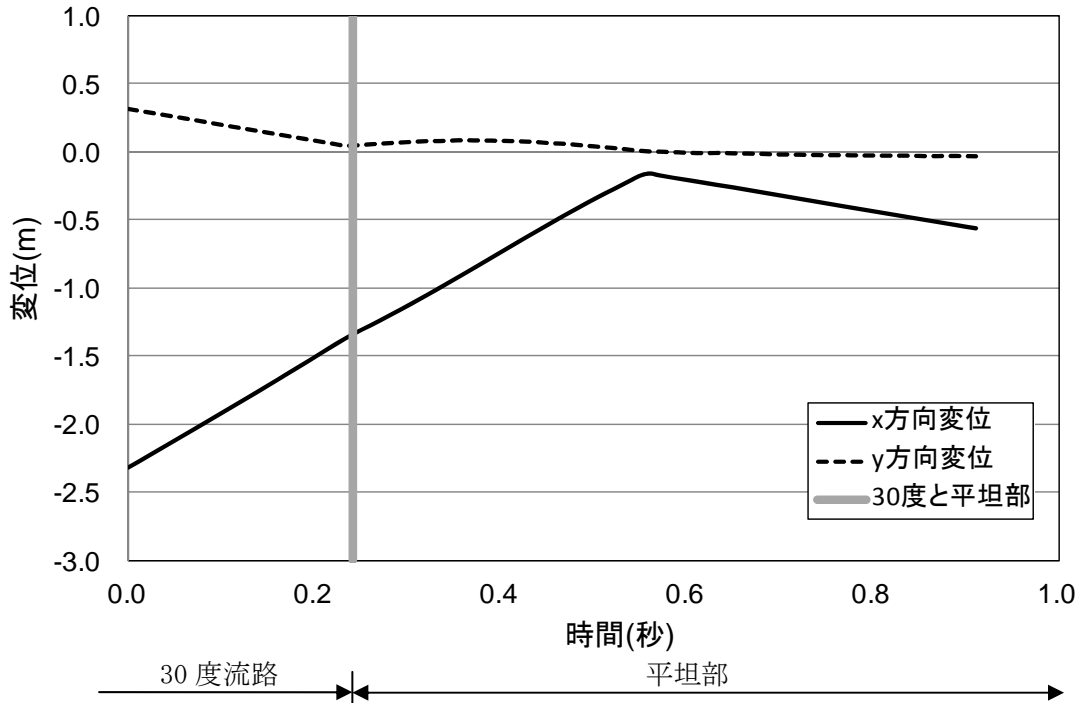


図 9. 2. 252(a) 岩塊模型の変位履歴

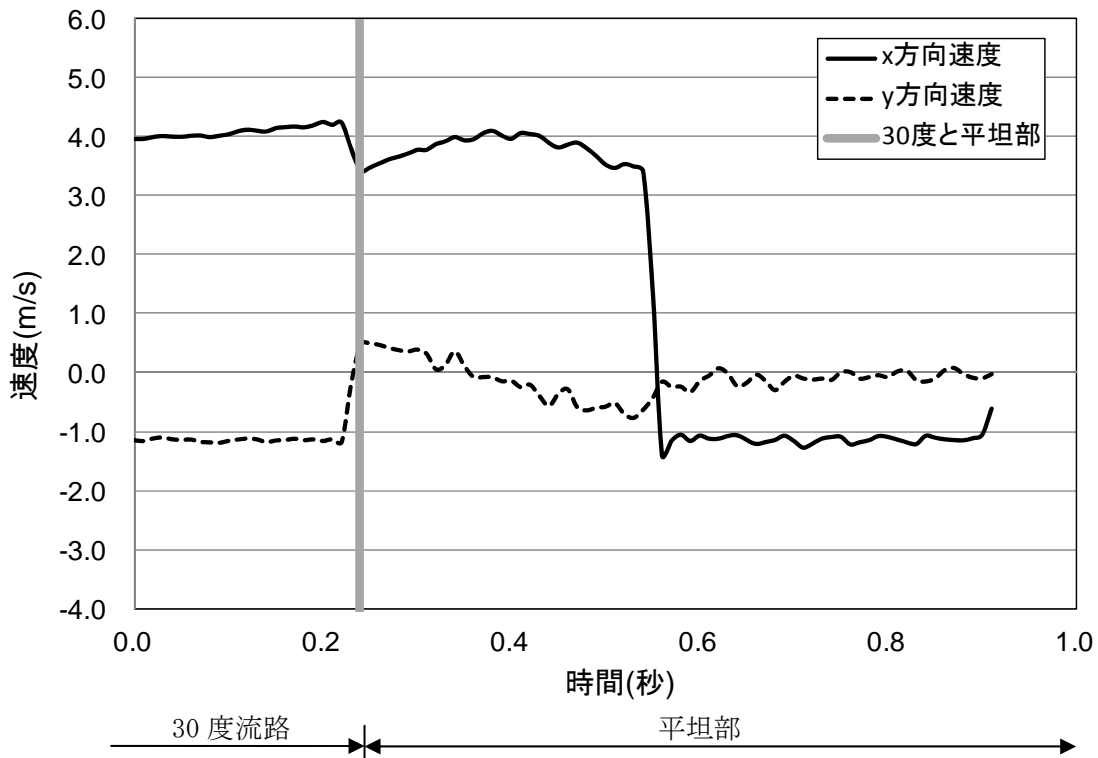


図 9. 2. 252(b) 岩塊模型の速度履歴

(15) No.19 球形 40cm

当該ケースは 45 度流路中間から岩塊模型の落下を行った。

① 流路横

図 9.2.253 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.253 解析に用いた標点の位置

図 9.2.254 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路中間にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

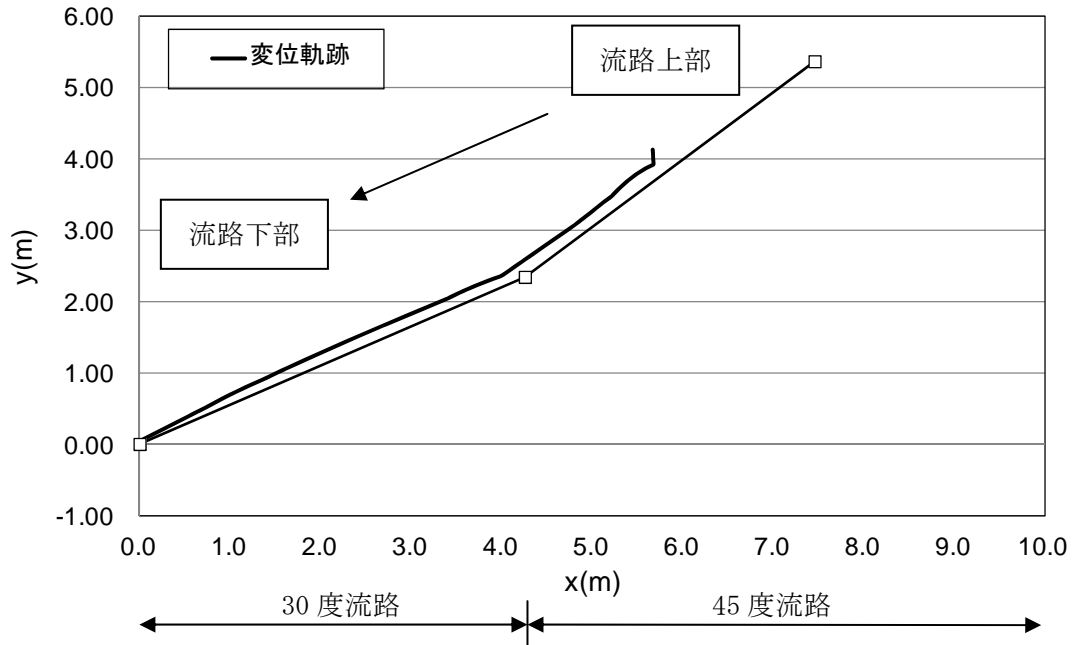


図 9.2.254 岩塊模型の変位軌跡



図 9.2.255 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度のx、y方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部ではy方向の落下方向が低下する挙動を示した。

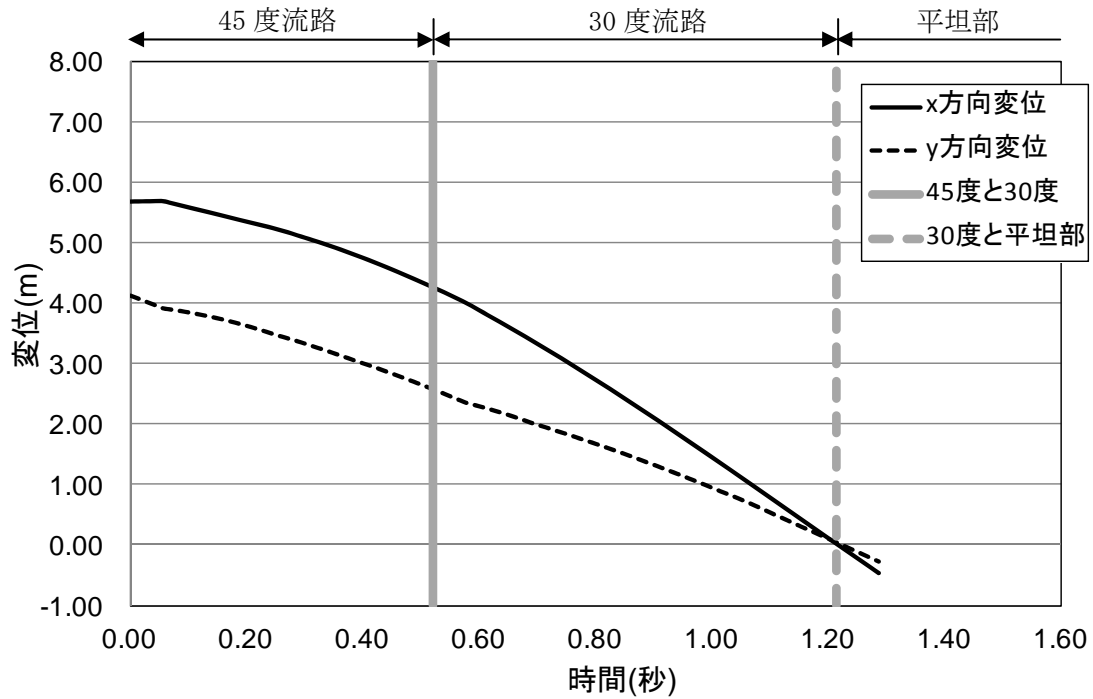


図 9.2.255(a) 岩塊模型の変位履歴

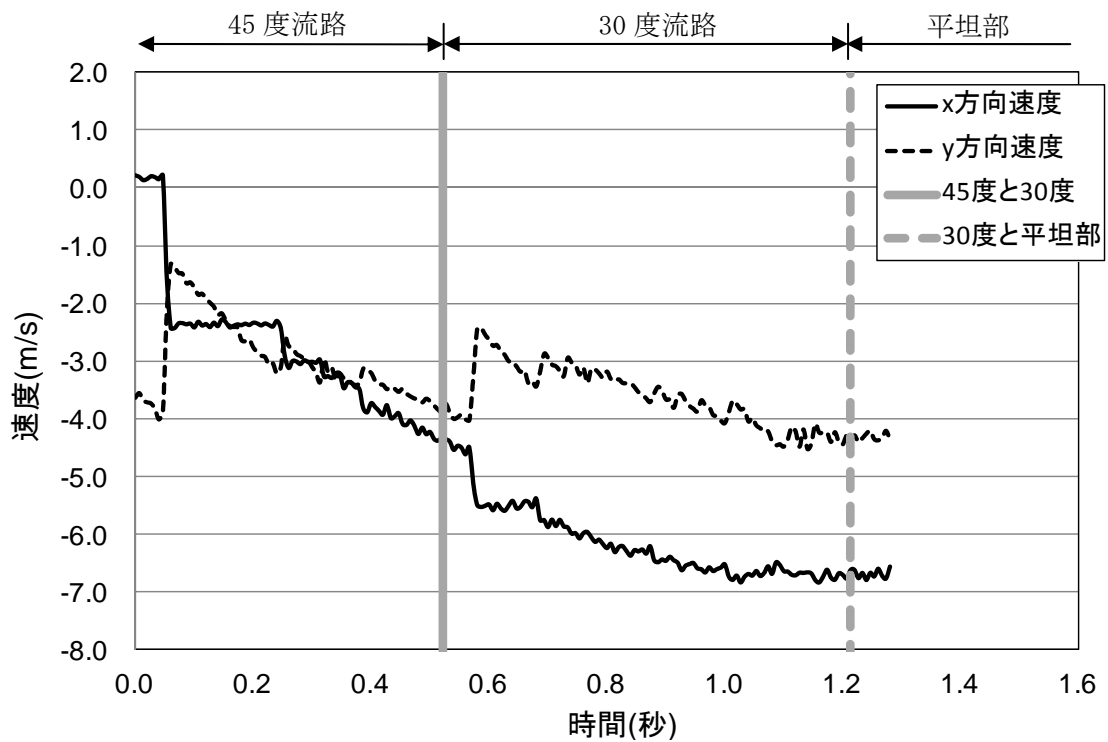


図 9.2.255(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 256 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路中間にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向、y 方向とも落下速度は上がる挙動を示した。

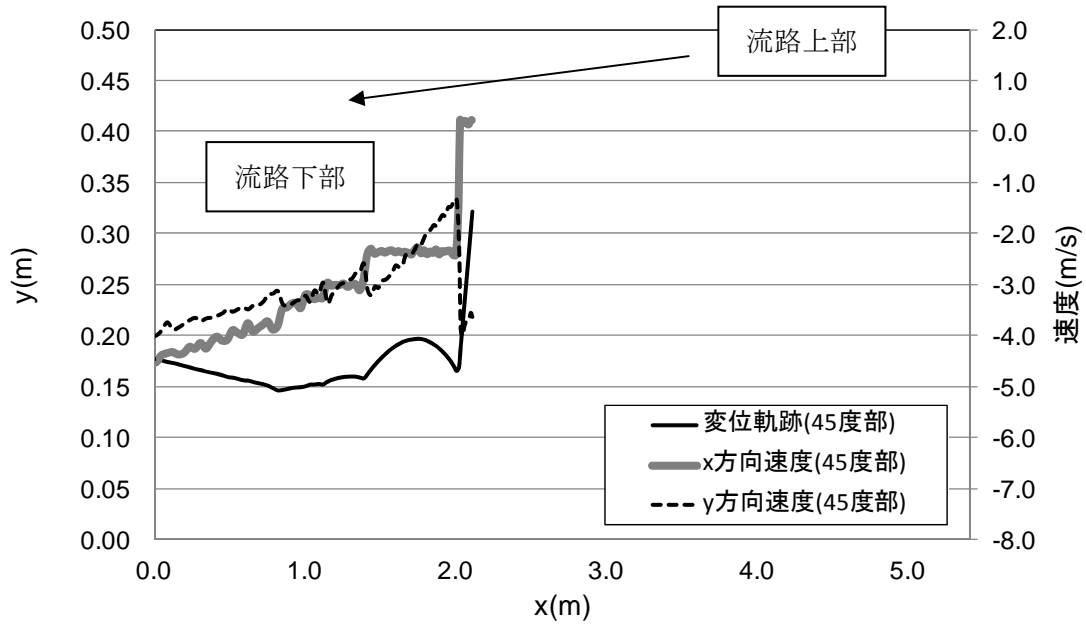


図 9. 2. 256 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

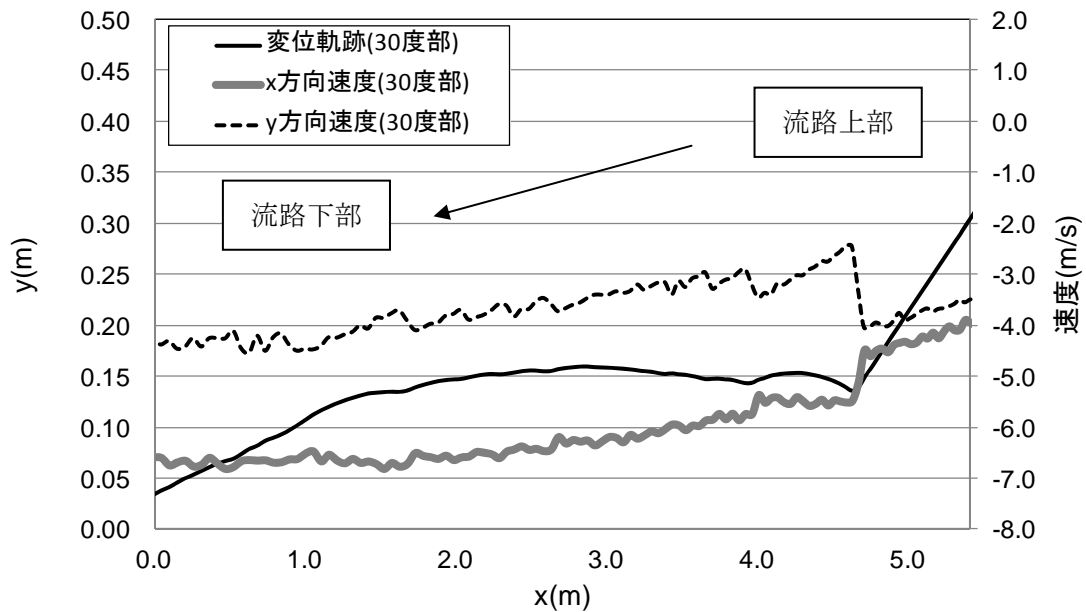


図 9. 2. 256 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.257 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。

