

9. 3 荷重計測結果

反力壁が有ケースにおける岩塊、土砂の転動・流動実験の荷重計測結果を示す。土砂の荷重については、衝突方向の荷重の分力および合力を計測した。岩塊の荷重については、衝突方向、衝突直交方向および鉛直方向の荷重を計測した。反力壁が有ケースにおける計測ケースを表 9. 3. 1 にまとめる。

表 9. 3. 1 計測実施ケース一覧

試験 No.	形状	体積(m3) サイズ	落下開始時 平面位置 キャリア 角度	標点の種類	アングル、凹凸	
1	碎石	1.0	66 (度)	白丸標点	アングル、凹凸無	
2		0.5				
3	土砂	0.5				
4		1.0				
5	球形	20cm	-			
6			-			
7			-			
8	塊状		上面			
9			上面			
10	板状		上面			
11	球形		40cm	-	30 度流路上端から 落下	
12				-	45 度流路中間から 落下	
13	塊状			下面	白丸標点 (球体以外 は偶角無着 色)	アングル、凹凸無
14	板状			上面		
15	板状	20cm	下面			
16			下面			
17	塊状	40cm	下面			
18			下面			
19	板状		上面	手落としで落下		
20	球形		-	黒色標点		
21	板状	上面		アングル、凹凸無		

22	塊状	20cm	下面	無 (模型黒塗り)	30° 斜面上、 法先より上方 4.5m にアングル 1 段設置
23	塊状	20cm	下面	無 (模型黒塗り)	30° 斜面上、 法先より上方 3.5m にアングル 1 段設置
24		40cm	下面	白丸標点 (偶角無着 色)	
25		20cm	下面		
26			下面		
27	球形		-	黒丸標点	----- 45 度流路中間から 落下
28		40cm	-	白丸標点	
29	塊状	20cm	下面	白丸標点 (偶角無着 色)	30° 斜面上、 法先より上方 2.5m にアングル 1 段設置
30			下面		
31			下面		
32	板状	40cm	下面		
33	塊状	20cm	下面	黒丸標点	30° 斜面上、約 1m 幅でセメント・砂 利による凹凸設置
34	板状		上面		

9. 3. 1 砕石

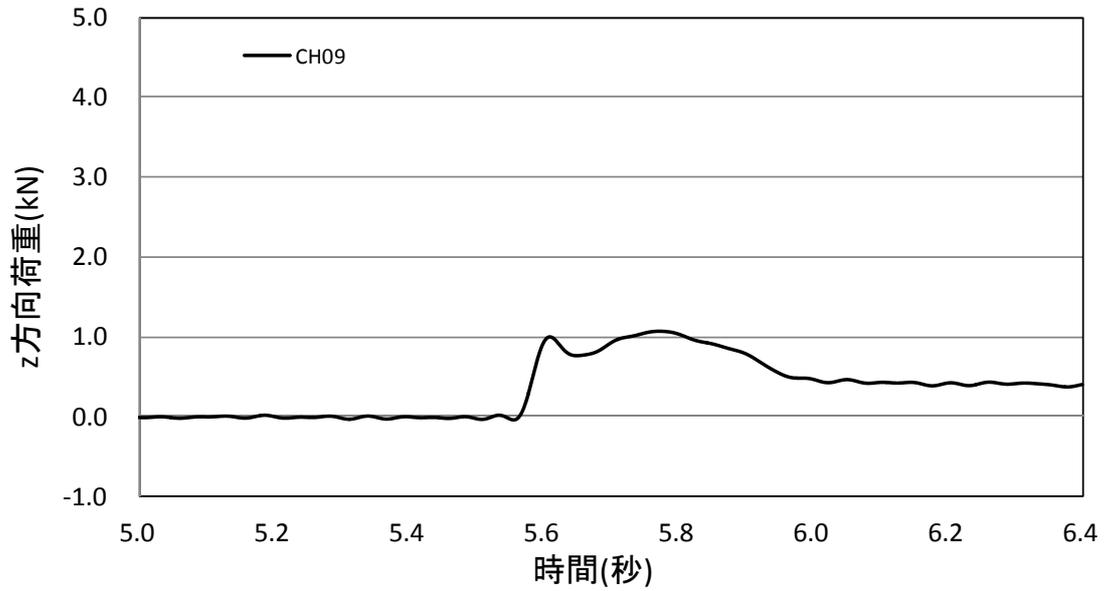
本節では、砕石の計測結果（2 ケース）について示す。なお、土砂用荷重計およびレーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。



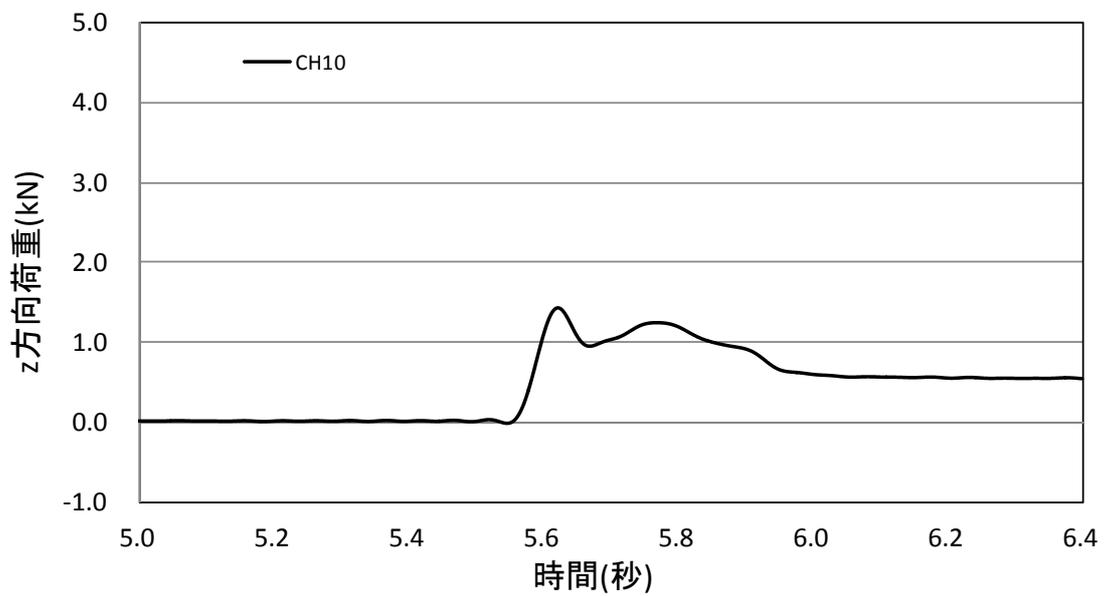
図 9. 3. 1 荷重計および変位計とチャンネル番号の対応

(1) No.1 体積 1.0m³

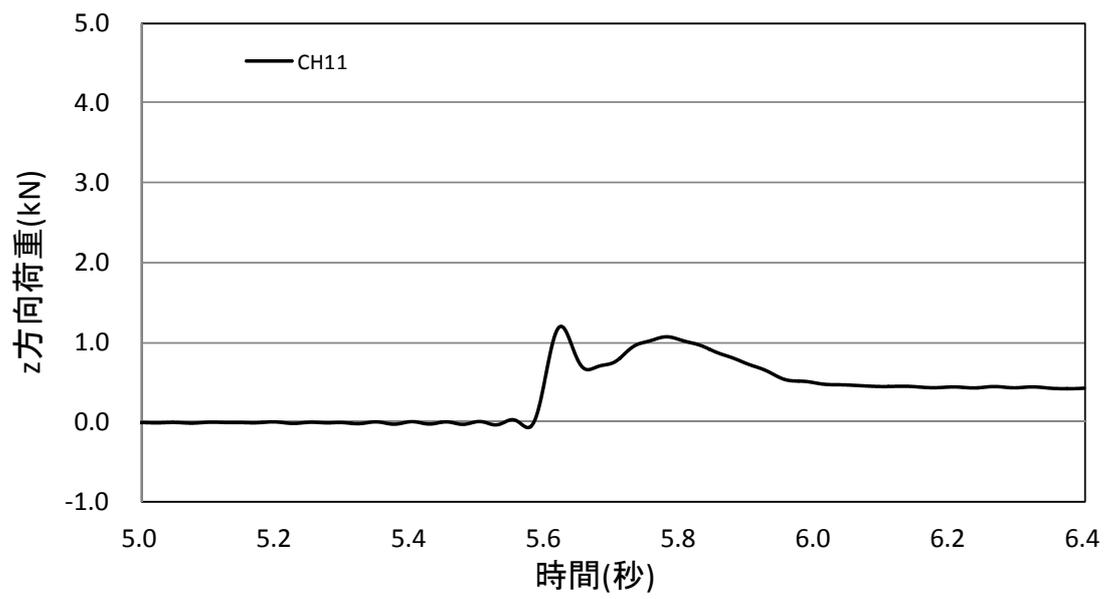
図 9.3.2 に 4 個の各荷重計で計測した分力の時刻歴を示す。また、図 9.3.3 に合力荷重を示す。図 9.3.4 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