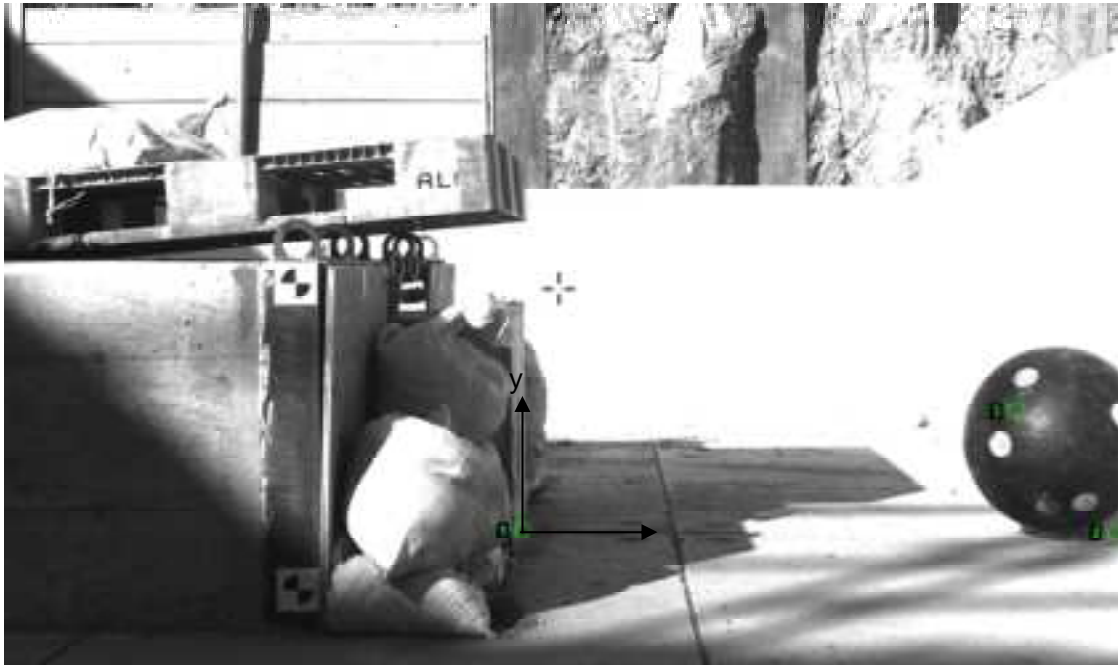


図 9.2.257 解析に用いた標点の位置

図 9.2.258 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

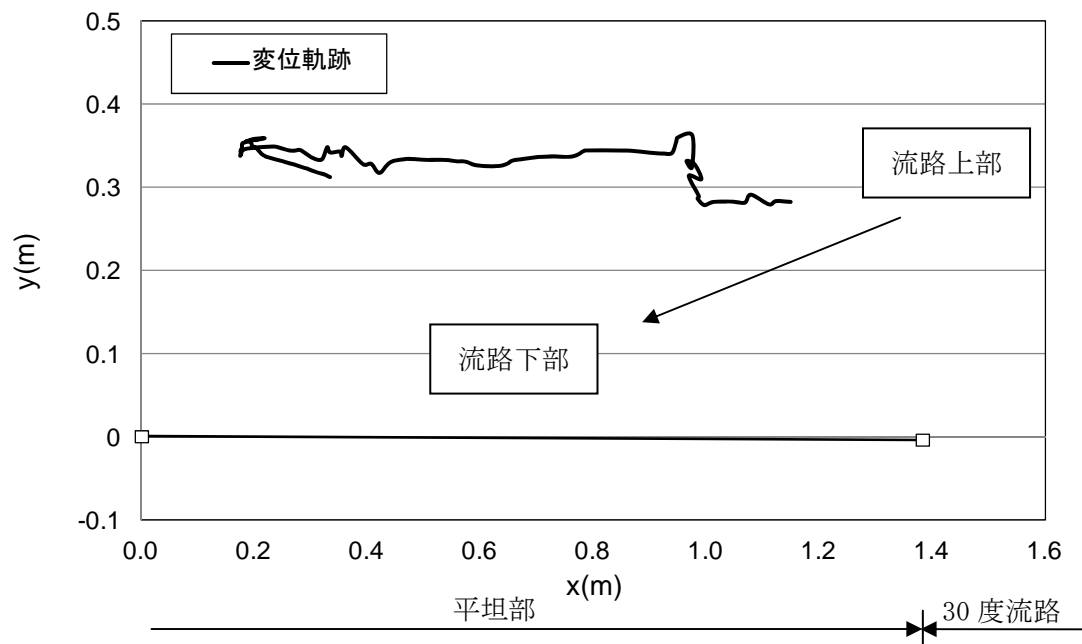


図 9.2.258 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.259 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、平坦部において岩塊模型が平坦部到達時と、ロードセル衝突前の跳ね返り時に x 方向成分、y 方向成分とも速度変化が生じ、そのちロードセル衝突時に速度が低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.15 秒付近である。

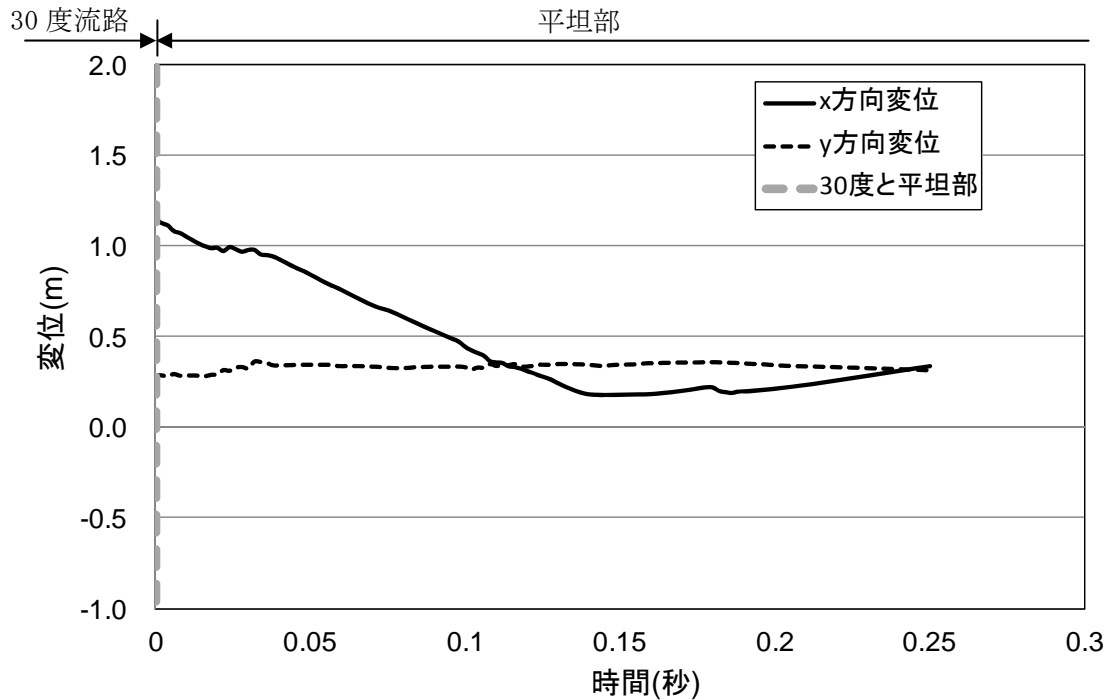


図 9.2.259(a) 岩塊模型の変位履歴

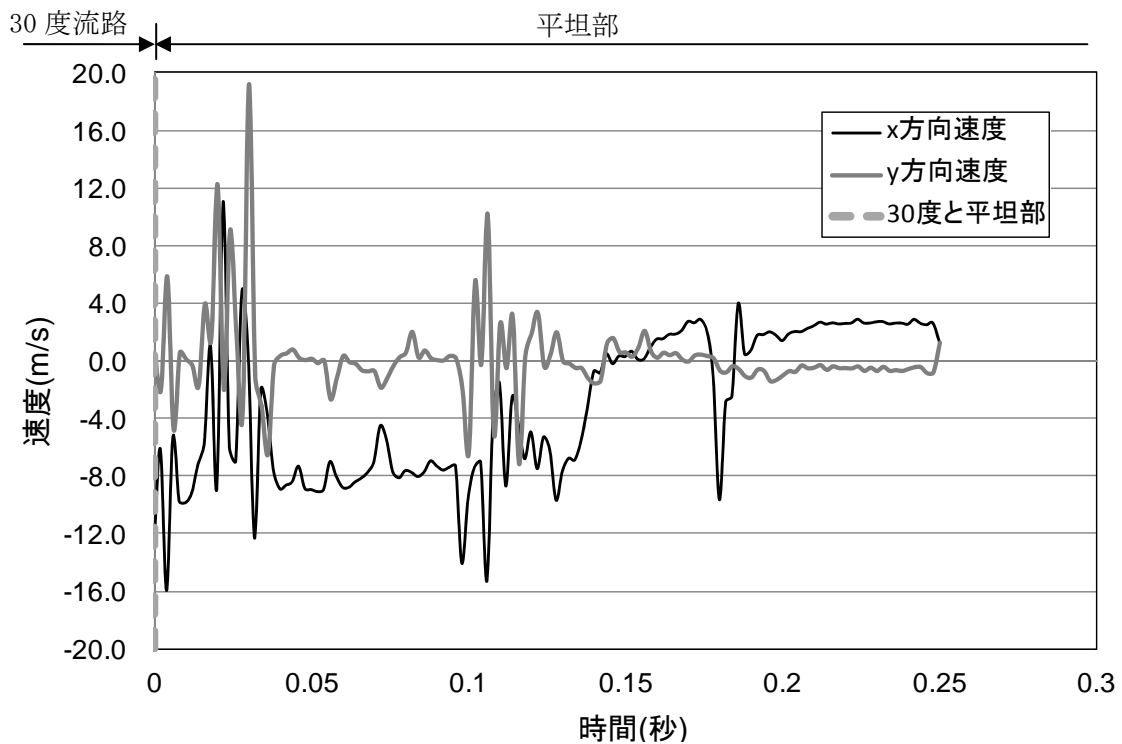


図 9.2.259(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.260 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、岩塊模型の跳ね返り時に速度変化が生じたことと、ロードセル衝突時に速度がゼロ付近に収束していることが分かる。

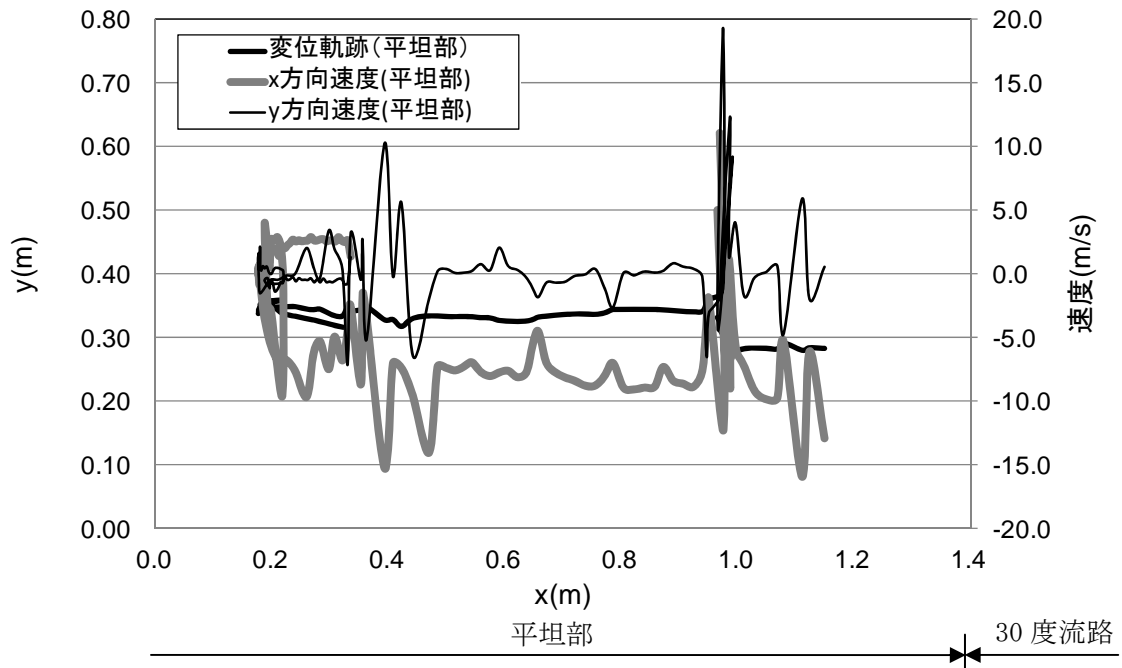


図 9.2.260 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.261 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きへの座標補正を行った。

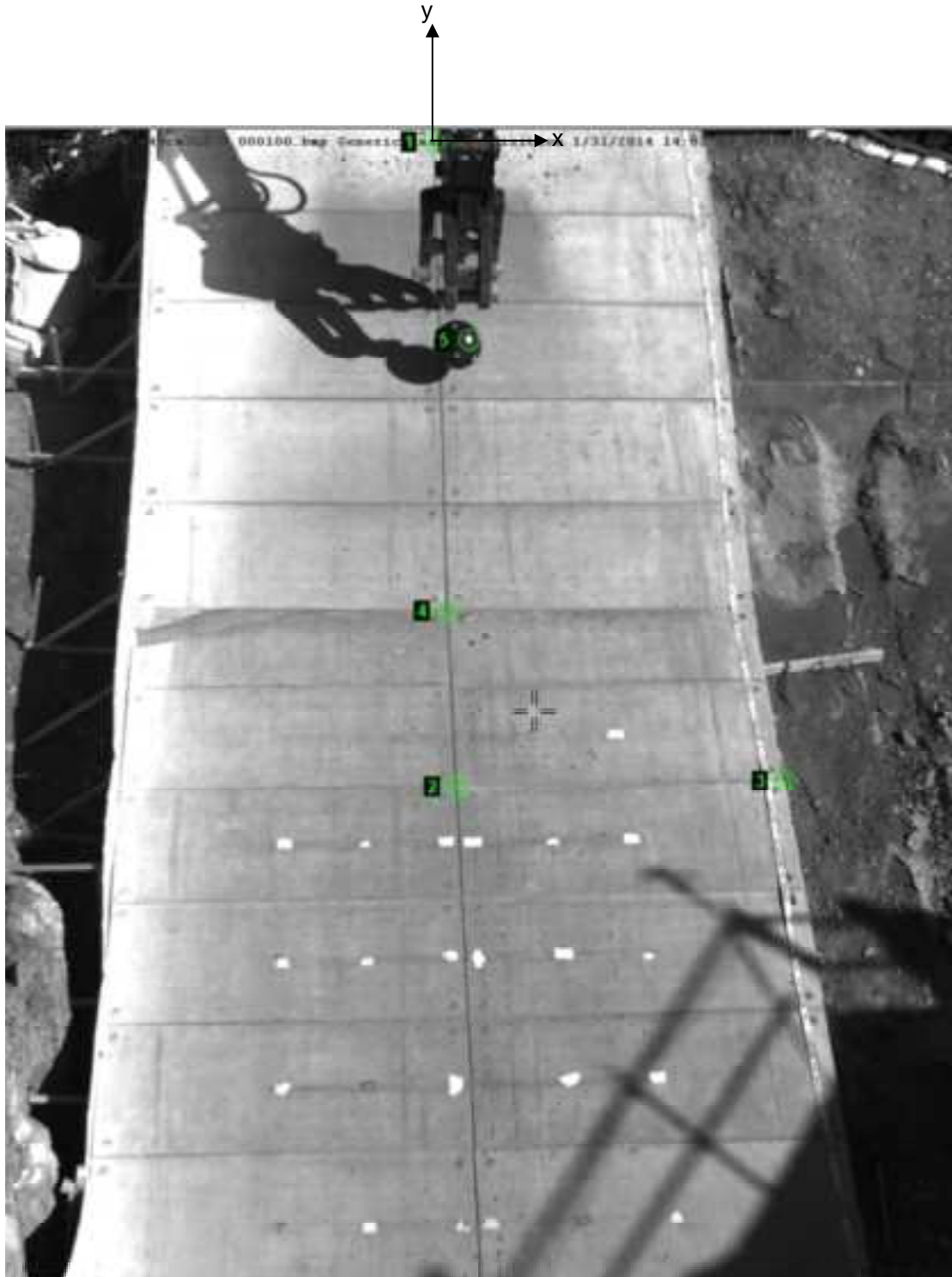


図 9.2.261 解析に用いた標点の位置

図 9.2.262 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

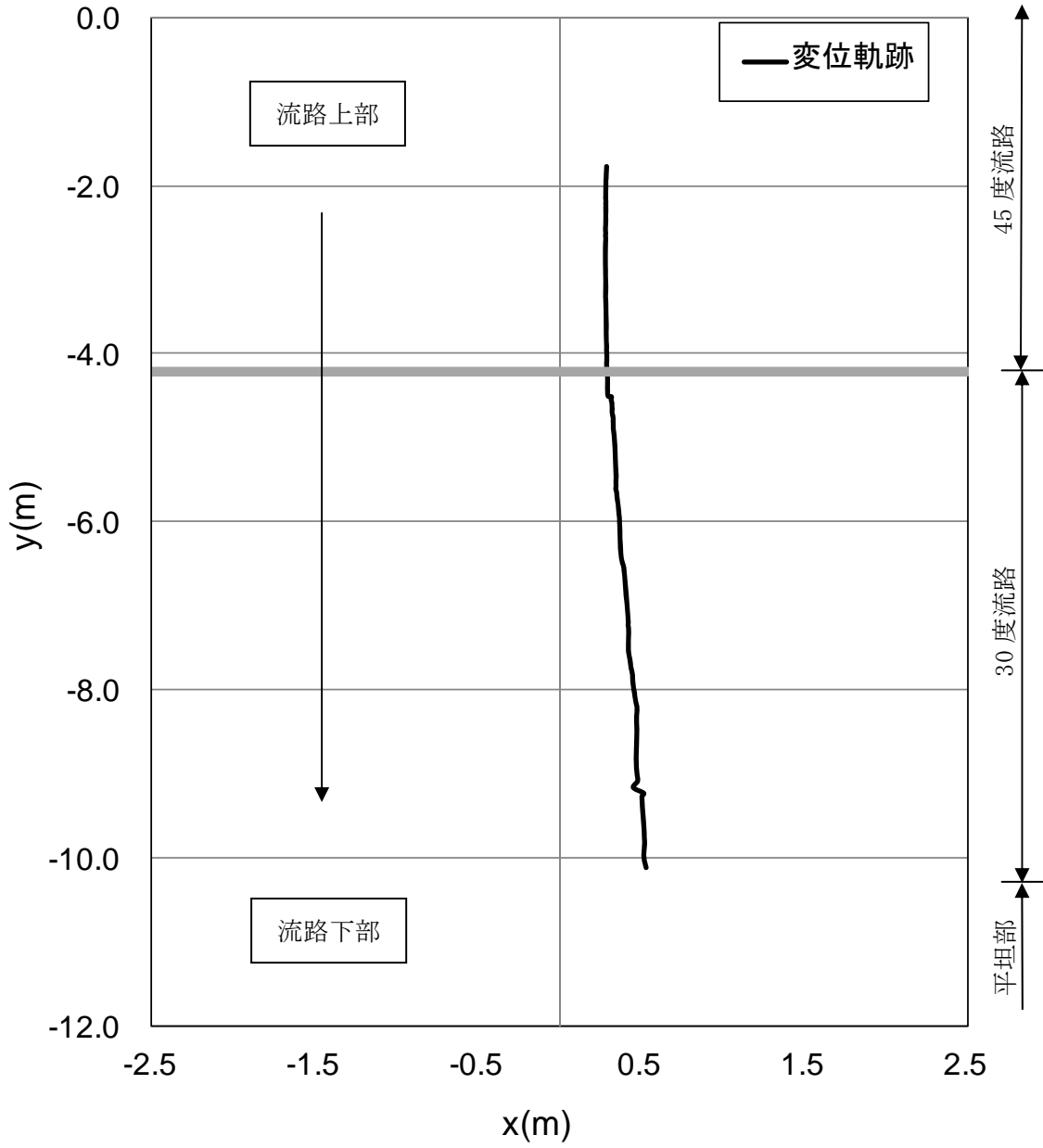


図 9.2.262 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.263 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

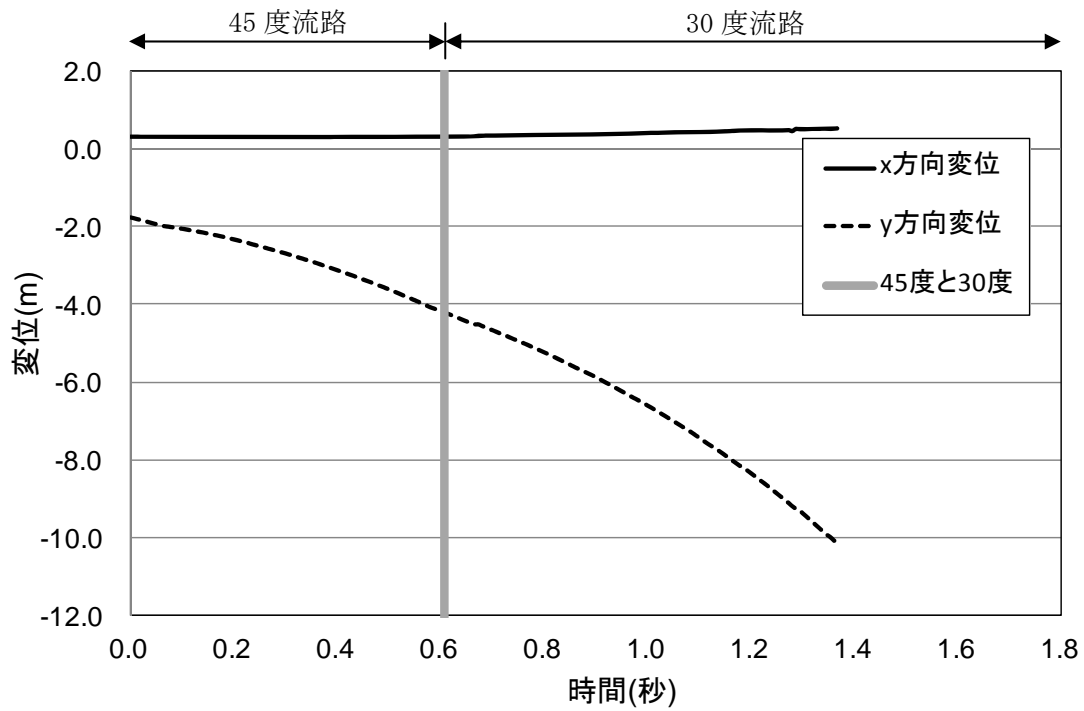


図 9.2.263(a) 岩塊模型の変位履歴

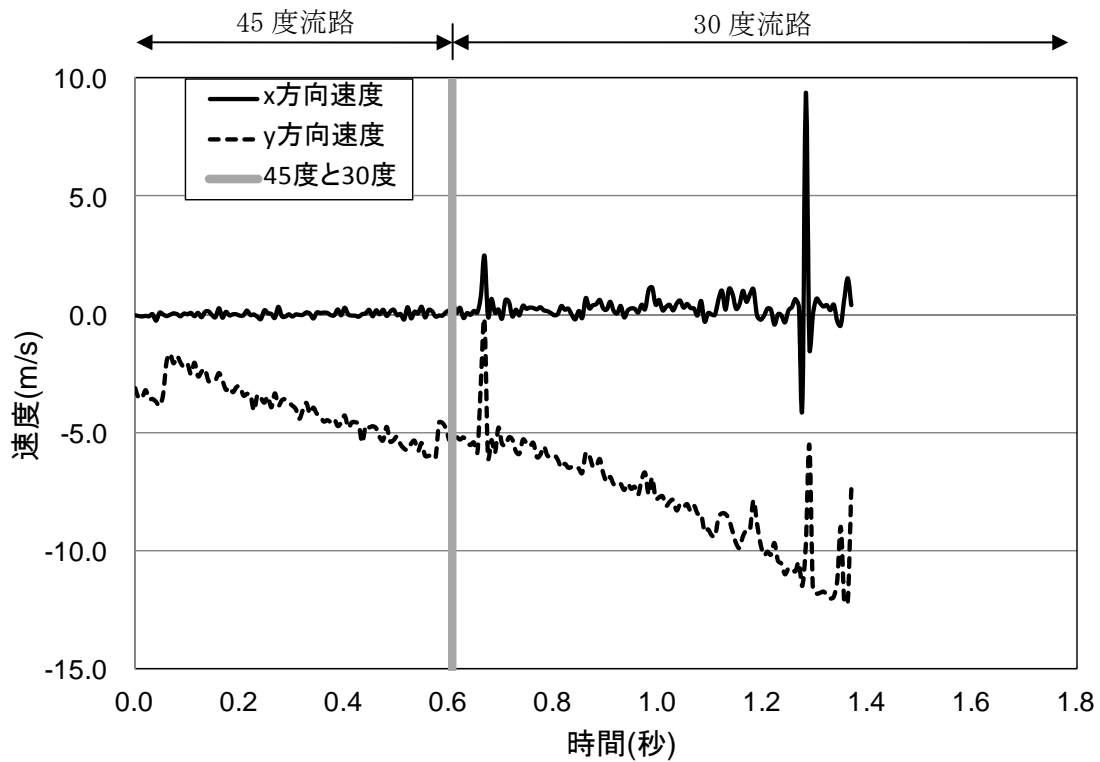


図 9.2.263(b) 岩塊模型の速度履歴



④ 平坦部上

図 9.2.264 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

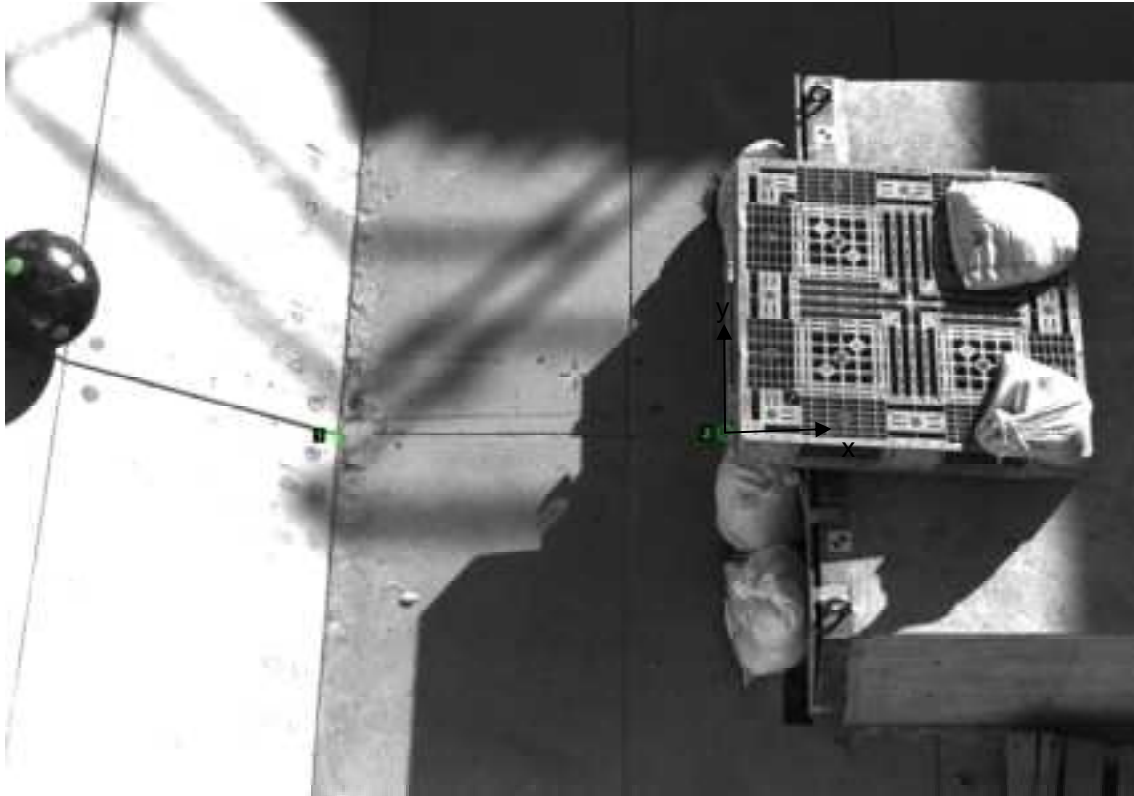


図 9.2.264 解析に用いた標点の位置

図 9.2.265 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

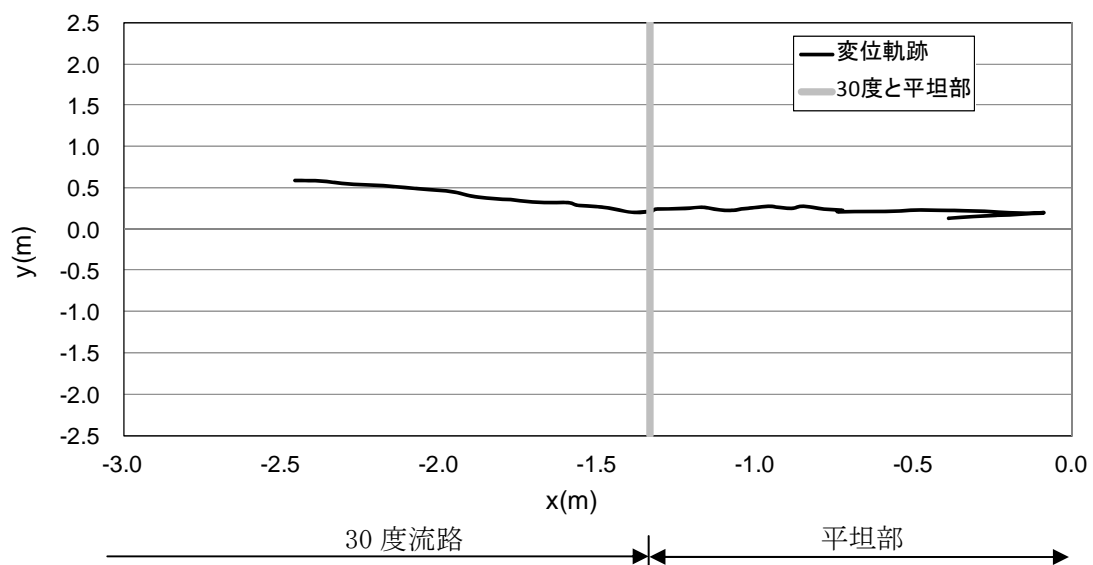


図 9.2.265 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.266 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