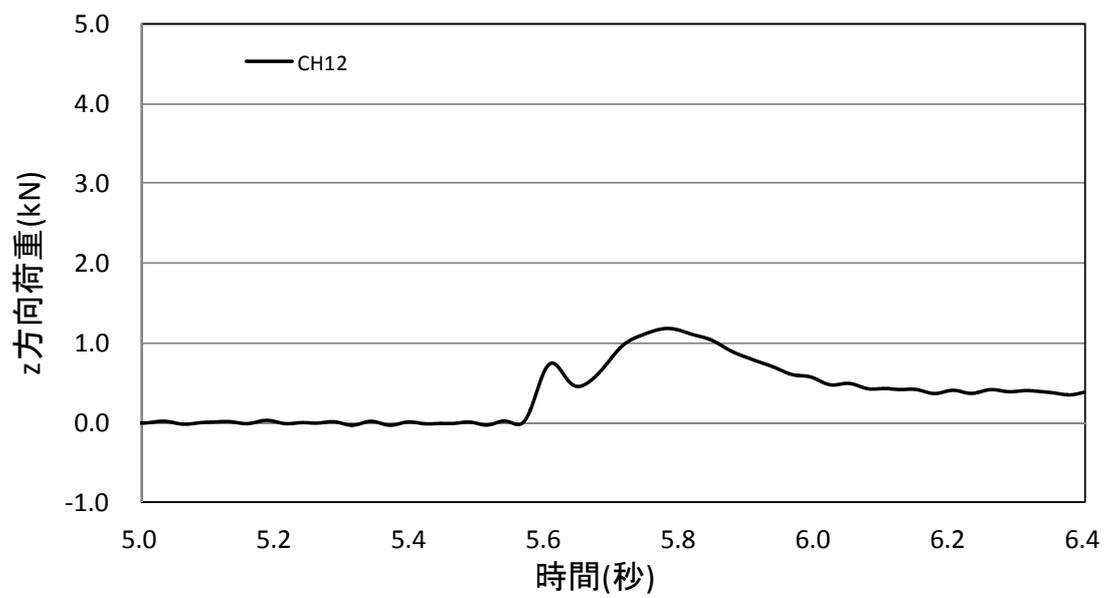
(a) Ch9



(b) Ch10



(c) Ch11



(d) Ch12

図 9.3.2 各荷重計で計測した分力の時刻歴

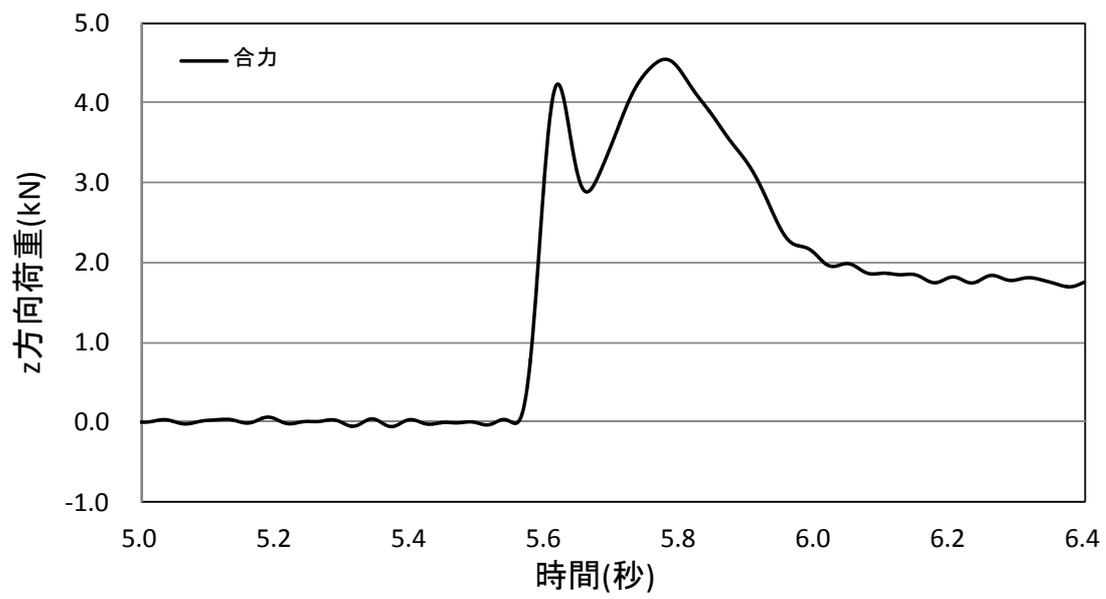


図 9. 3. 3 合力荷重の時刻歴

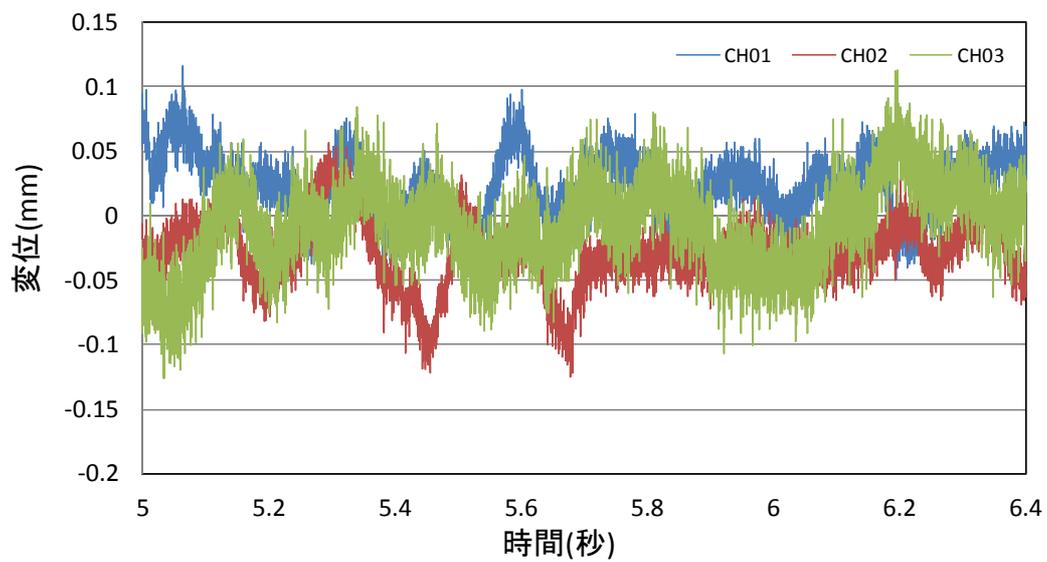
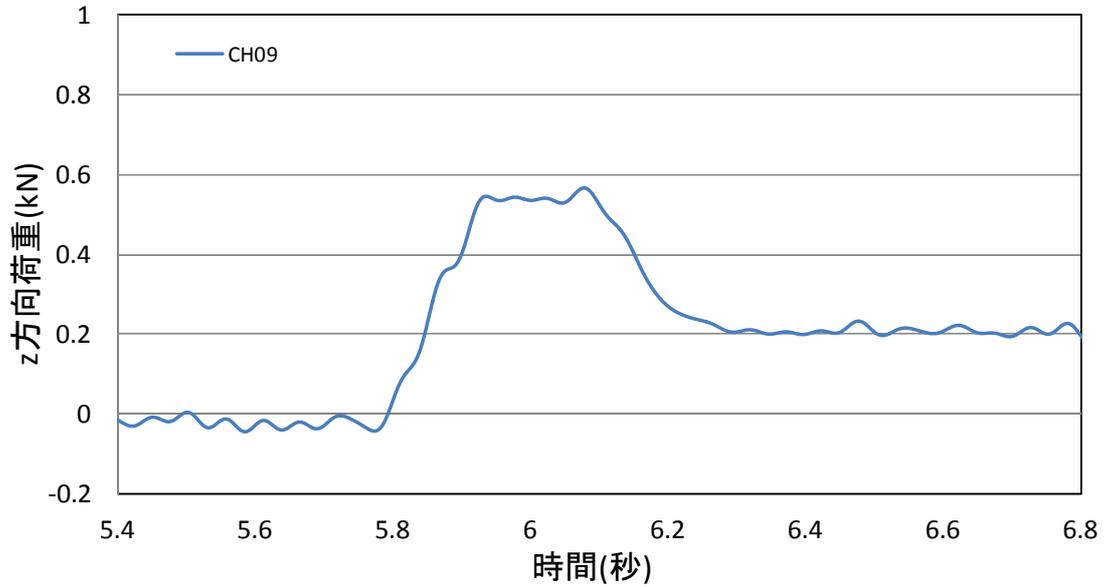


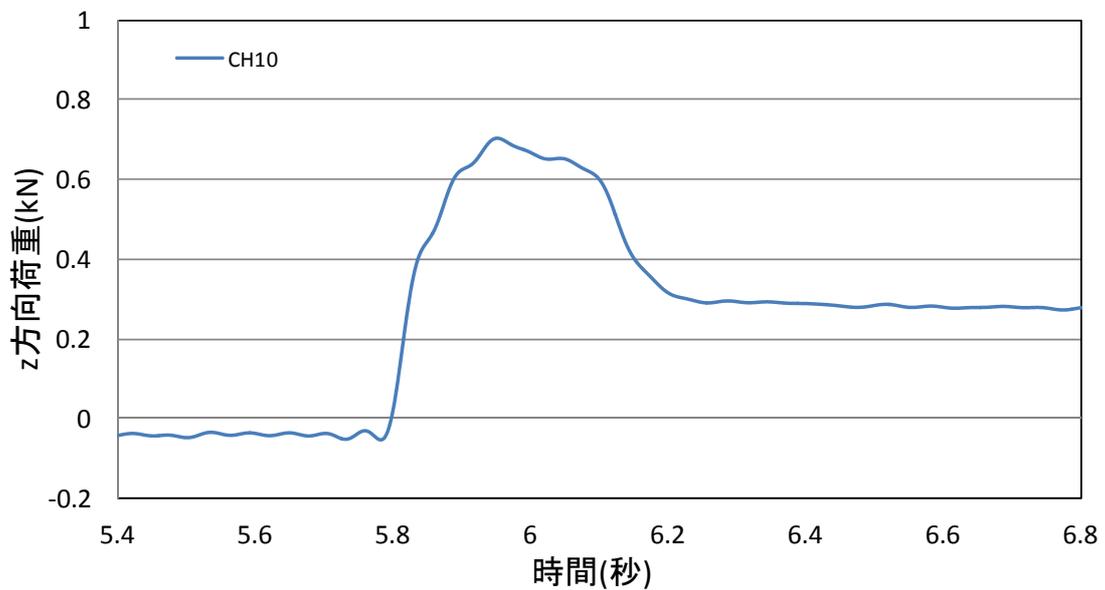
図 9. 3. 4 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.2 体積 0.5m³