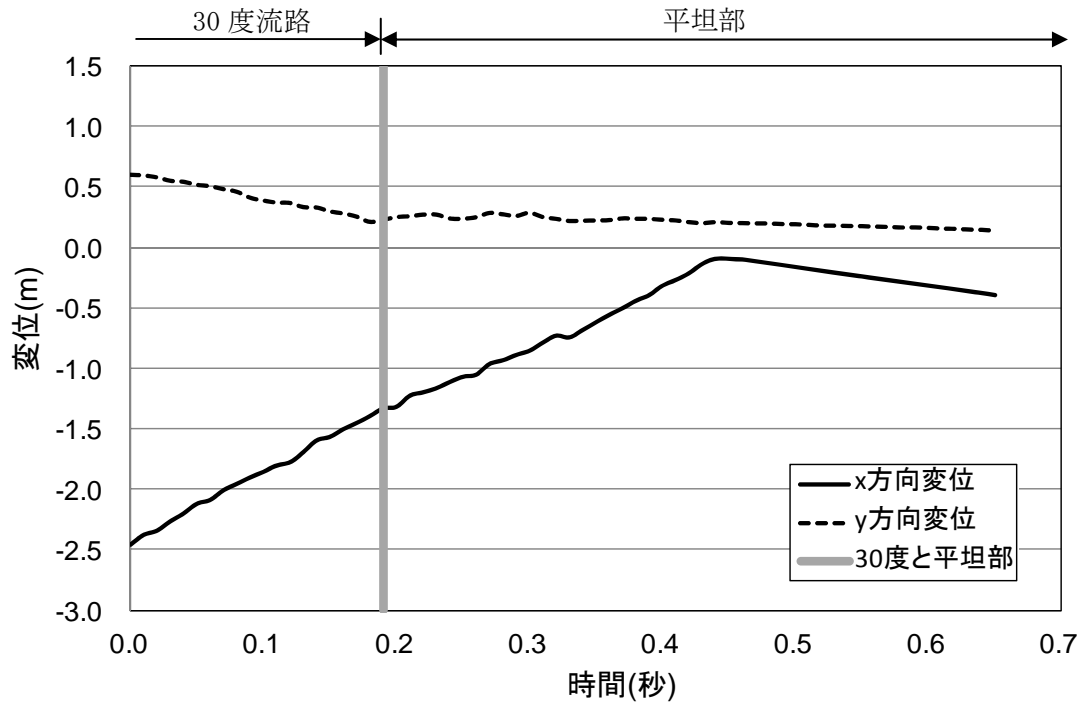


図 9.2.266(a) 岩塊模型の変位履歴

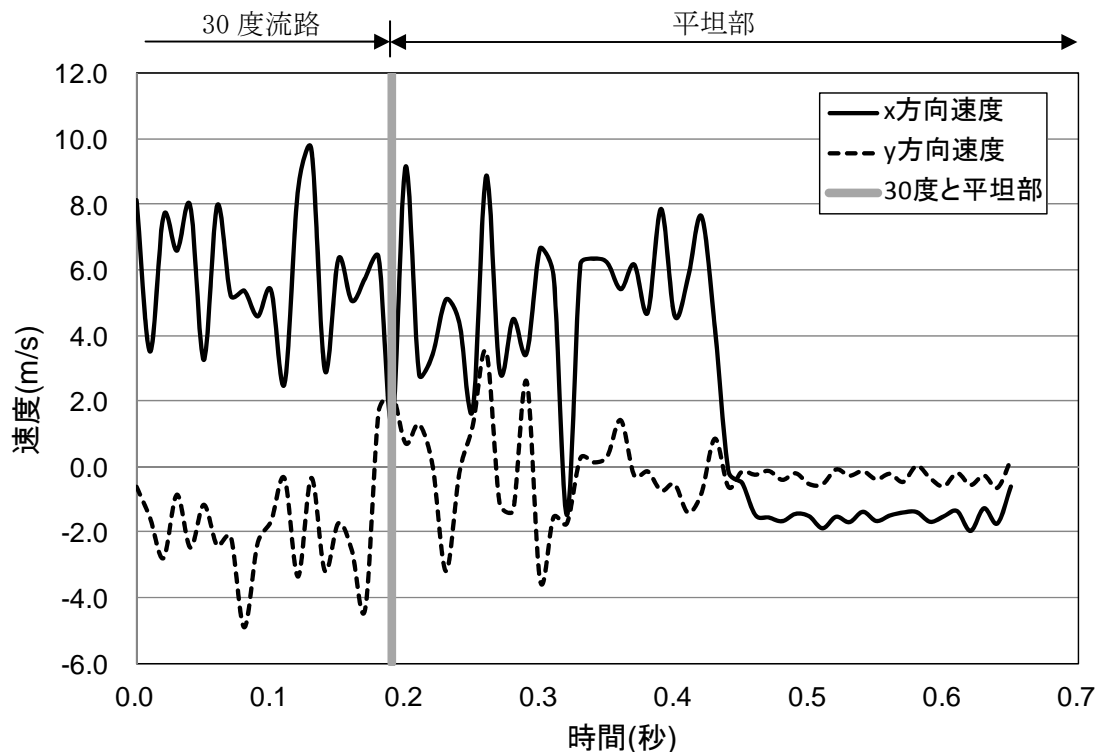


図 9.2.266(b) 岩塊模型の速度履歴

(16) No.20 塊状 40cm 平面下

① 流路横

図 9.2.267 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.267 解析に用いた標点の位置

図 9.2.268 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

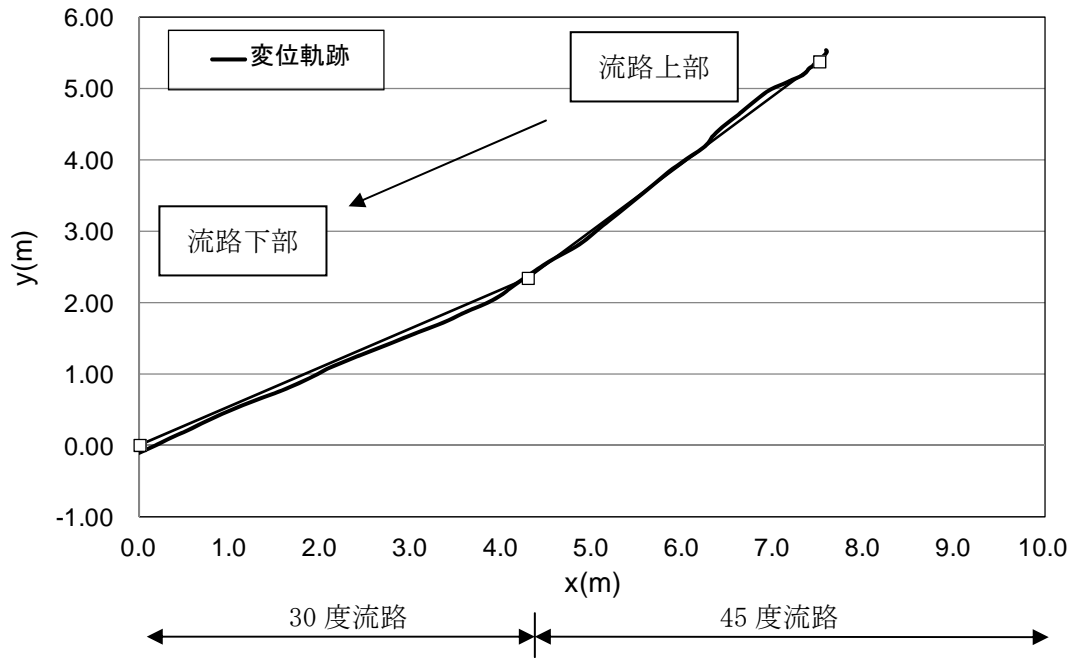


図 9.2.268 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.269 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下速度が低下する挙動を示した。

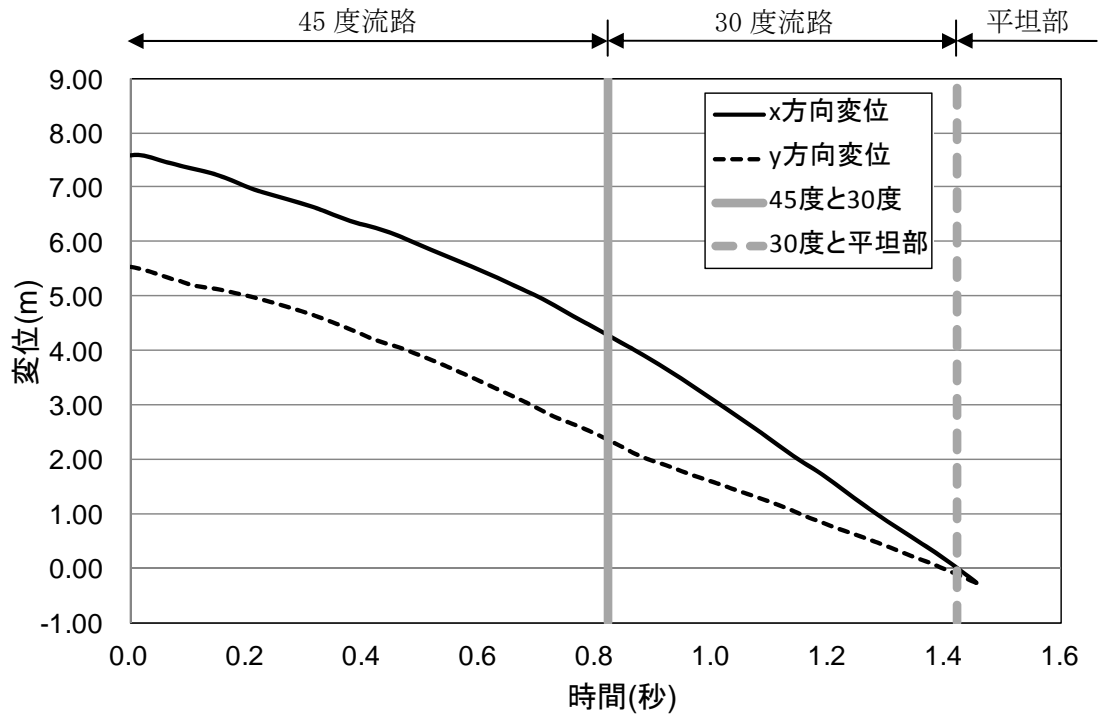


図 9.2.269(a) 岩塊模型の変位履歴

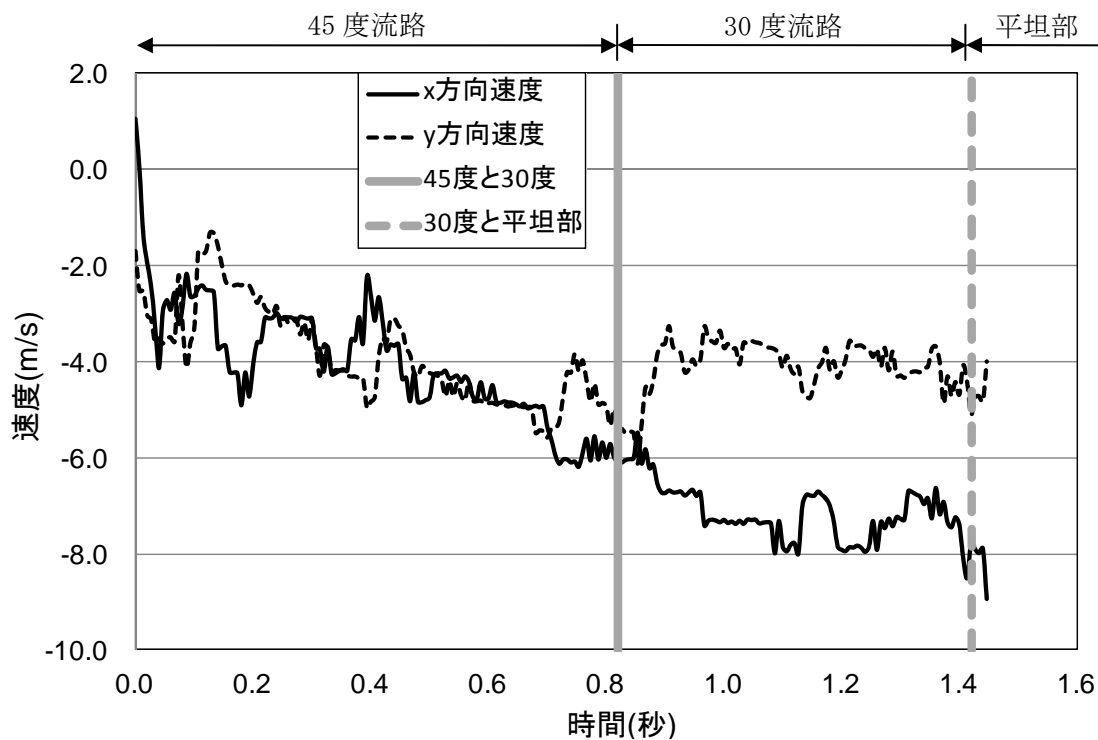


図 9.2.269(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.270 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度斜面では落下速度が上がり、30 度斜面では目立った挙動は見られなかった。

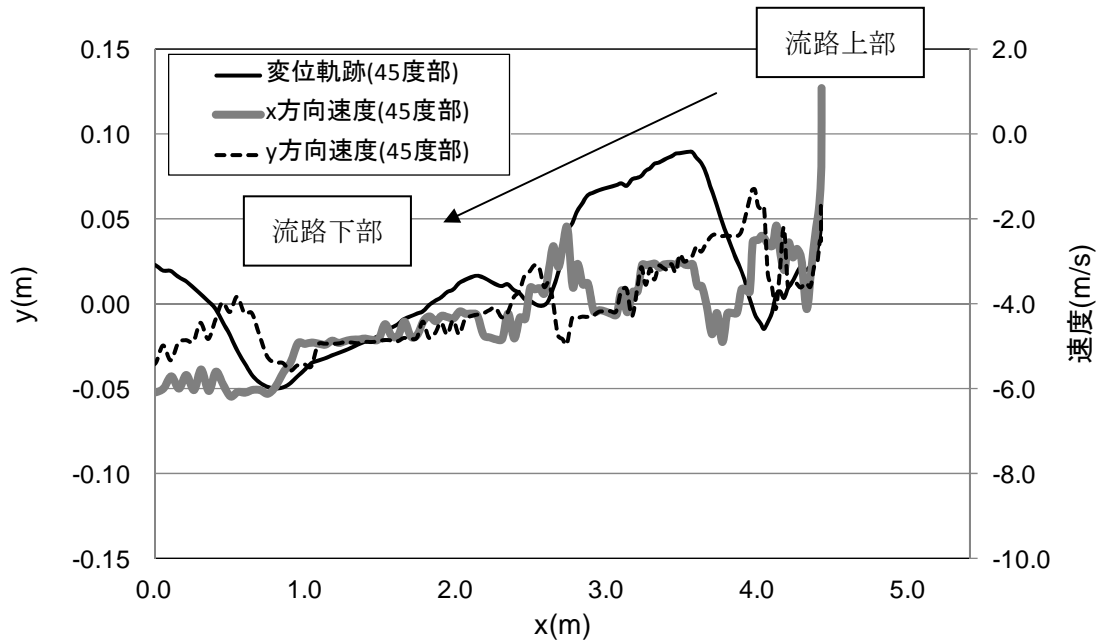


図 9.2.270(a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

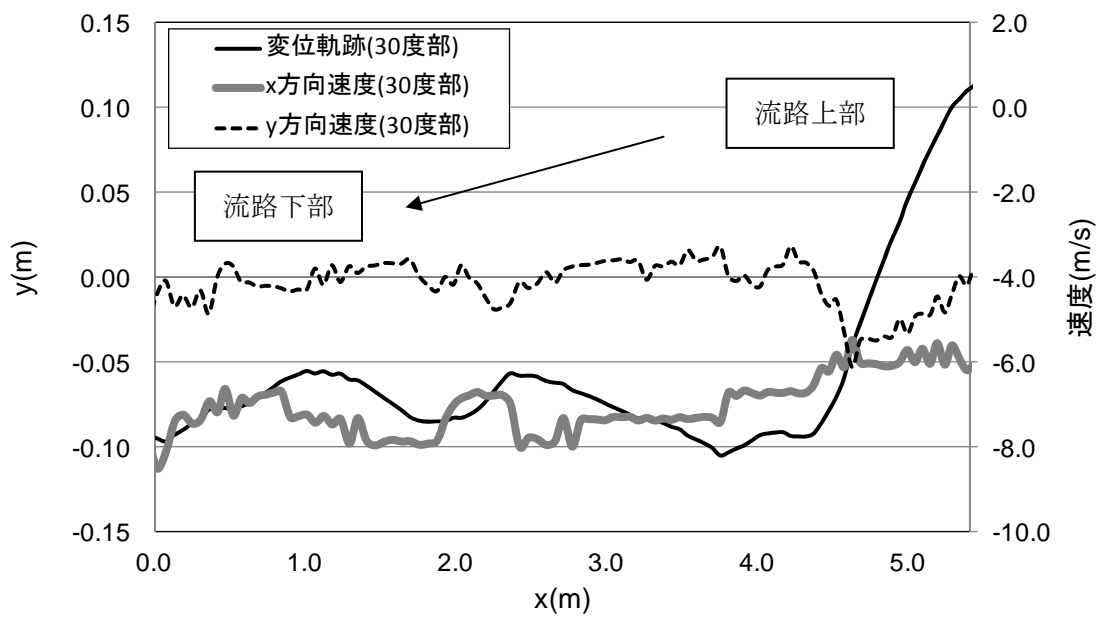


図 9.2.270(b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.271 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。



図 9.2.271 解析に用いた標点の位置

図 9.2.272 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

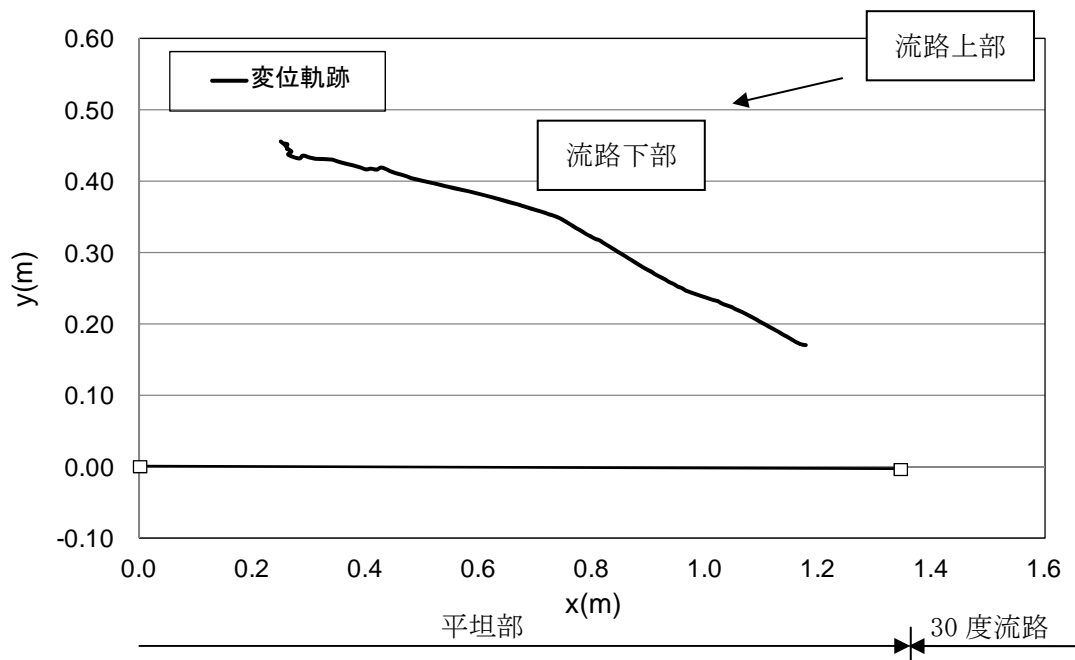


図 9.2.272 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.273 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分, y 方向成分とも速度が上がり、そののち、両成分ともロードセル衝突時に速度が低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.2 秒付近である。