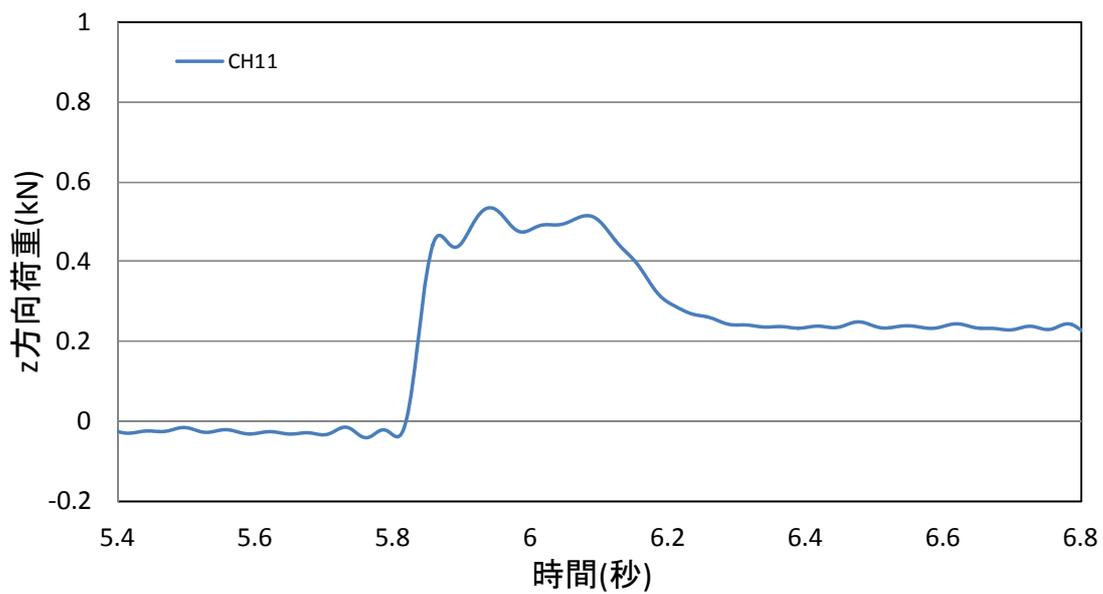
図 9.3.5 に 4 個の各荷重計で計測した分力の時刻歴を示す。また、図 9.3.6 に合力荷重を示す。図 9.3.7 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



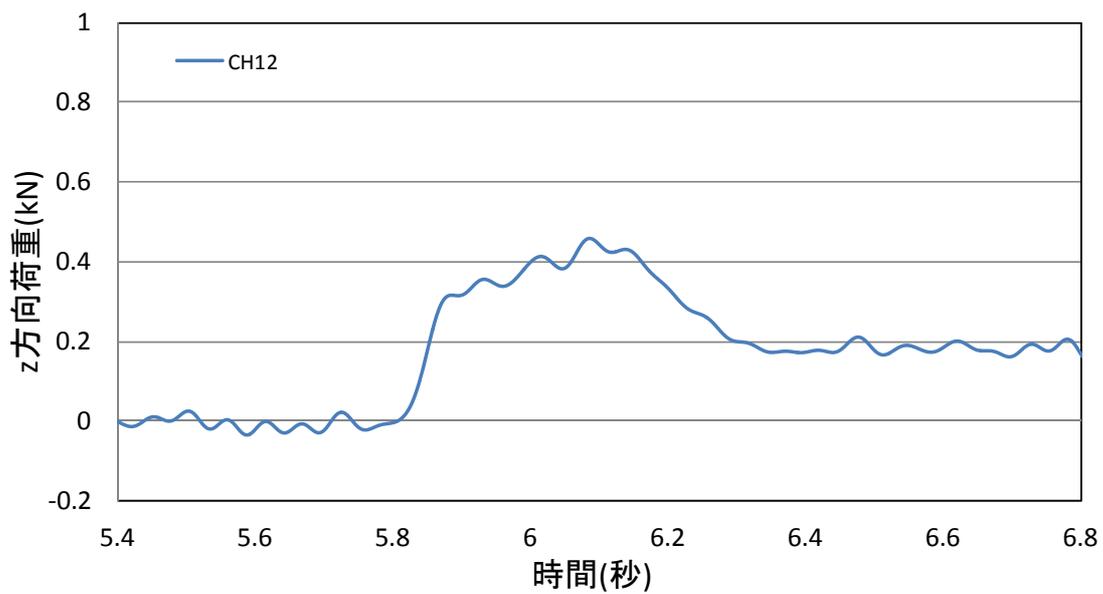
(a) Ch9



(b) Ch10



(c) Ch11



(d) Ch12

図 9.3.5 各荷重計で計測した分力の時刻歴

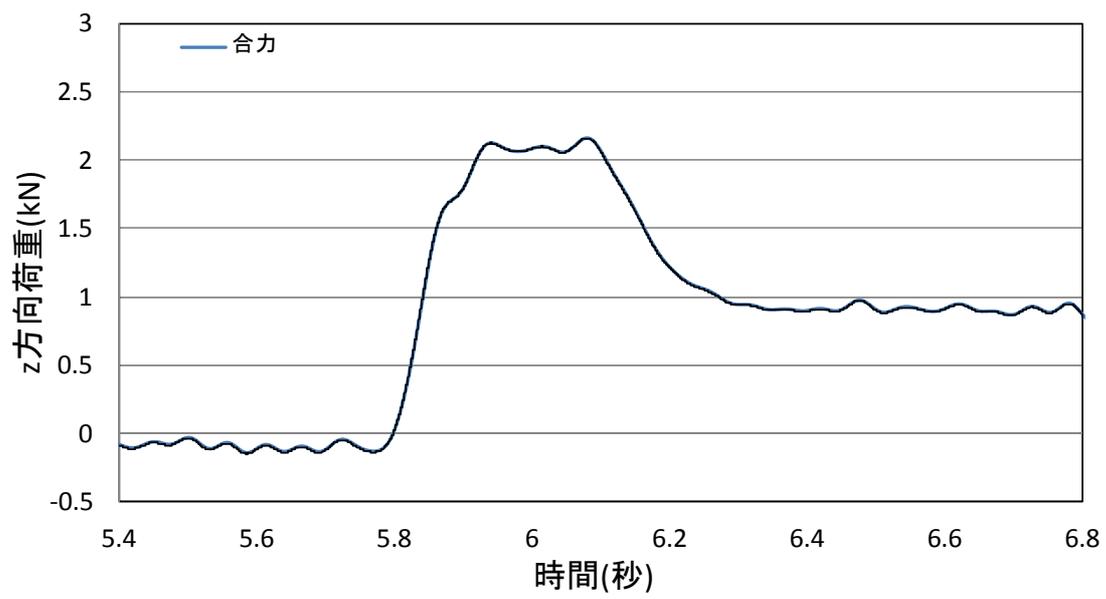


図 9.3.6 合力荷重の時刻歴

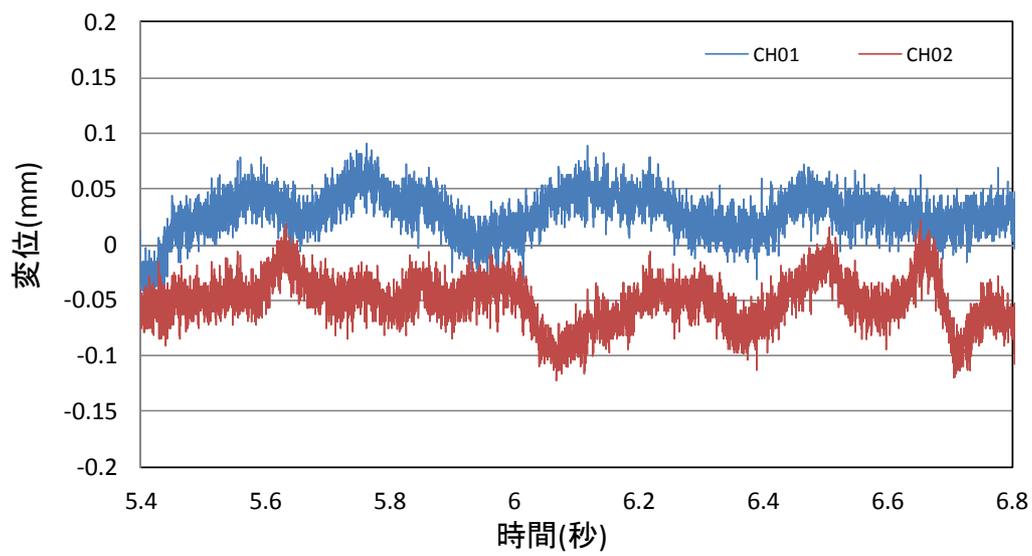


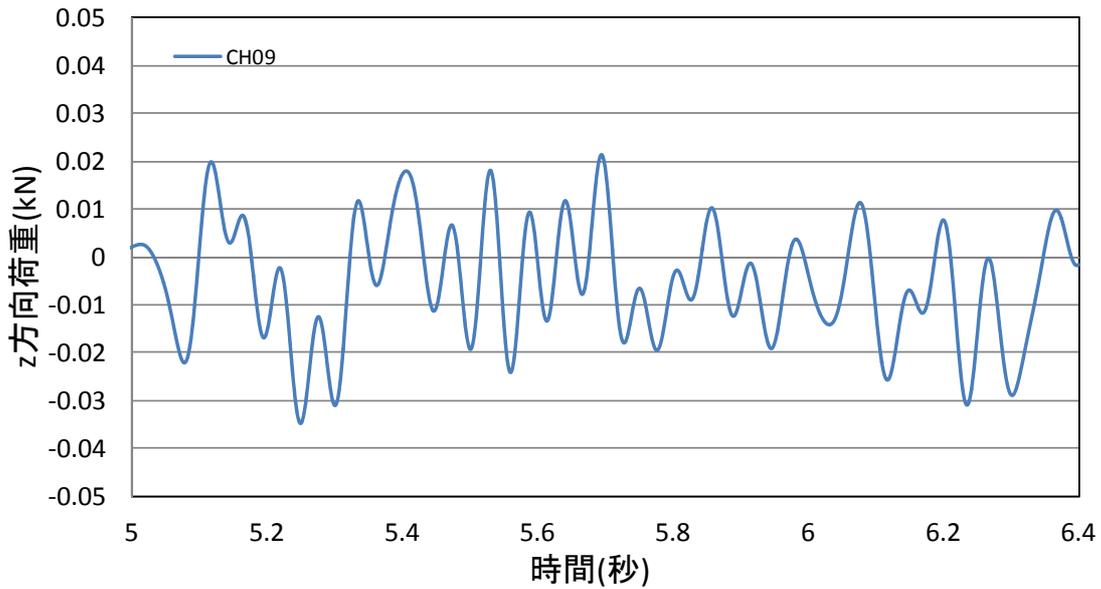
図 9.3.7 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 2 土砂

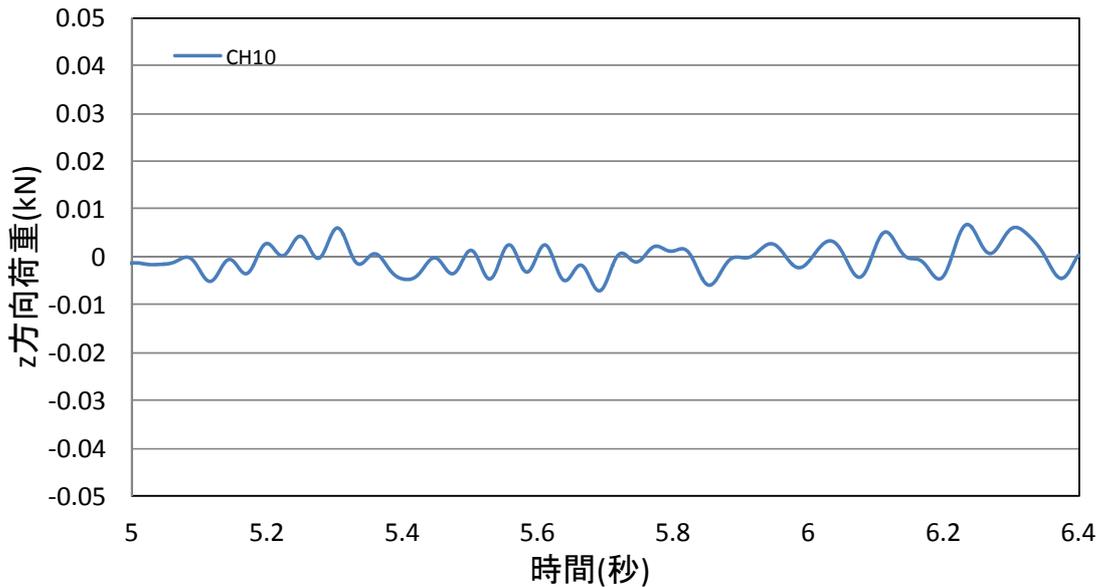
本節では、土砂の計測結果（2 ケース）について示す。なお、土砂用荷重計およびレーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

(1) No.3 体積 0.5 m³

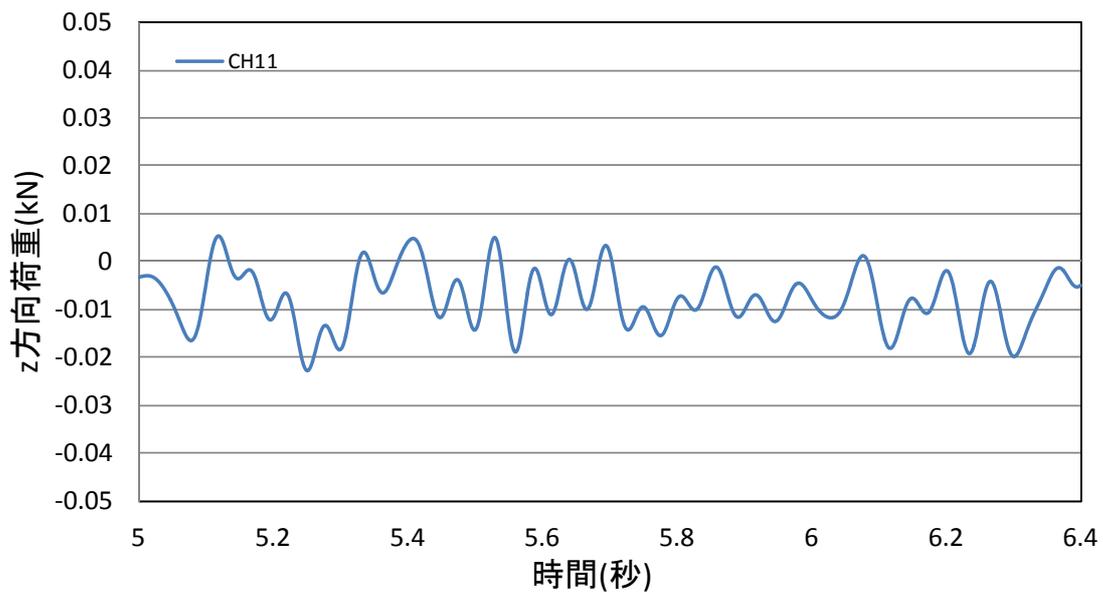
図 9. 3. 8 に 4 個の各荷重計で計測した分力の時刻歴を示す。また、図 9. 3. 9 に合力荷重を示す。図 9. 3. 10 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



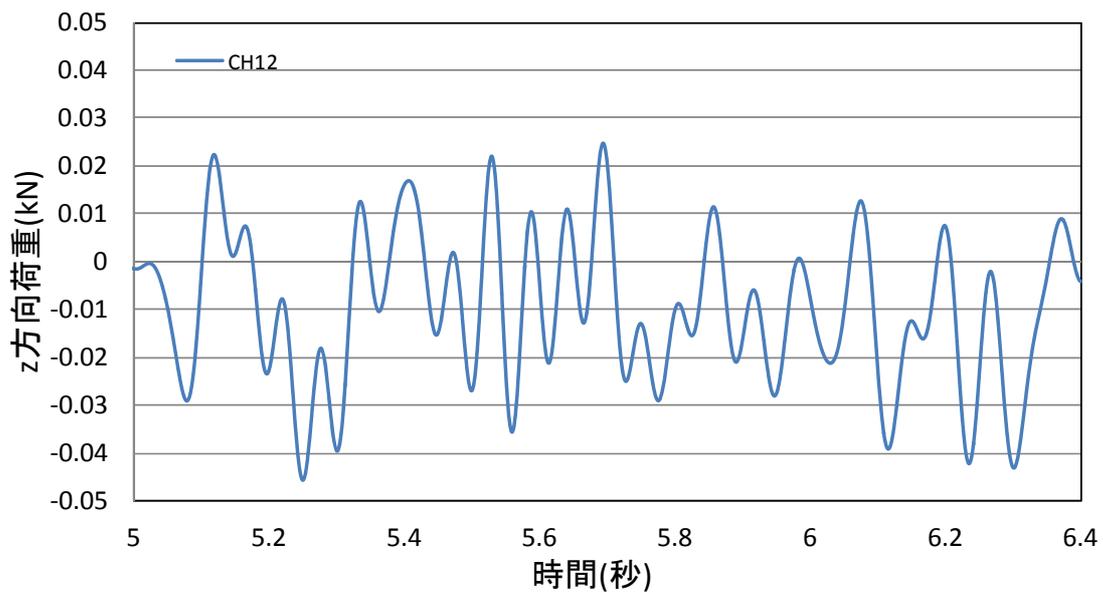
(a) Ch9



(b) Ch10



(c) Ch11



(d) Ch12

図 9.3.8 各荷重計で計測した分力の時刻歴

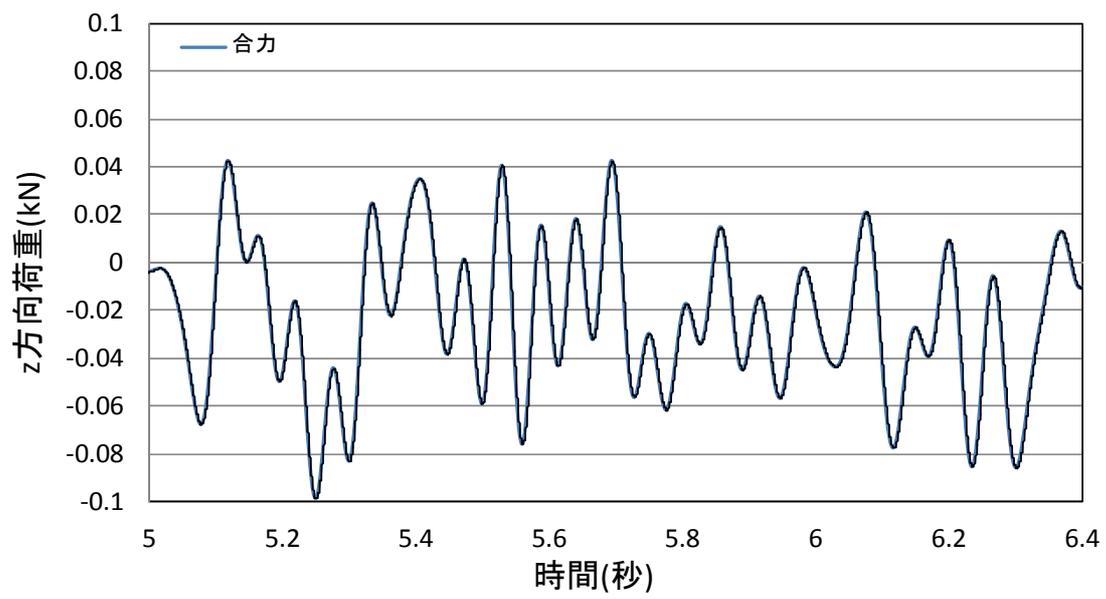


図 9.3.9 合力荷重の時刻歴

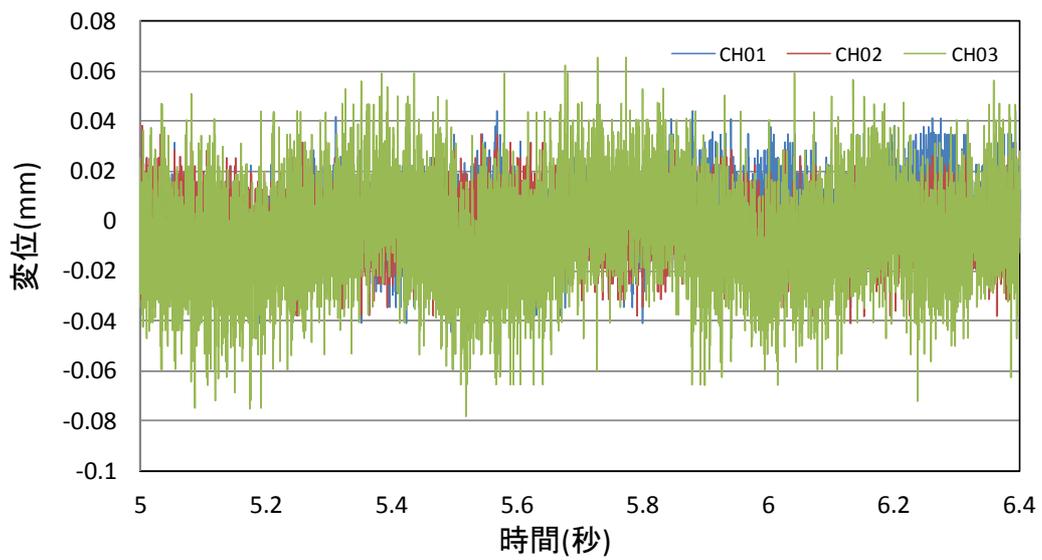
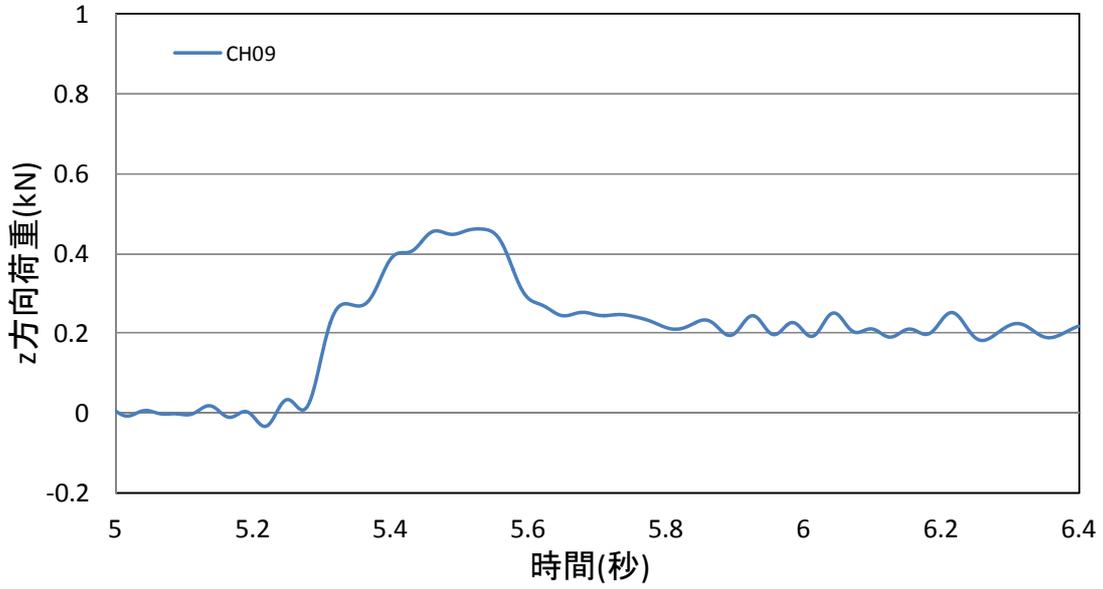