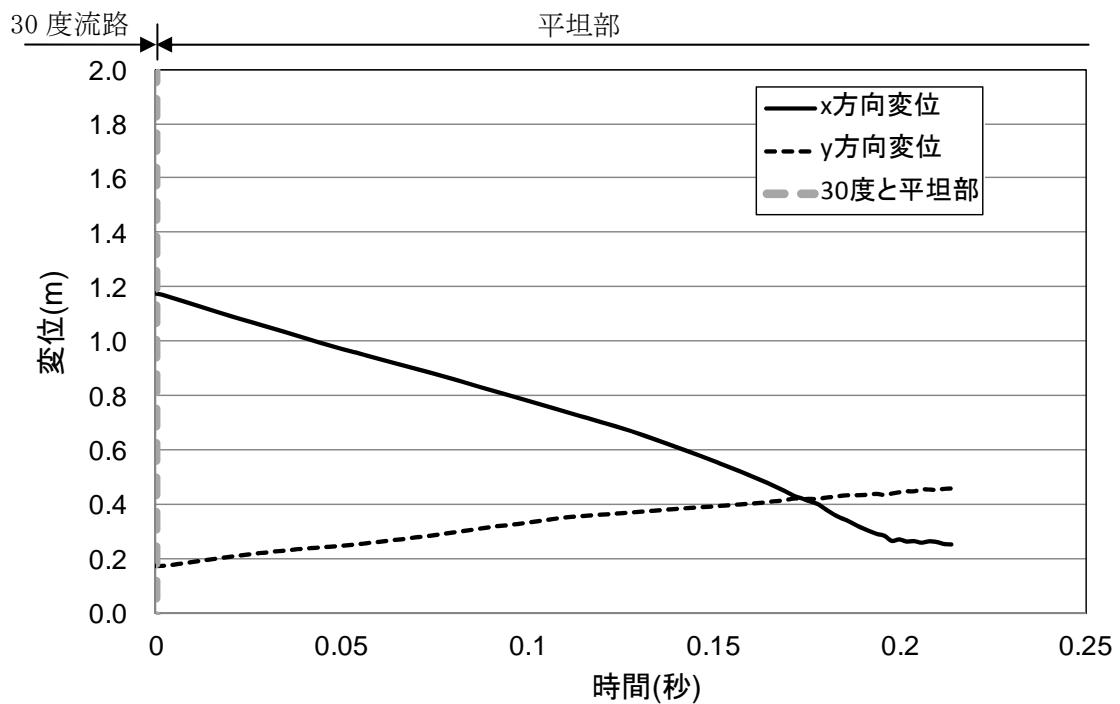


図 9.2.273(a) 岩塊模型の変位履歴

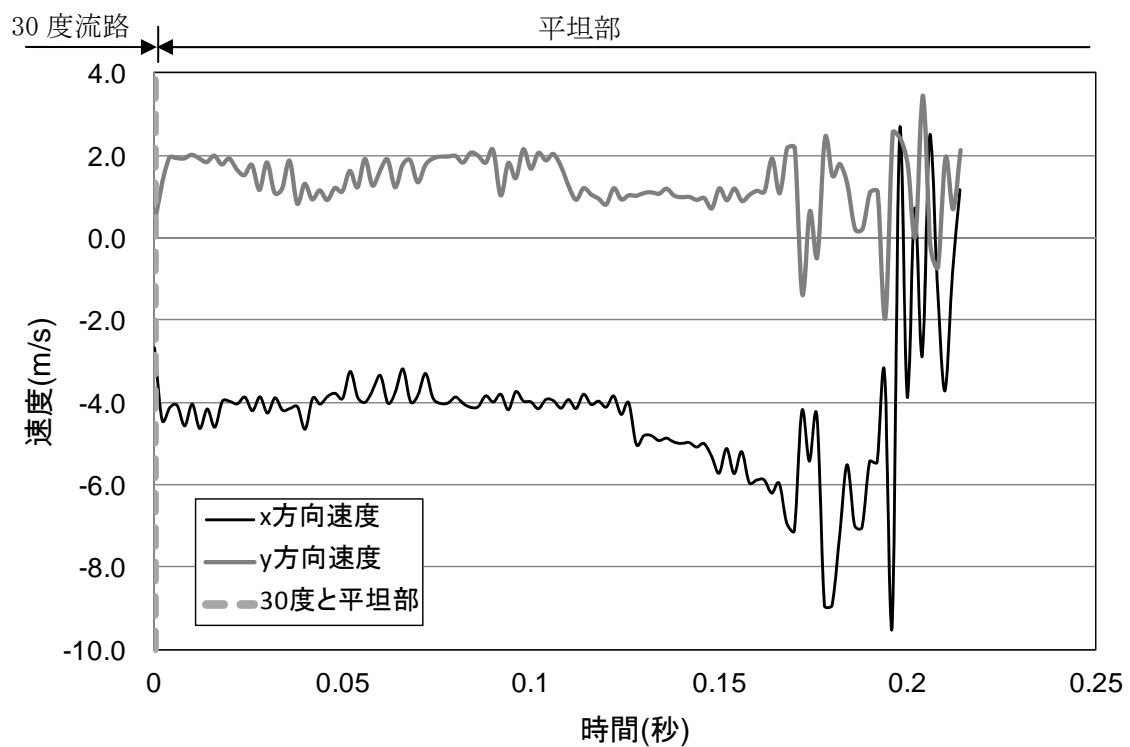


図 9.2.273(b) 岩塊模型の速度履歴



図 9.2.274 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時に速度がゼロ付近に収束していることが分かる。

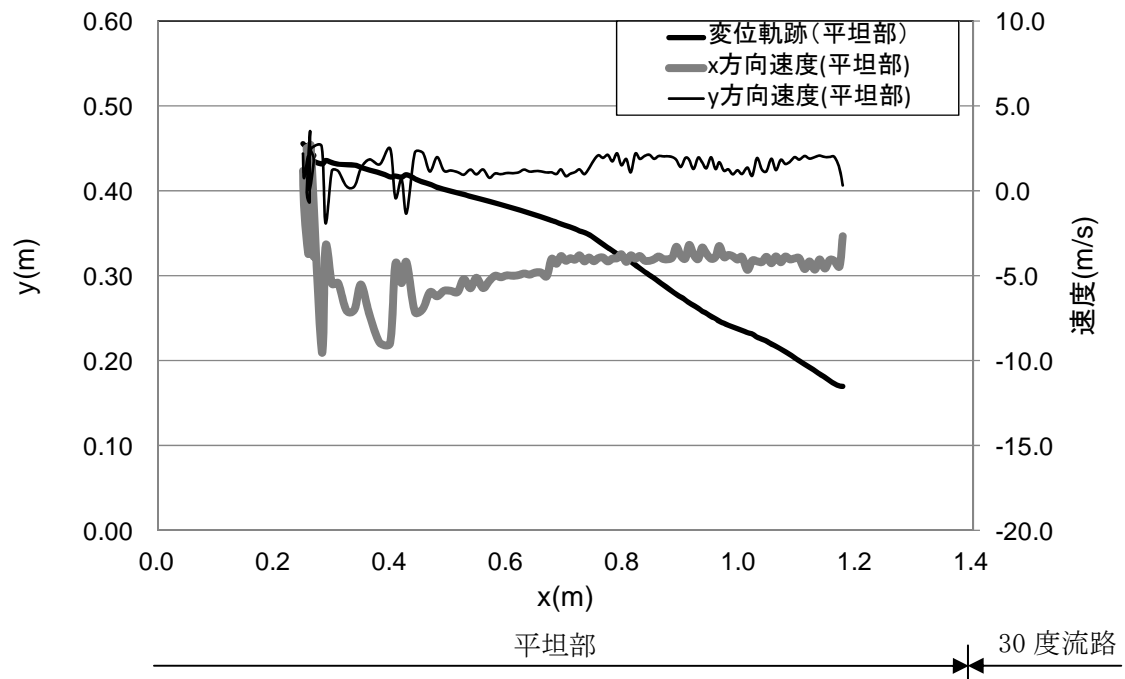


図 9.2.274 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.275 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

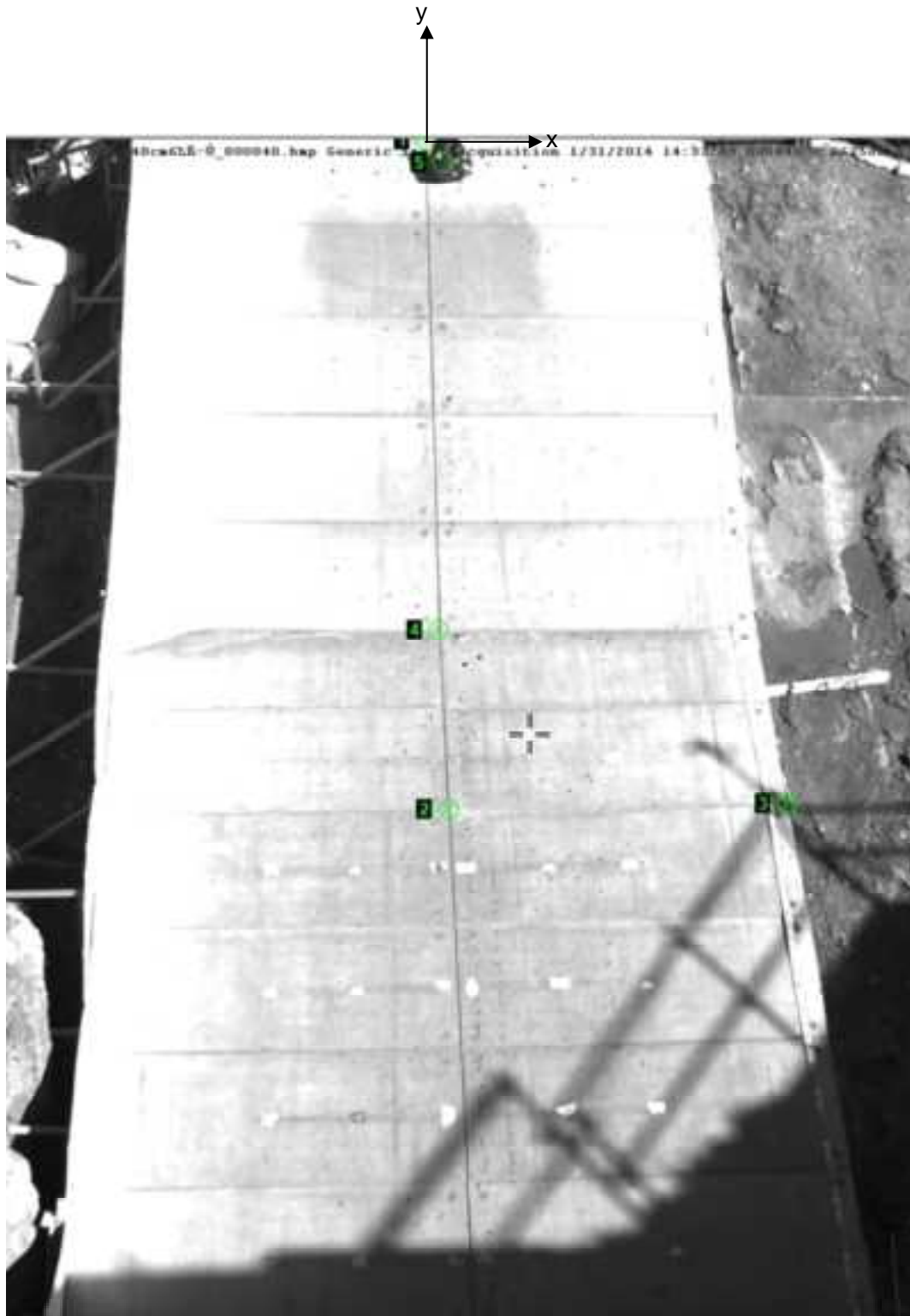


図 9.2.275 解析に用いた標点の位置

図 9.2.276 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、直線的な挙動が見られた。

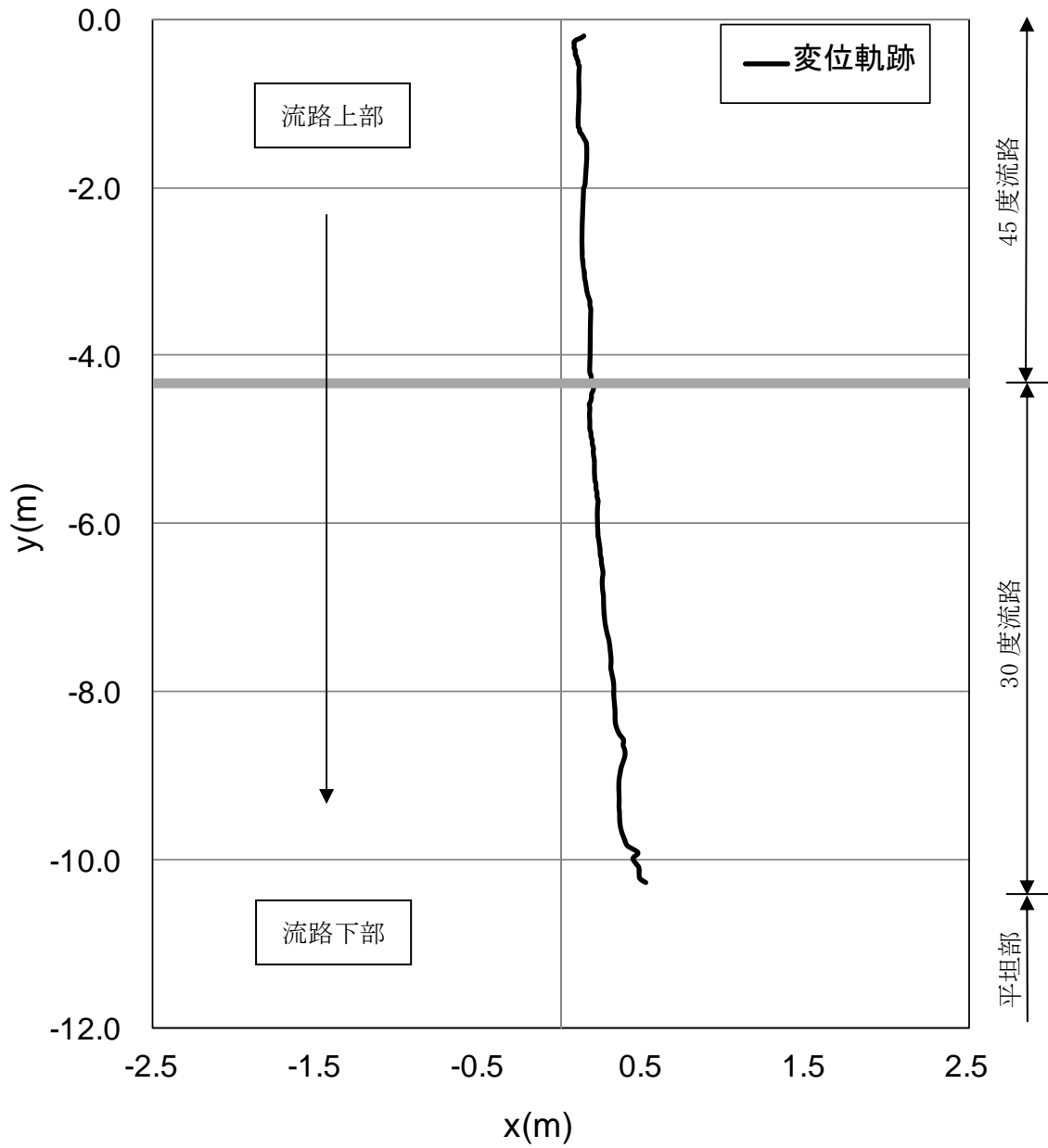


図 9.2.276 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.277 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって y 方向成分の速度が上がる挙動を示した。