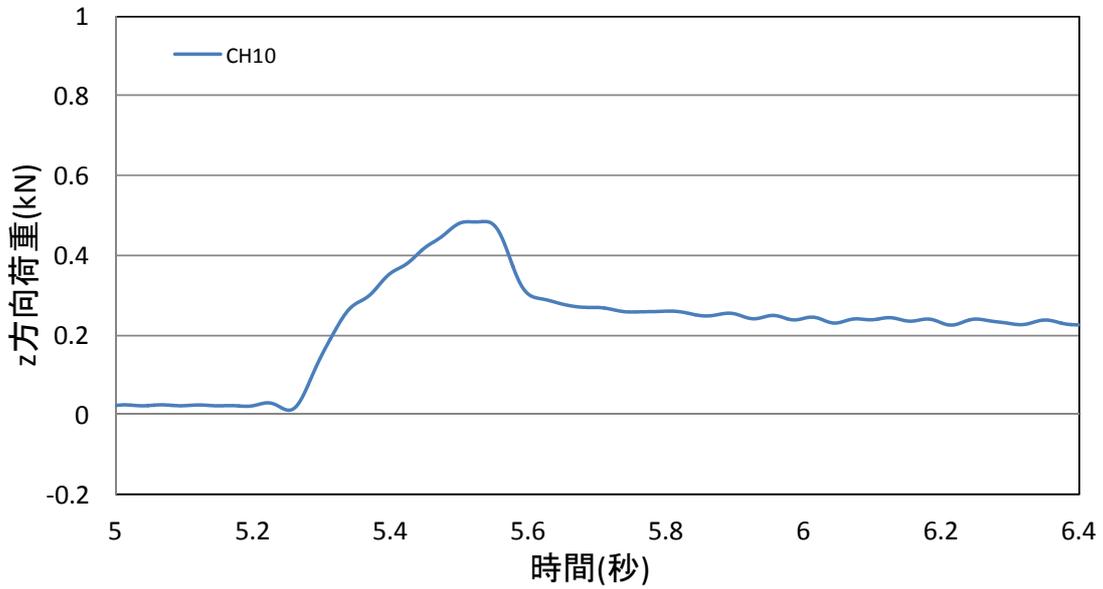
図 9.3.10 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.4 体積 1.0 m³

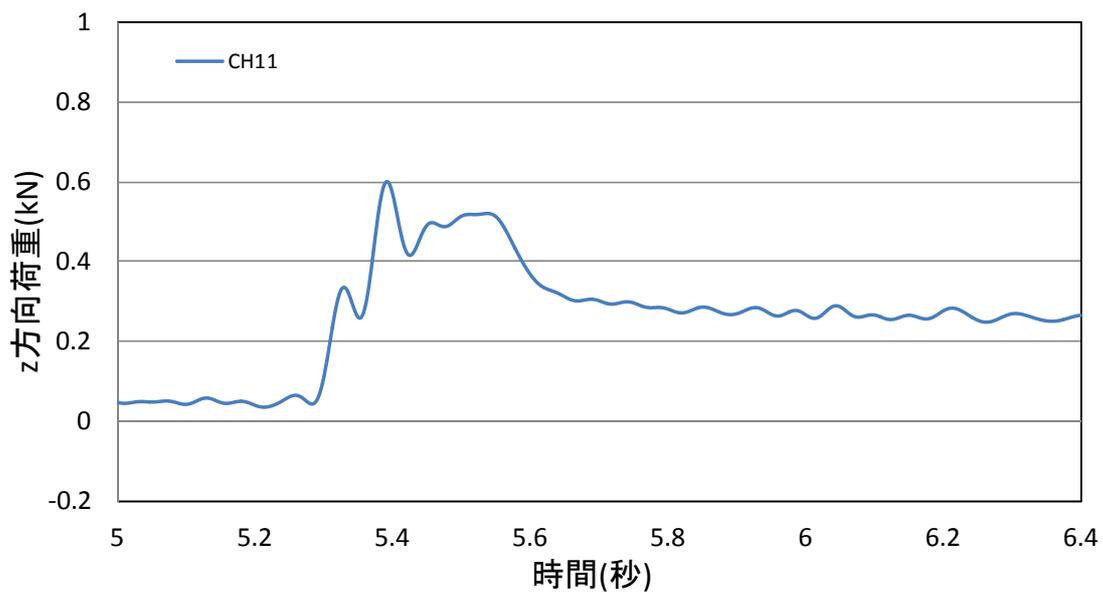
図 9.3.11 に 4 個の各荷重計で計測した分力の時刻歴を示す。また、図 9.3.12 に合力荷重を示す。図 9.3.13 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



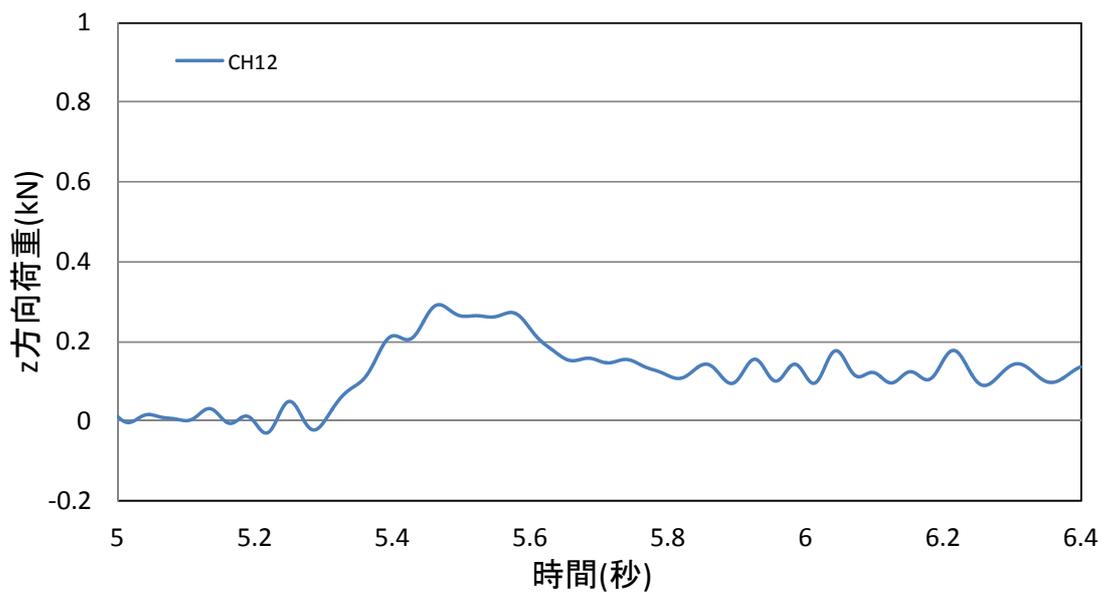
(a) Ch9



(b) Ch10



(c) Ch11



(d) Ch12

図 9. 3. 11 各荷重計で計測した分力の時刻歴

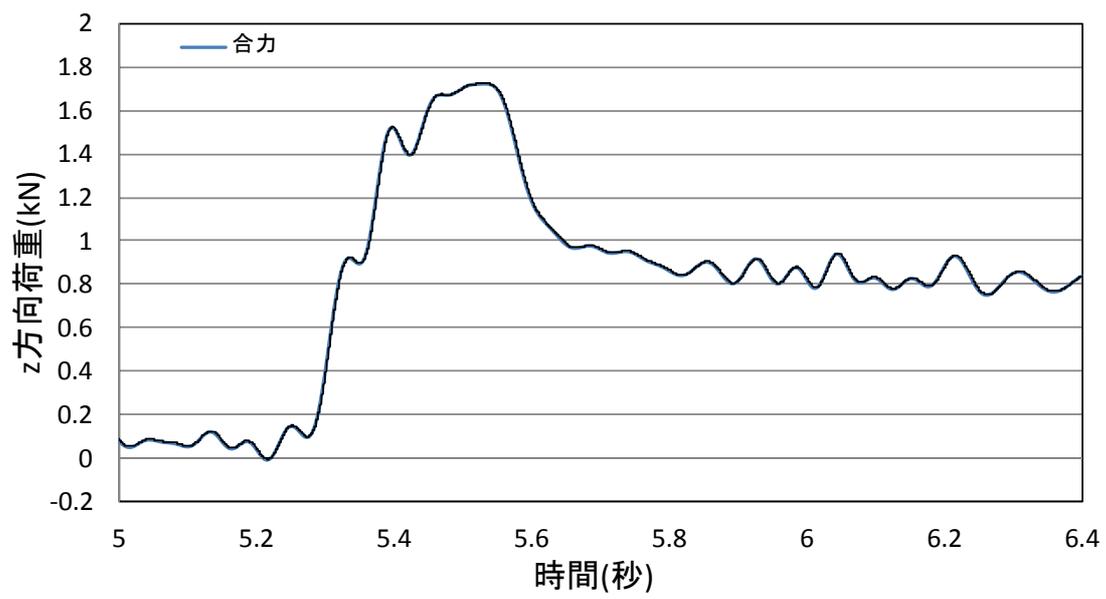


図 9. 3. 12 合力荷重の時刻歴

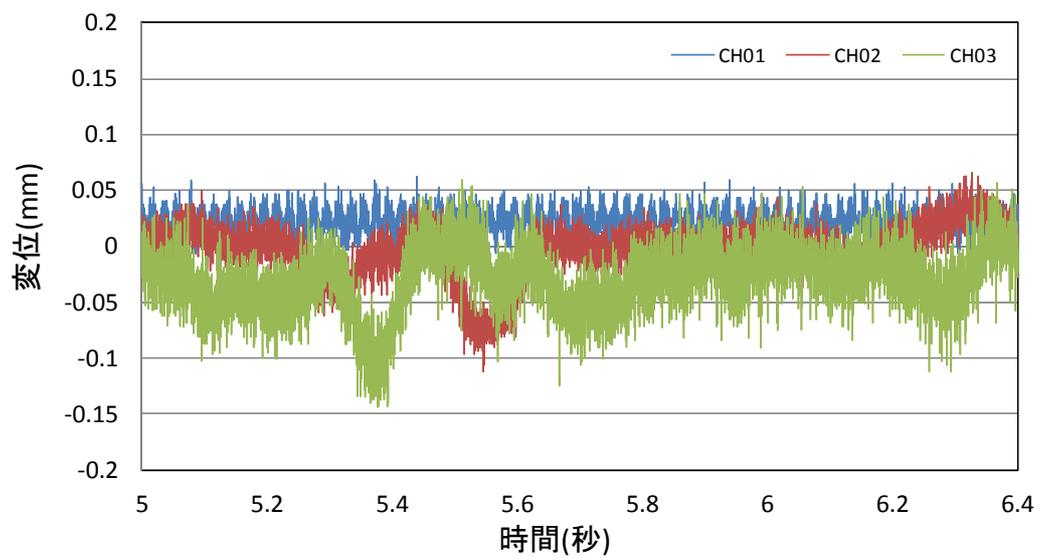


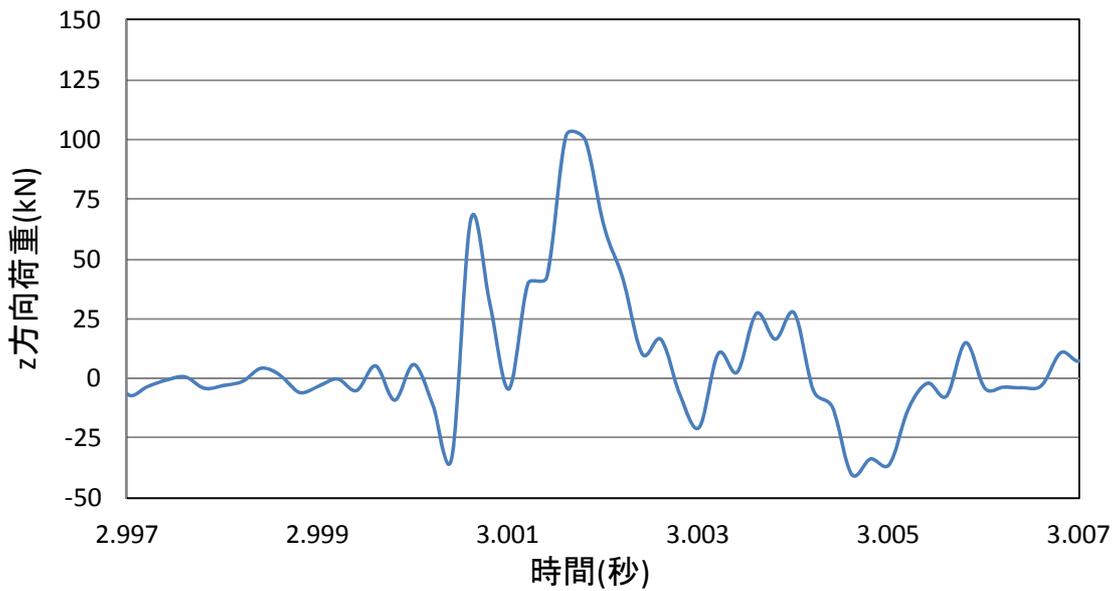
図 9. 3. 13 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 3 岩塊（アングル材，凹凸無）

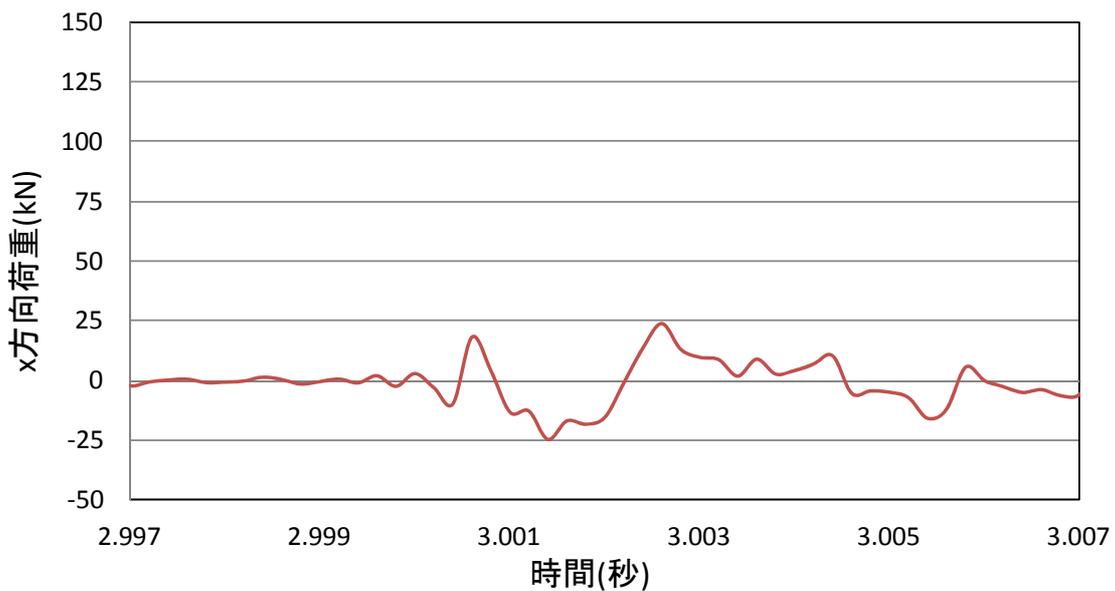
本節では、岩塊（アングル材，凹凸無）の計測結果（17 ケース）について示す。なお、レーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

（1） No.5 球形 20cm

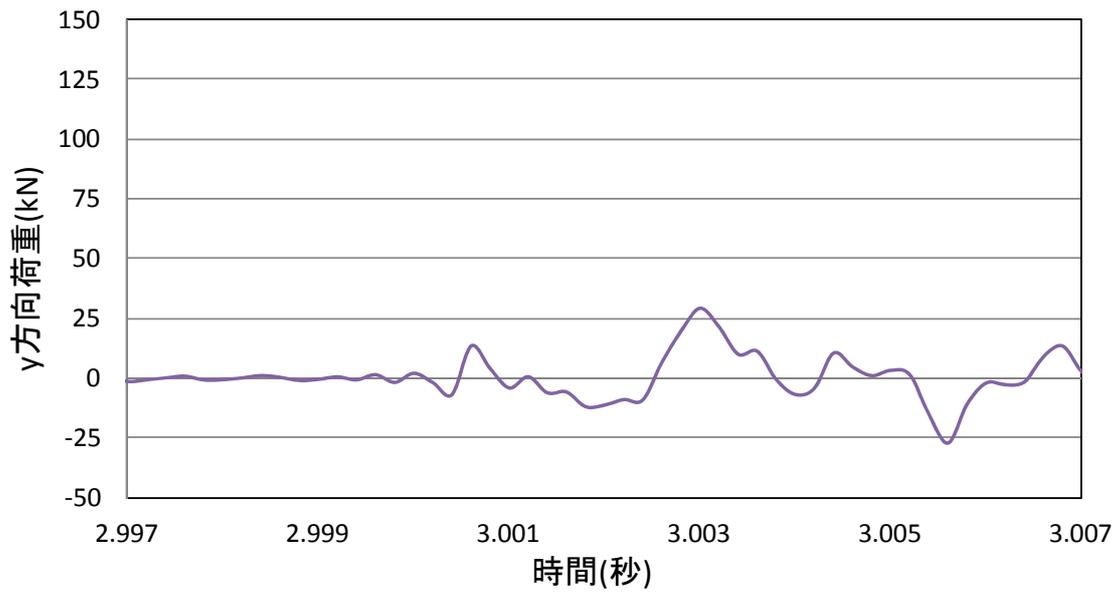
図 9. 3. 14 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9. 3. 15 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.14 各荷重計で計測した分力の時刻歴