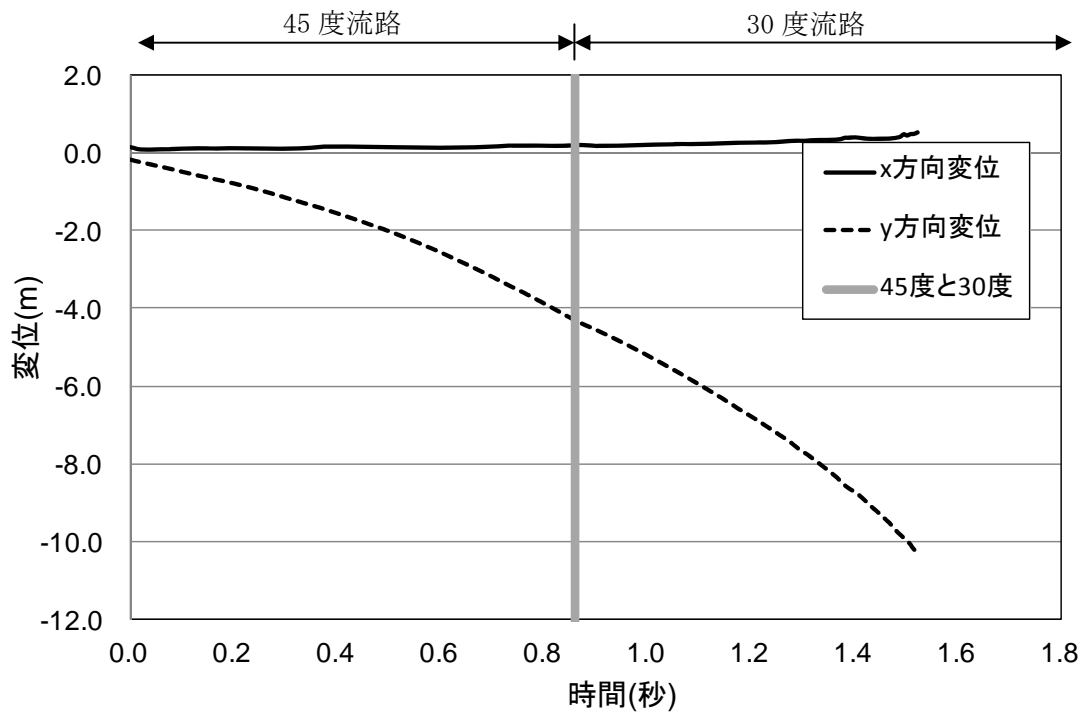


図 9.2.277(a) 岩塊模型の変位履歴

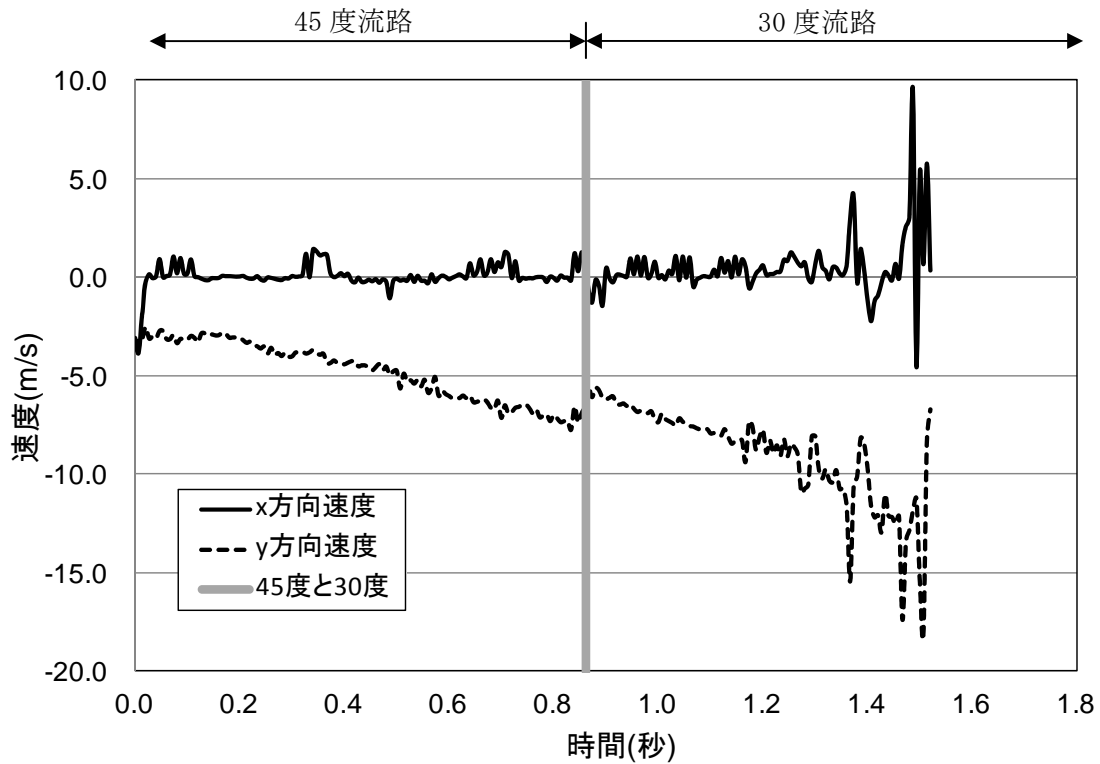


図 9.2.277(b) 岩塊模型の速度履歴

④ 平坦部上

図 9.2.278 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。



図 9.2.278 解析に用いた標点の位置

図 9.2.279 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

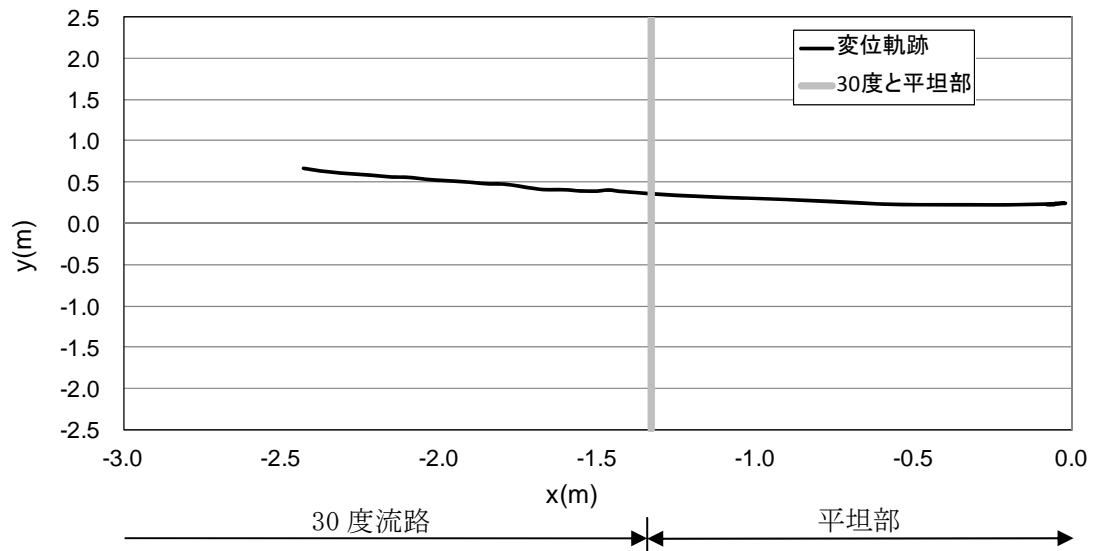


図 9.2.279 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.280 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

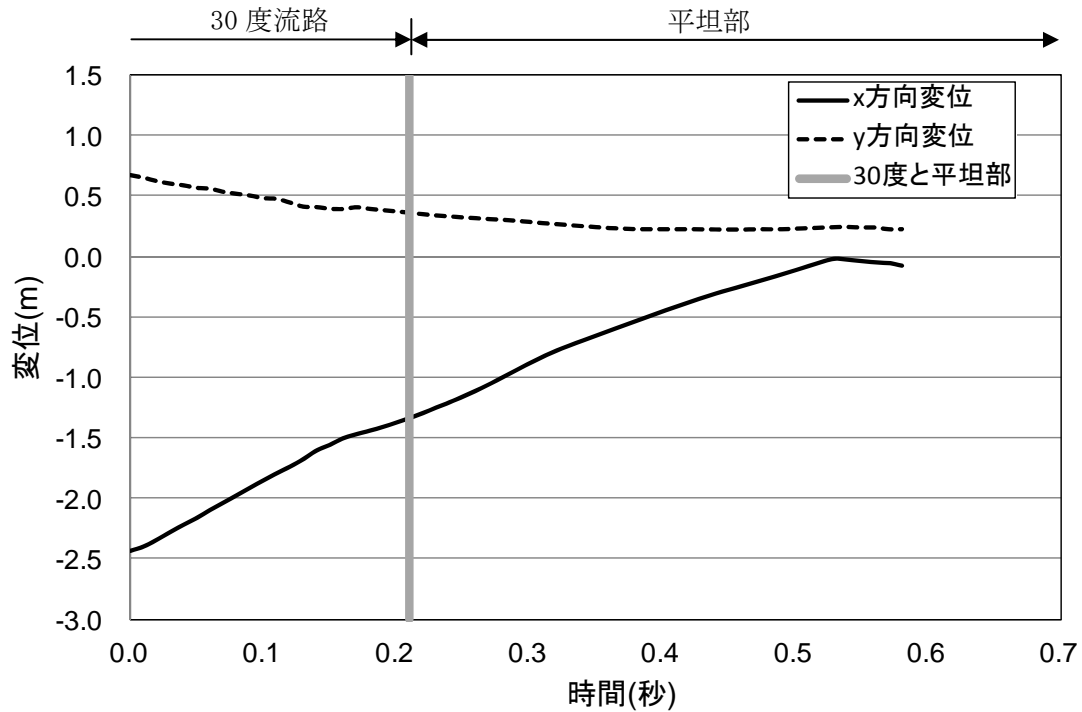


図 9.2.280(a) 岩塊模型の変位履歴

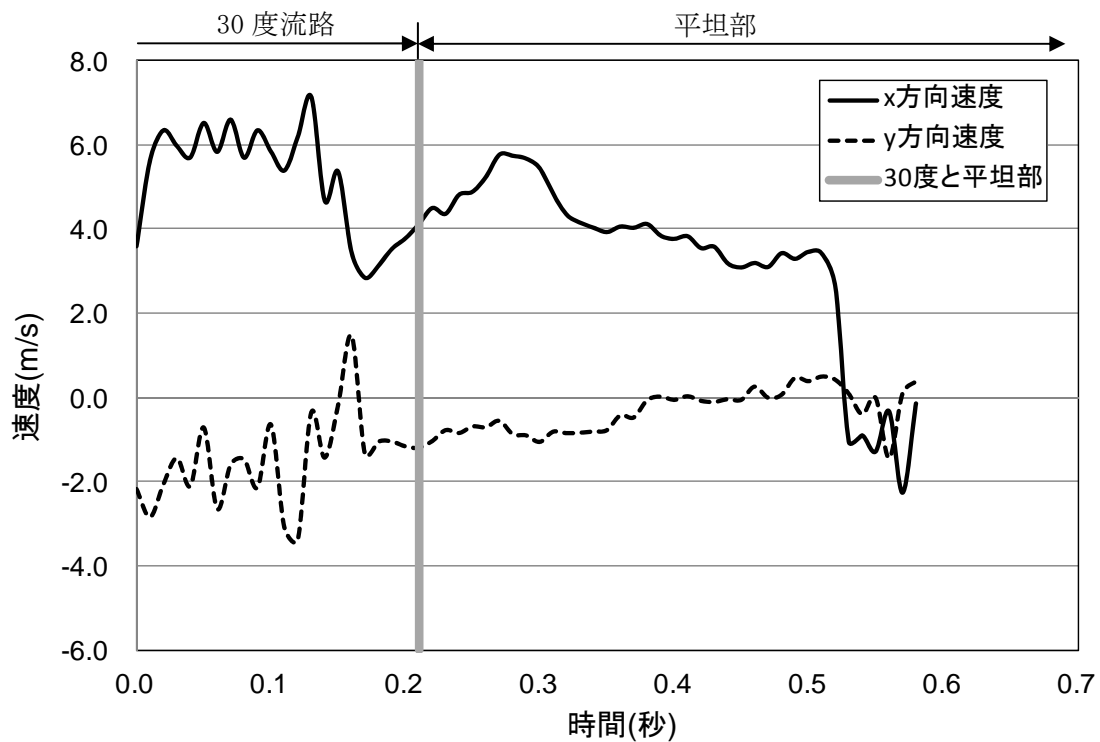


図 9.2.280(b) 岩塊模型の速度履歴

(17) No.21 板状 40cm 平面上

① 流路横

図 9.2.281 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用いた標点番号は 4 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、45 度流路部と 30 度流路部で、図に示すように部分座標系を設け、それぞれの部位で変位と速度の軌跡を解析した。



図 9.2.281 解析に用いた標点の位置

図 9.2.282 に岩塊模型の変位軌跡を示す。45 度流路上部にて跳ね返りが見られた。跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

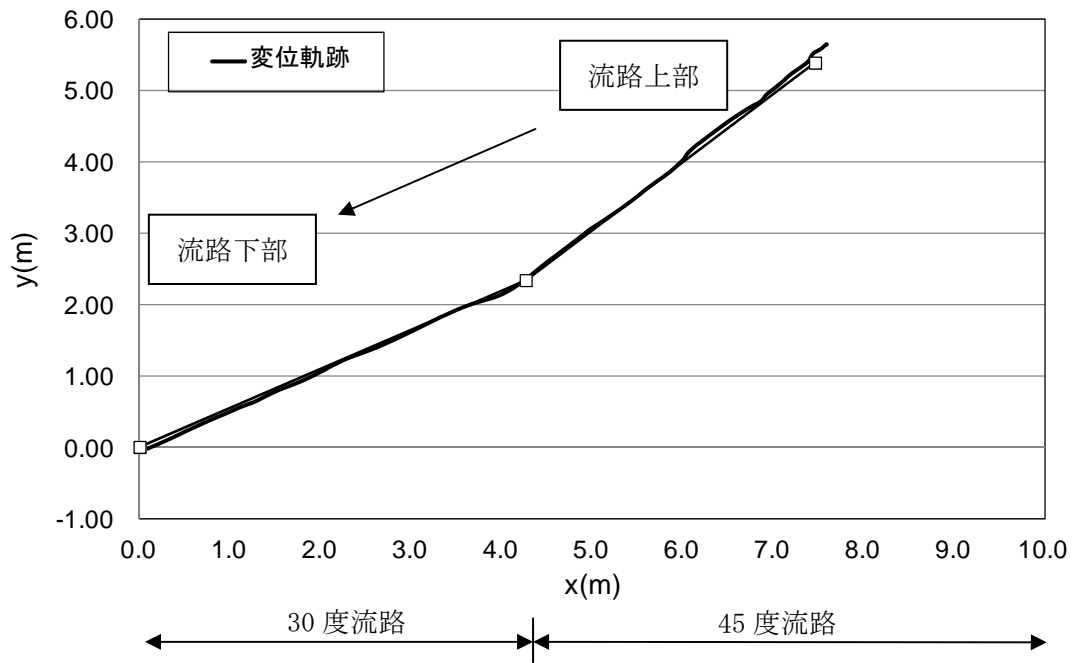


図 9.2.282 岩塊模型の変位軌跡



図 9.2.283 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、45度流路部では速度の x、y 方向成分とも同様な挙動を示しているが、30度流路部では y 方向の落下方向が低下する挙動を示した。

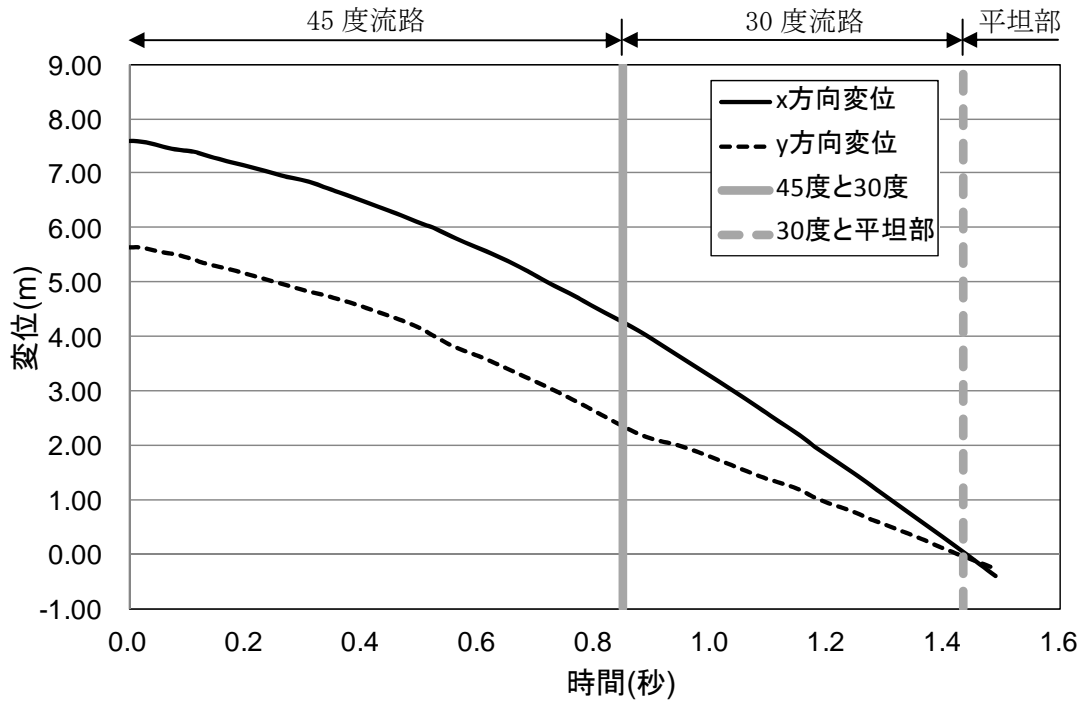


図 9.2.283(a) 岩塊模型の変位履歴

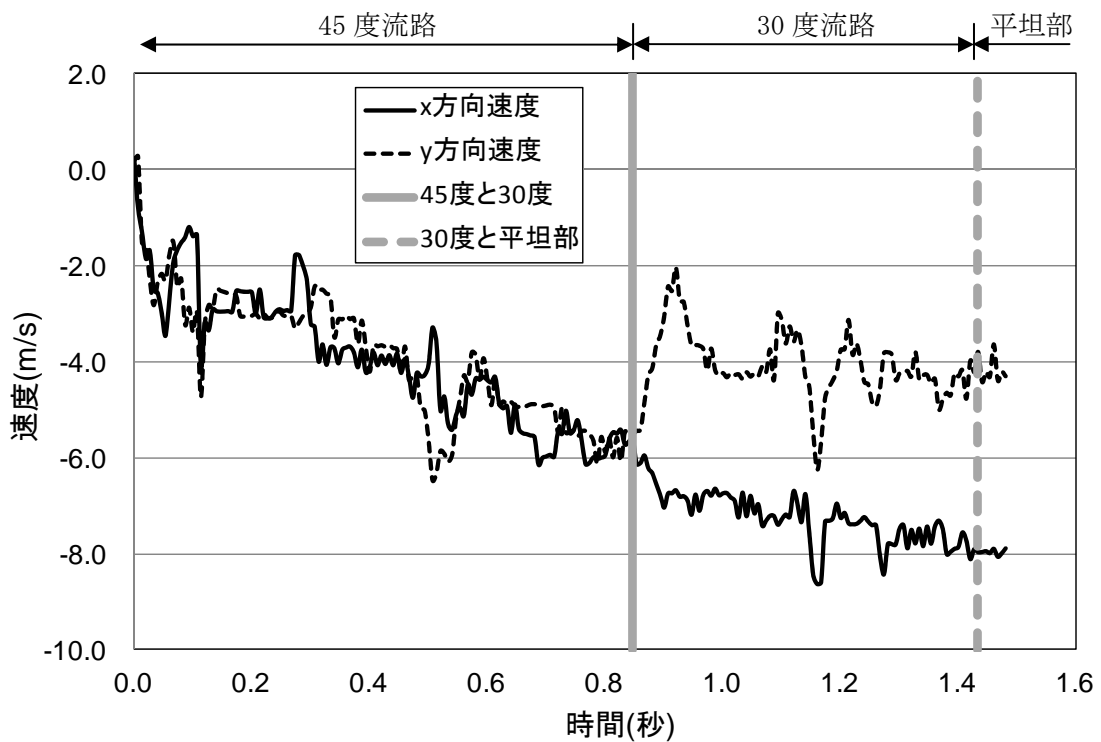


図 9.2.283(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9. 2. 284 に 45 度流路部と 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から 45 度流路上部にて跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、x 方向の落下速度は上がる挙動を示し、y 方向の落下速度は、45 度斜面では落下速度が上がり、30 度斜面では目立った挙動は見られなかった。

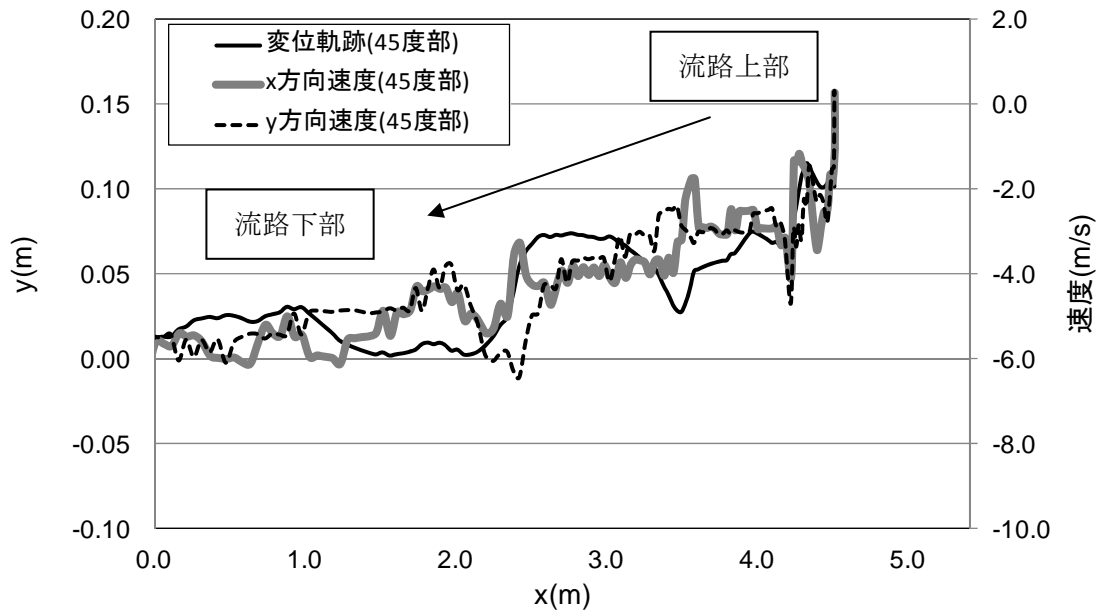


図 9. 2. 284 (a) 45 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

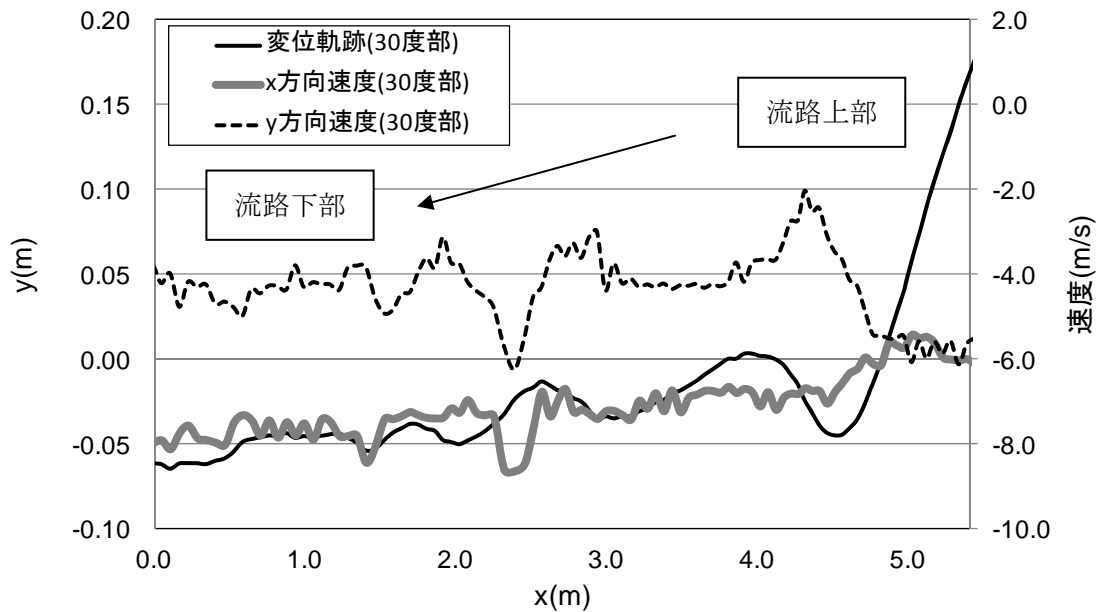


図 9. 2. 284 (b) 30 度流路部での部分座標系における変位と速度の軌跡

② 平坦部横

図 9.2.285 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。



図 9.2.285 解析に用いた標点の位置

図 9.2.286 に岩塊模型の変位軌跡を示す。平坦部で跳ね返りが見られる。なお、跳ね返り後は、岩塊の回転挙動が見られた。

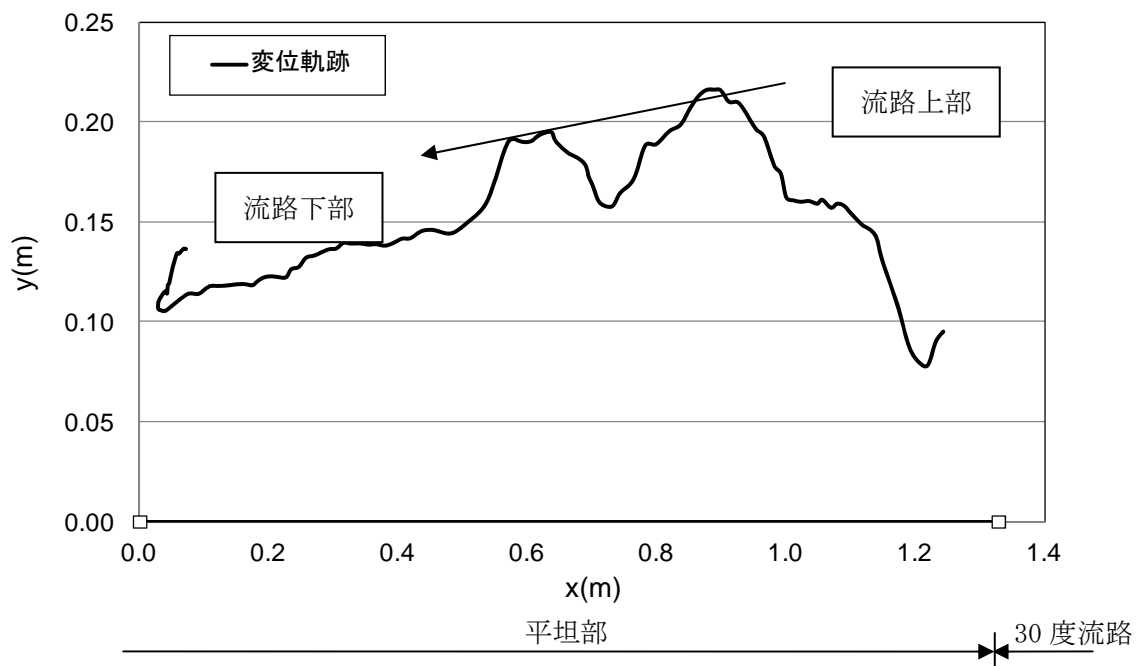


図 9.2.286 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.287 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、30 度流路部と平坦部の境界で x 方向成分は速度低下が生じ、y 方向成分は速度が上がり、両成分ともロードセル衝突時に速度が低下する挙動を示した。なお、ロードセル衝突時間は 0.2 秒付近である。

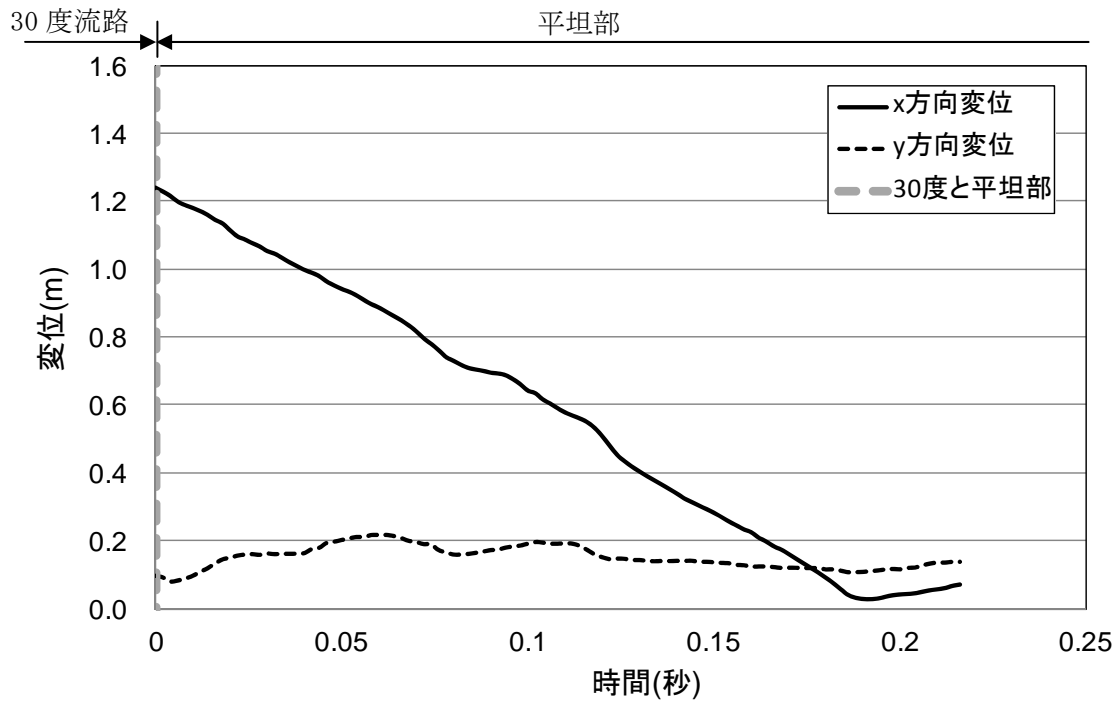


図 9.2.287(a) 岩塊模型の変位履歴

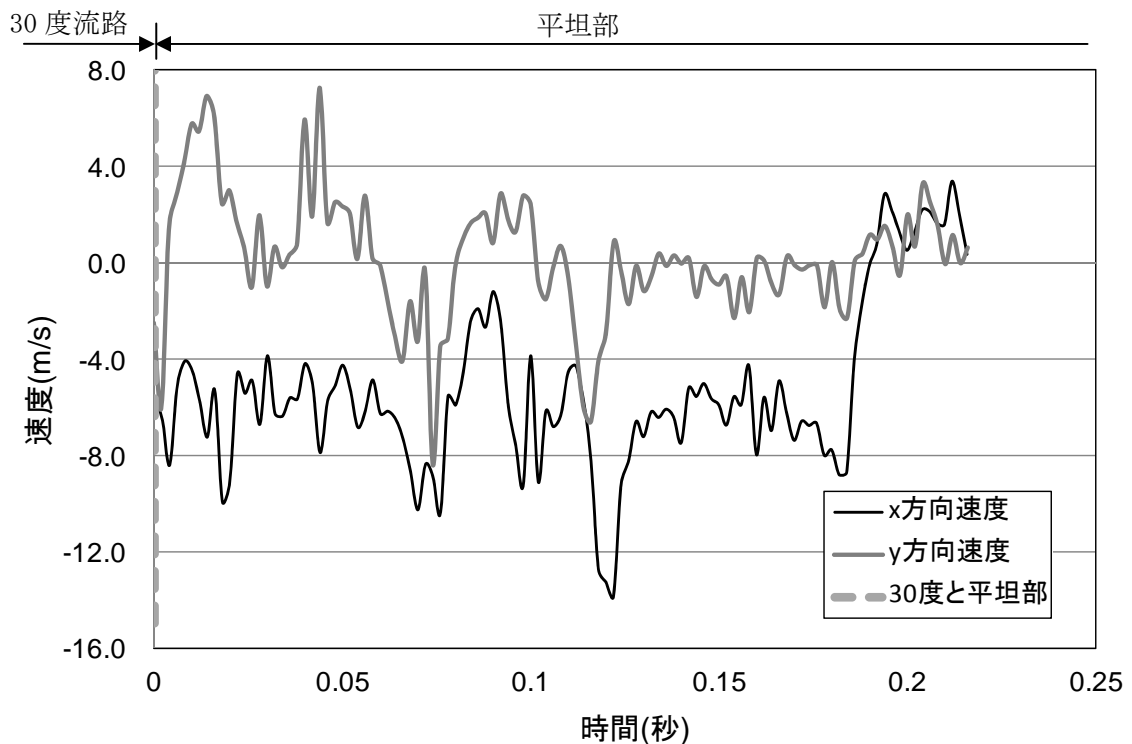


図 9.2.287(b) 岩塊模型の速度履歴

図 9.2.288 に平坦部での変位と速度の軌跡を示す。変位軌跡から跳ね返りが生じていることが分かる。速度軌跡からは、ロードセル衝突時にはゼロに収束していることが分かる。

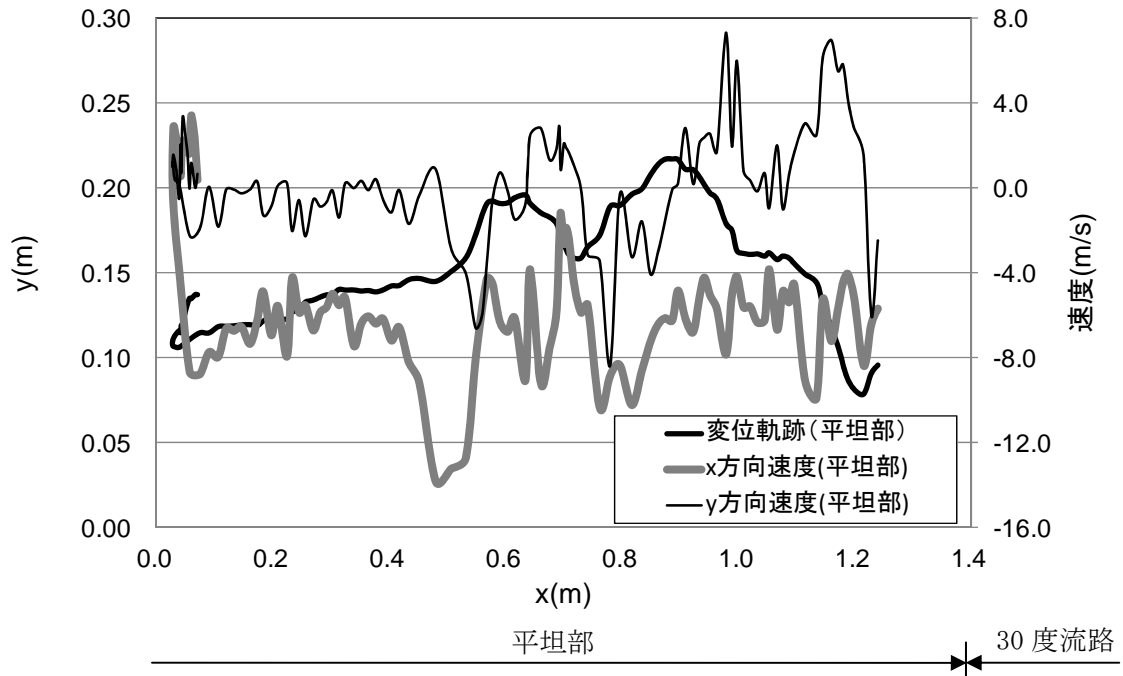


図 9.2.288 平坦部での部分座標系における変位と速度の軌跡

③ 流路上

図 9.2.289 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用いた標点番号は 5 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 1 の標点を原点としたものである。また、標点 2 と 3 から、カメラの撮影向きの座標補正を行った。