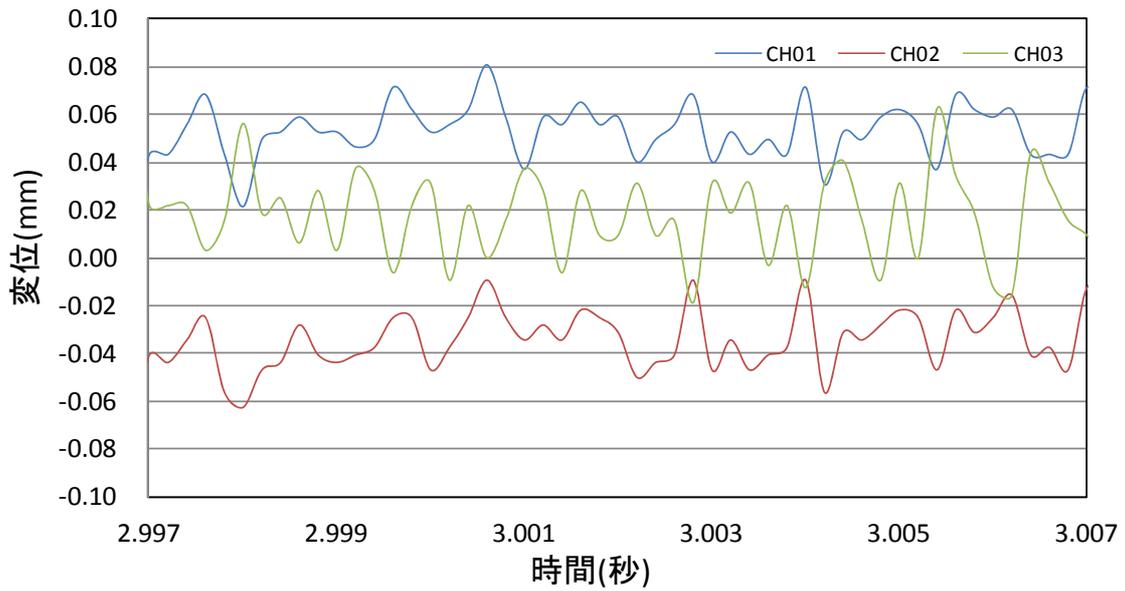
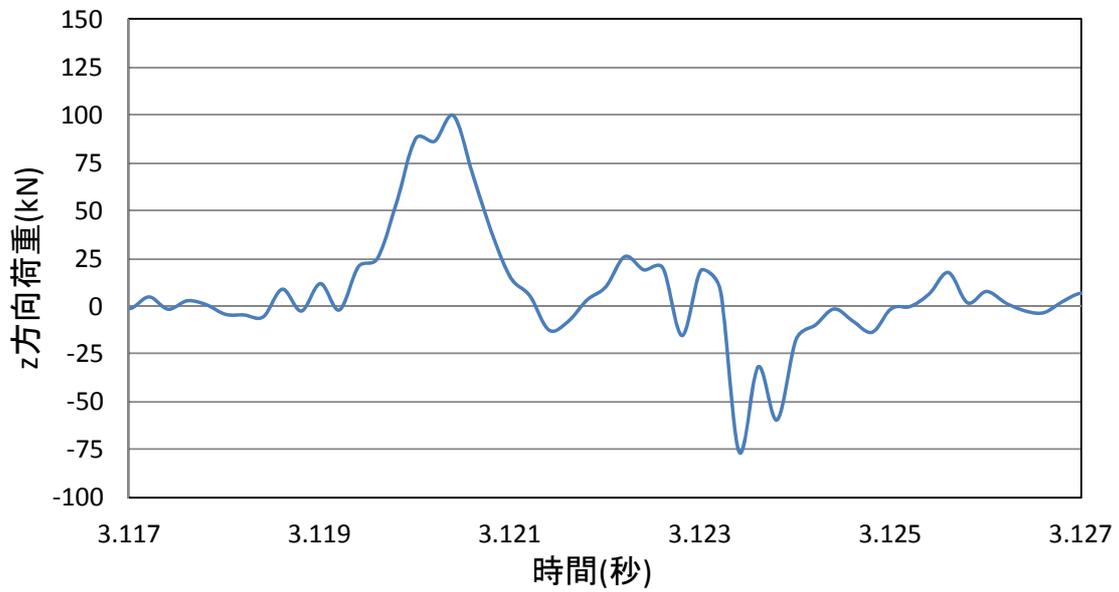


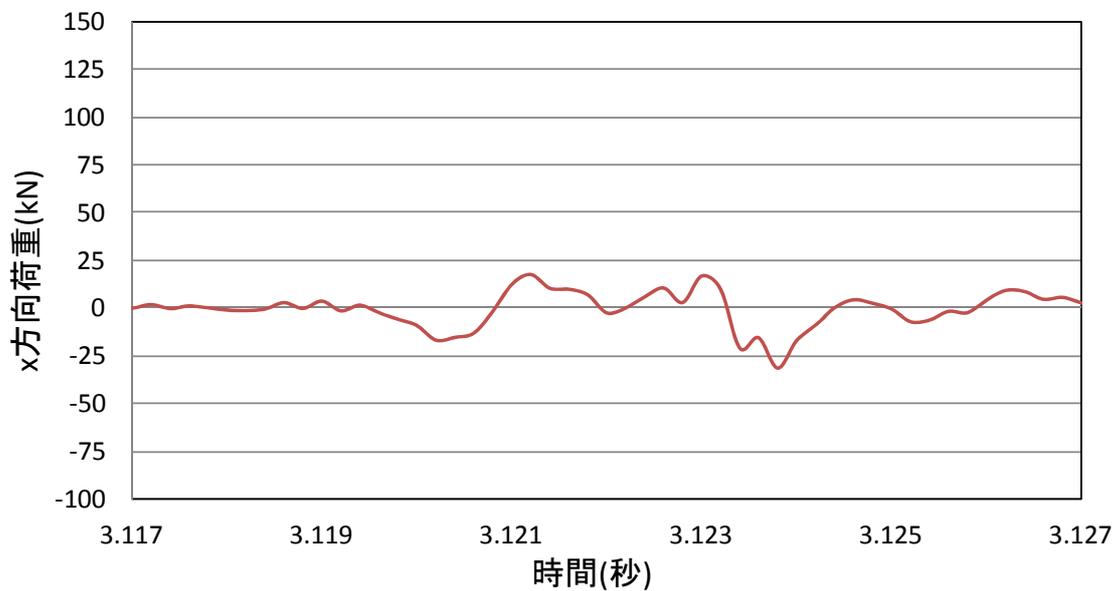
図 9.3.15 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.6 球形 20cm

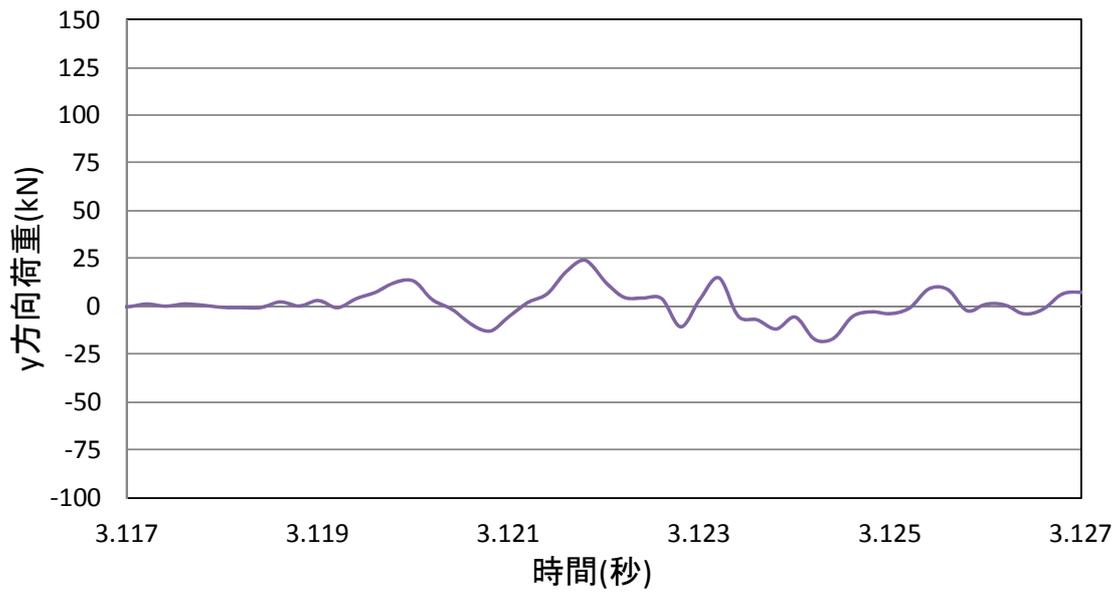
図 9.3.16 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.17 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.16 各荷重計で計測した分力の時刻歴

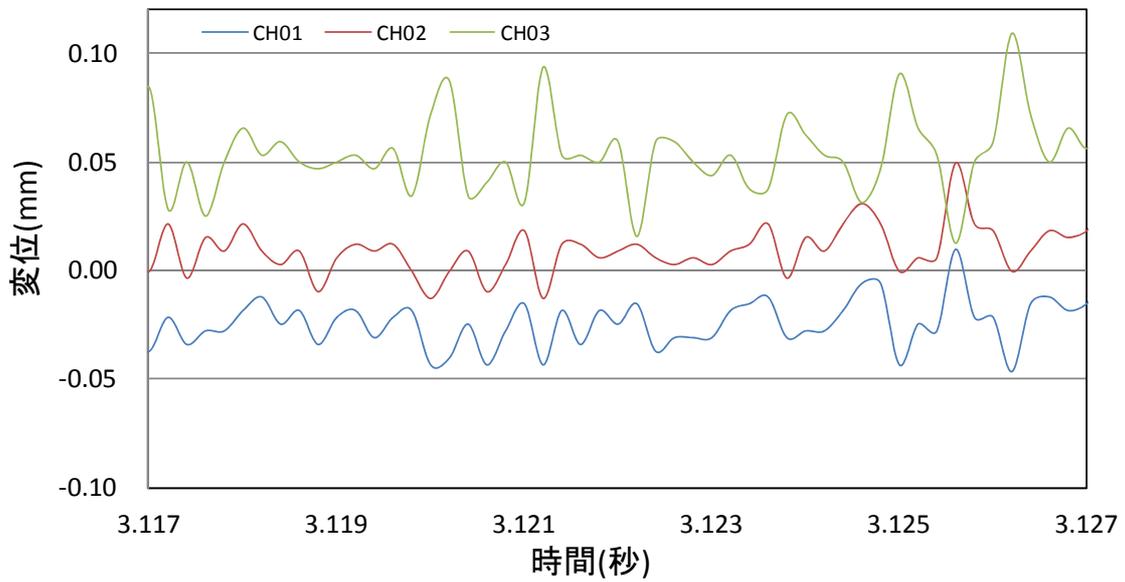
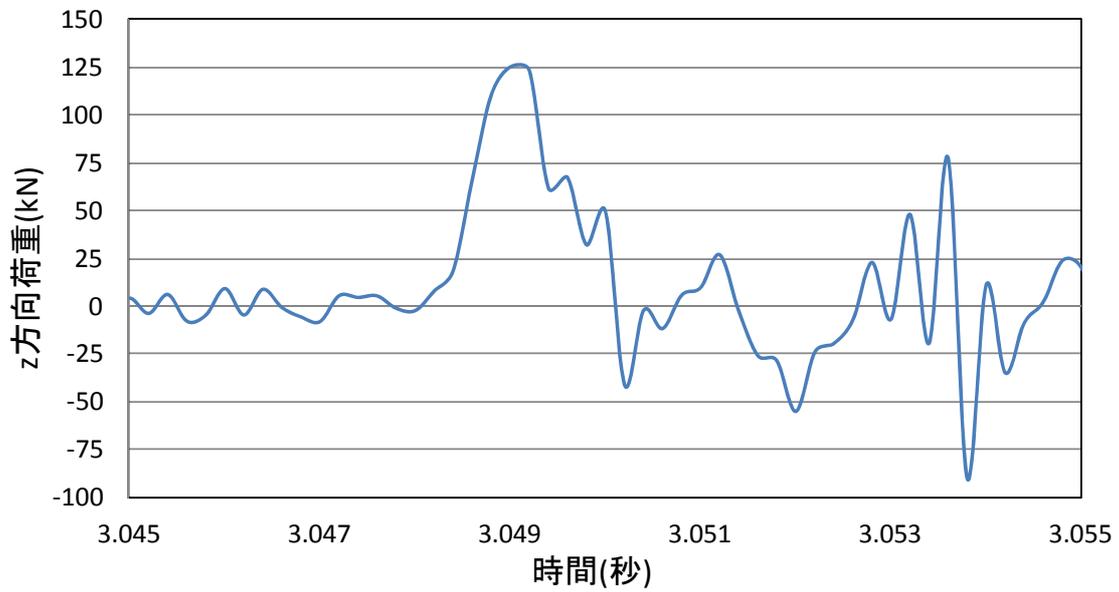