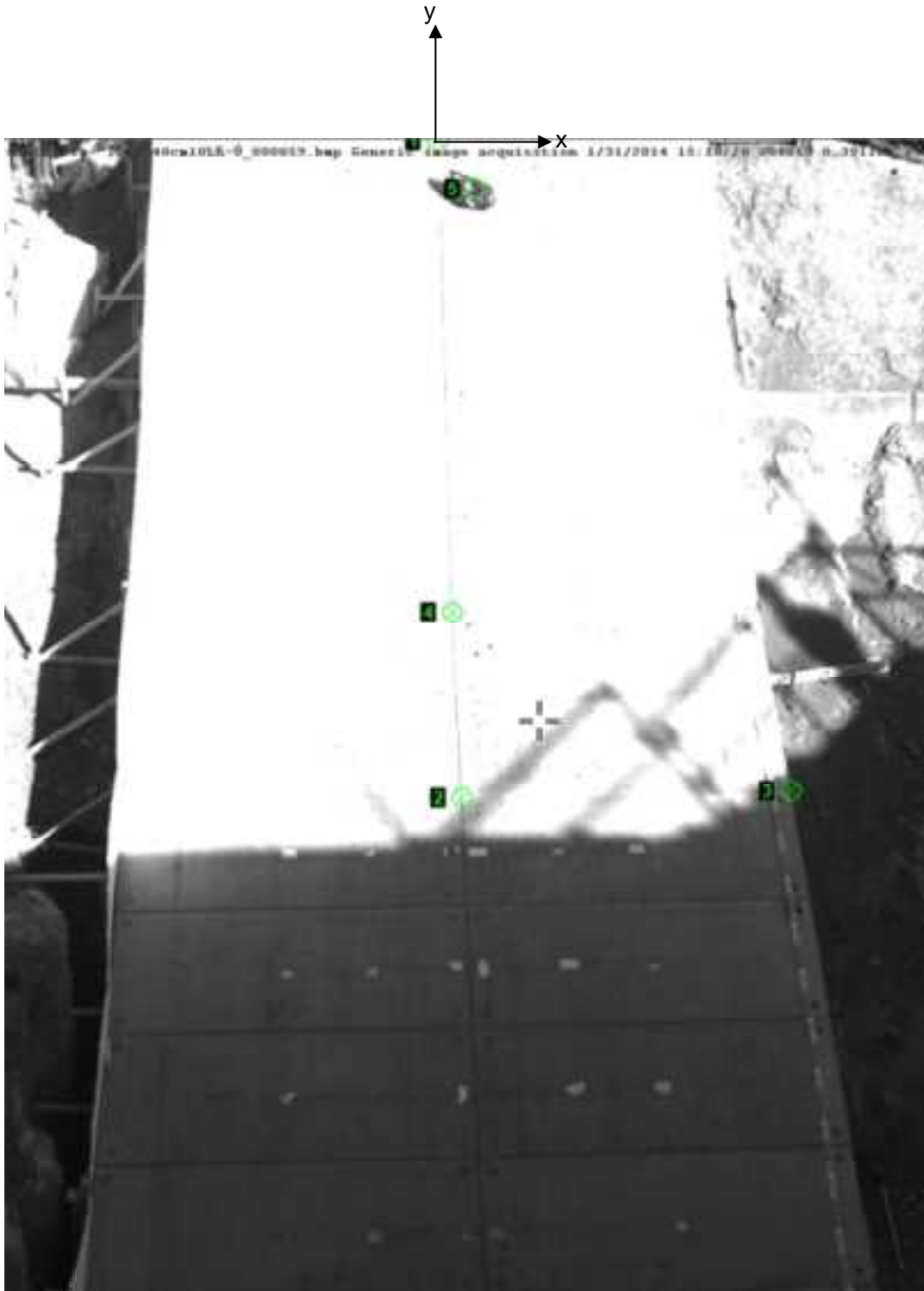


図 9.2.289 解析に用いた標点の位置

図 9.2.290 に岩塊模型の変位軌跡を示す。流路下部に向かって、左右に動きながら落下する挙動が見られた。

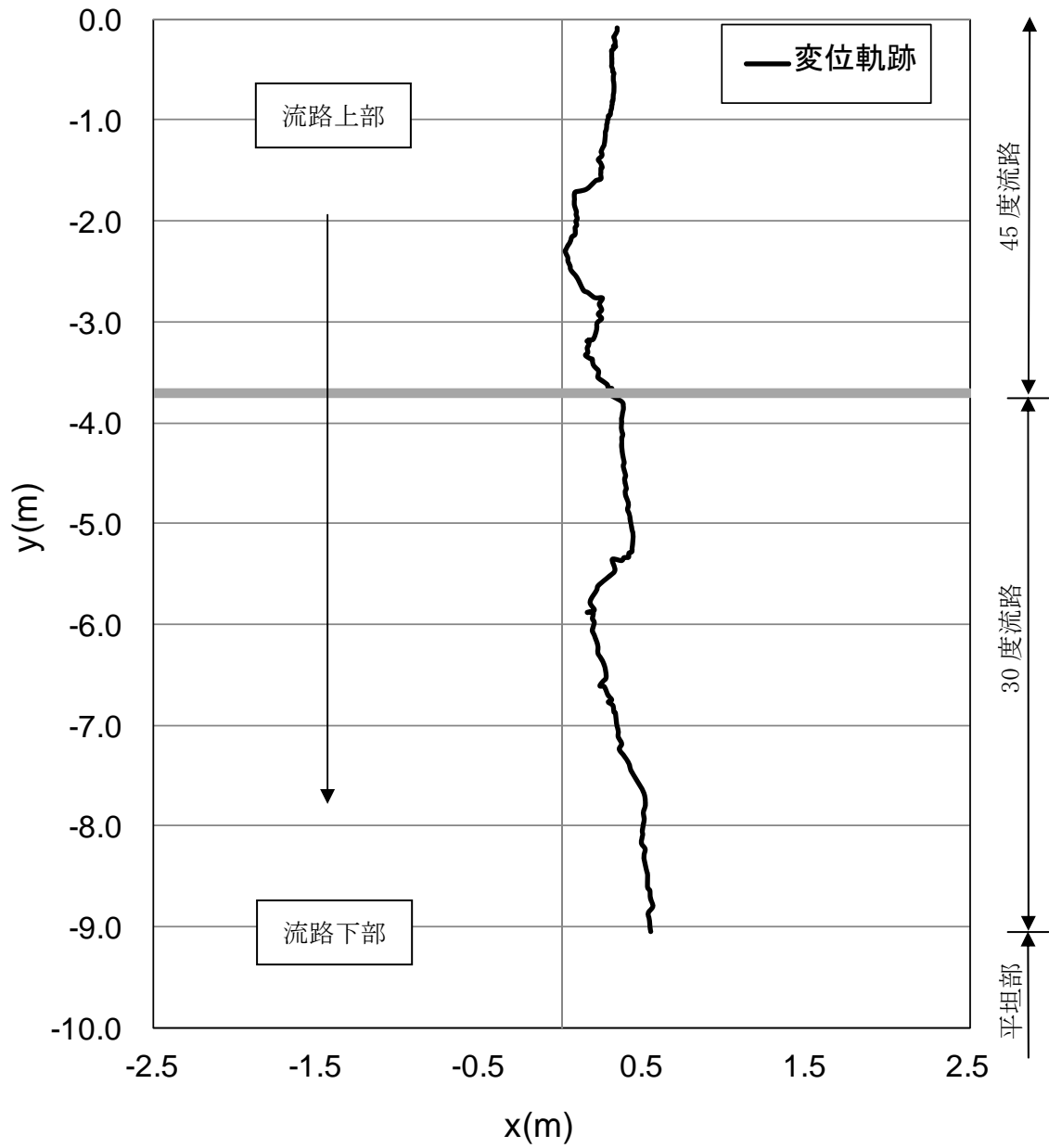


図 9.2.290 岩塊模型の変位軌跡

図 9.2.291 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、流路下部に向かって速度が上がる挙動を示した。

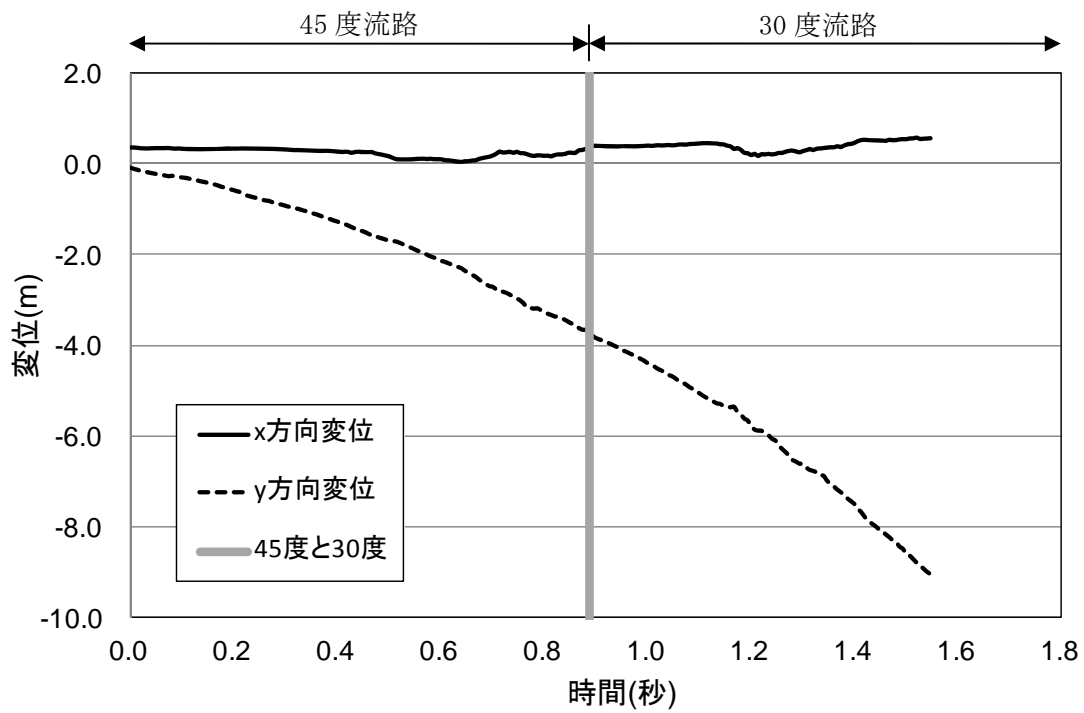


図 9.2.291(a) 岩塊模型の変位履歴

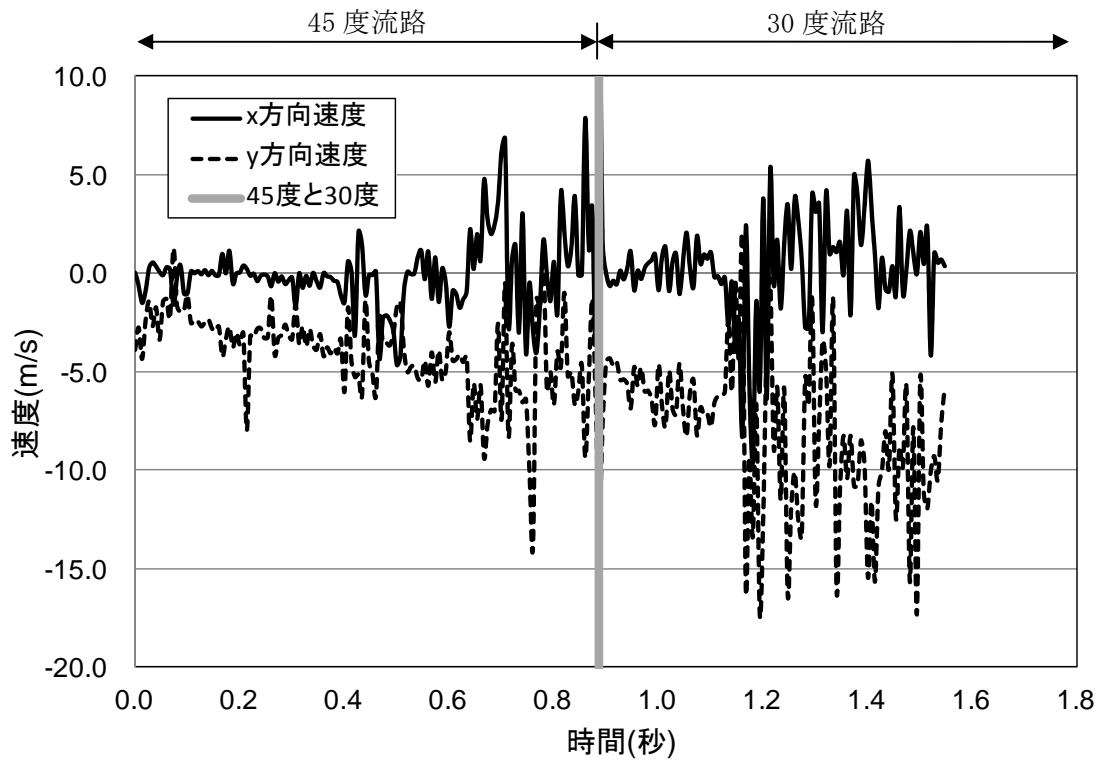


図 9.2.291(b) 岩塊模型の速度履歴



#### ④ 平坦部上

図 9.2.292 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用いた標点番号は 3 である。その他の標点は座標固定のために用いた。全体座標は番号 2 の標点を原点としたものである。また、標点 1 と 2 から、カメラの撮影向きに座標補正を行った。



図 9.2.292 解析に用いた標点の位置

図 9.2.293 に岩塊模型の変位軌跡を示す。岩塊模型は直線的に落下する挙動であった。

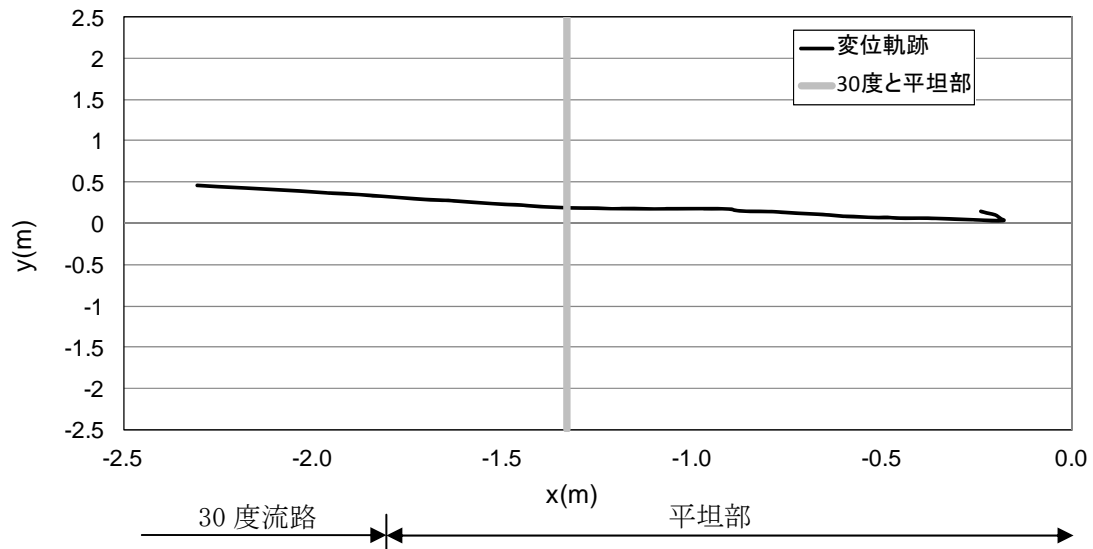


図 9.2.293 岩塊模型の変位軌跡

図 9. 2. 294 に変位と速度の時刻歴を示す。変位履歴からは目立った変化が見られない。一方、速度履歴からは、y 方向成分は平坦部でゼロに収束する挙動を示し、x 方向成分はロードセル衝突時にゼロに収束する挙動を示した。

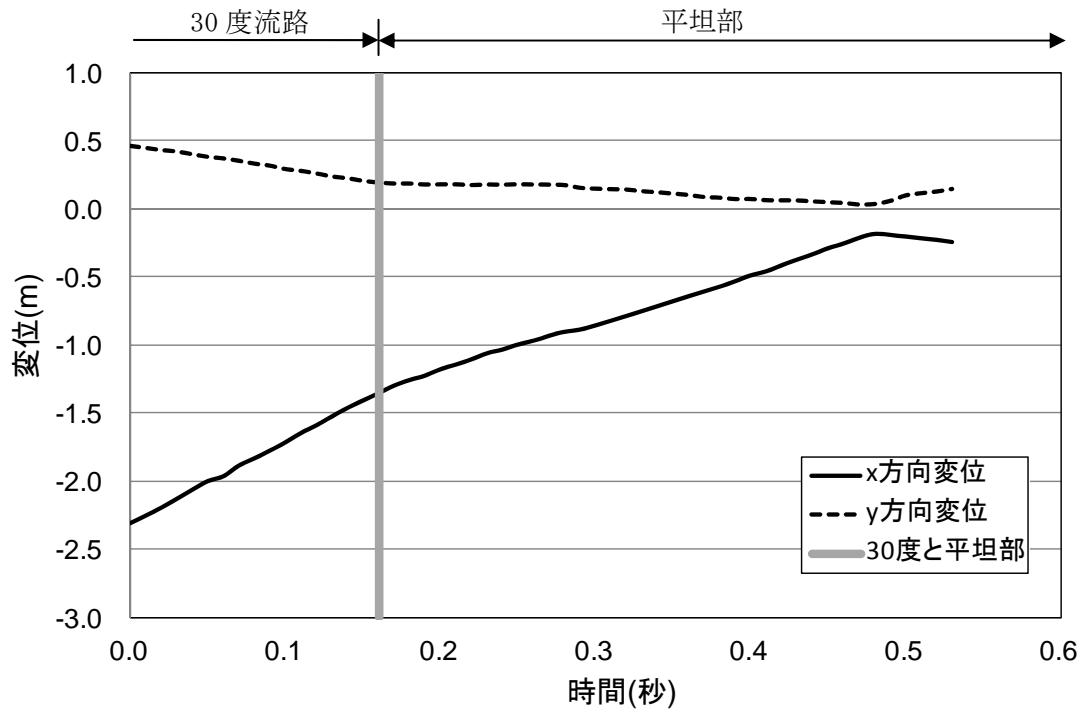


図 9. 2. 294(a) 岩塊模型の変位履歴

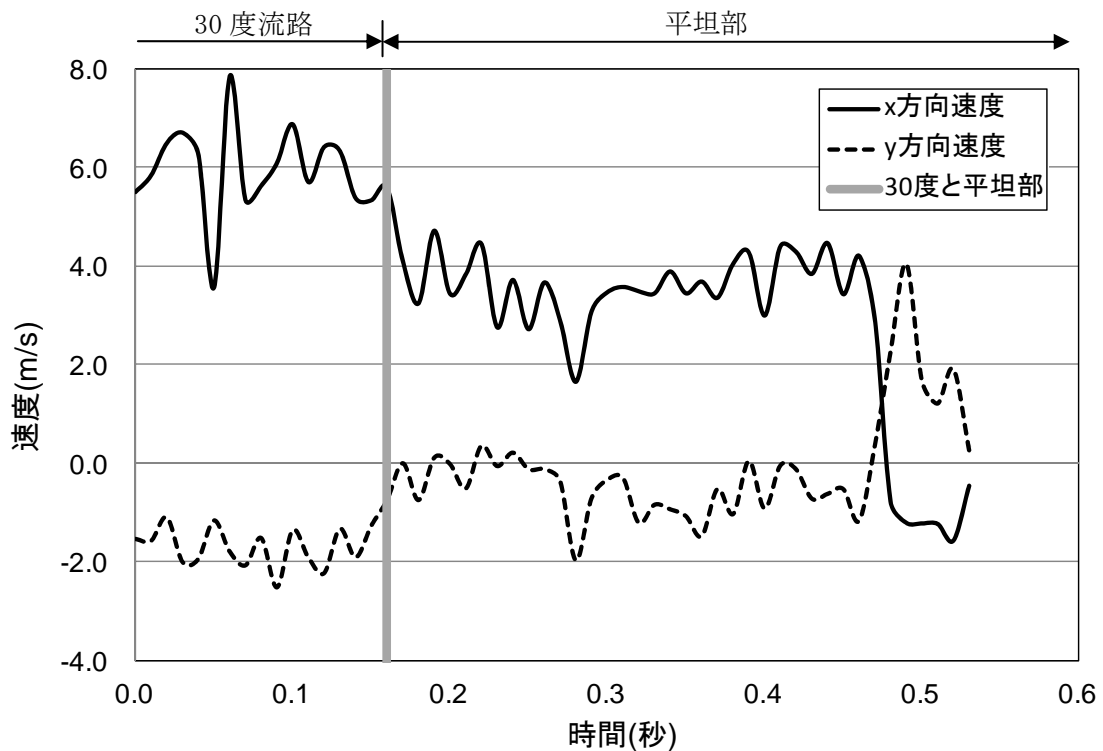


図 9. 2. 294(b) 岩塊模型の速度履歴