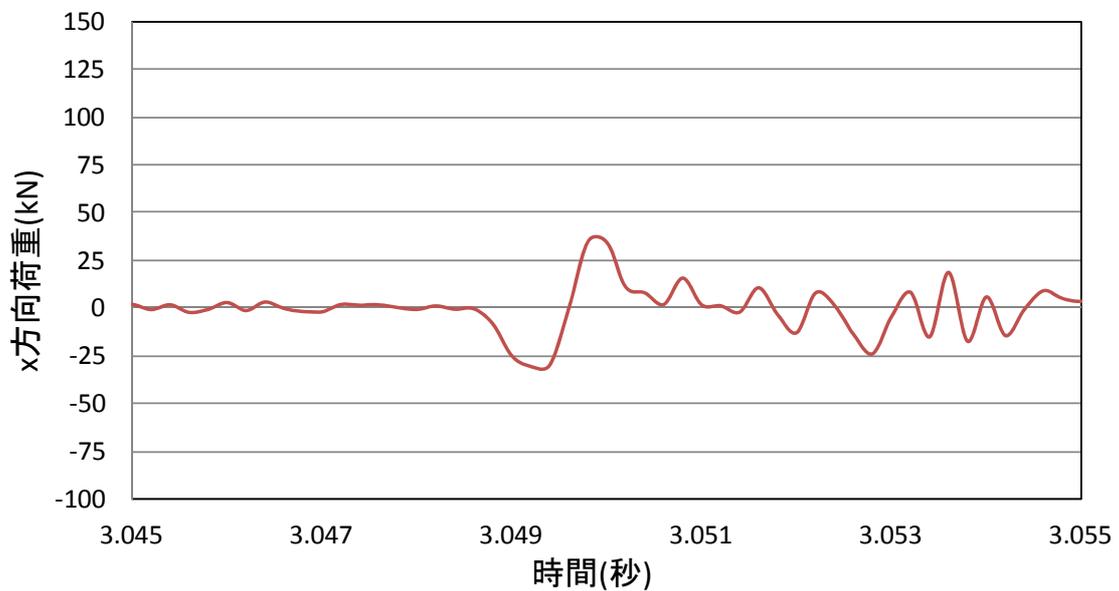
図 9.3.17 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(3) No.7 球形 20cm

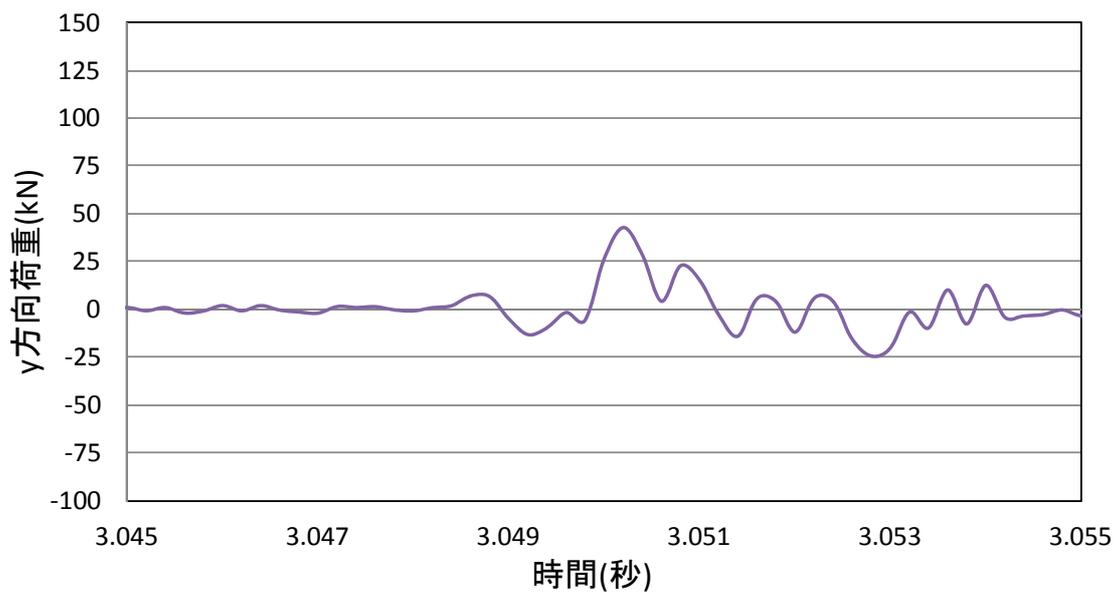
図 9.3.18 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.19 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.18 各荷重計で計測した分力の時刻歴

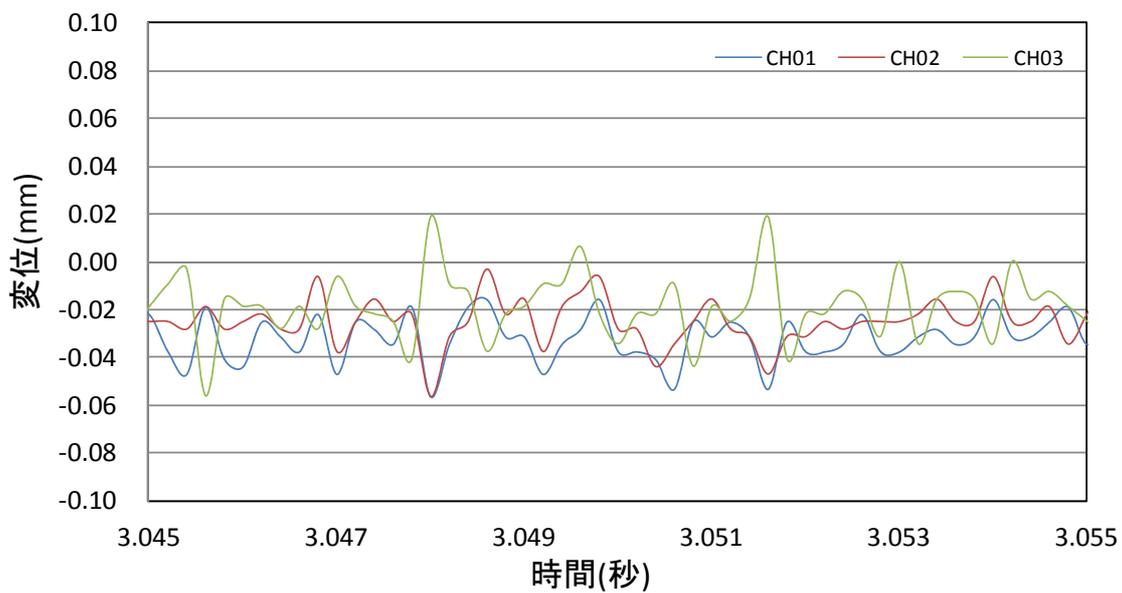
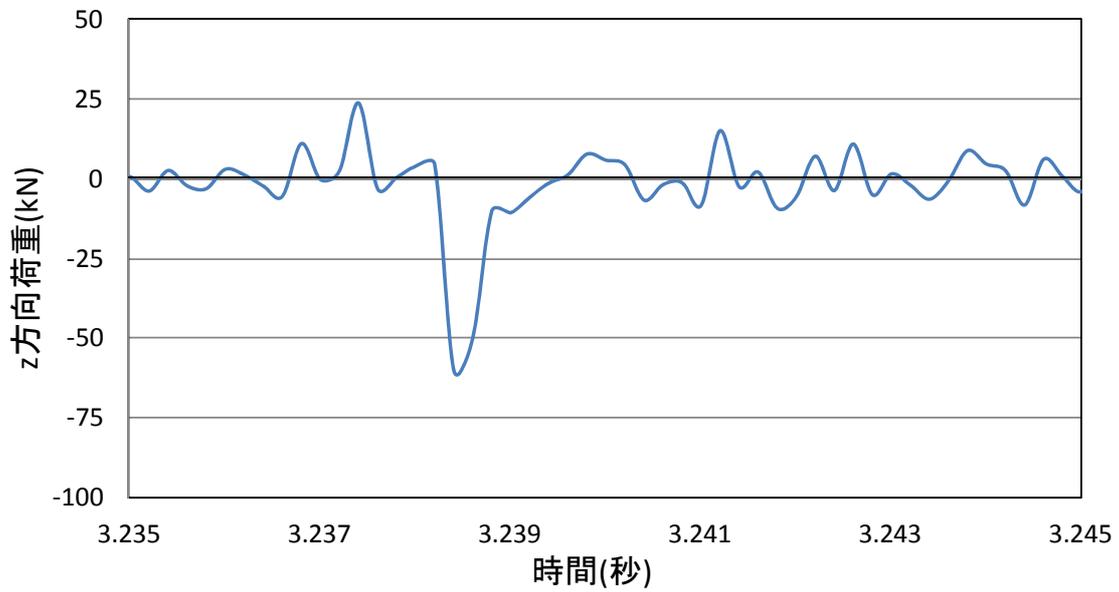


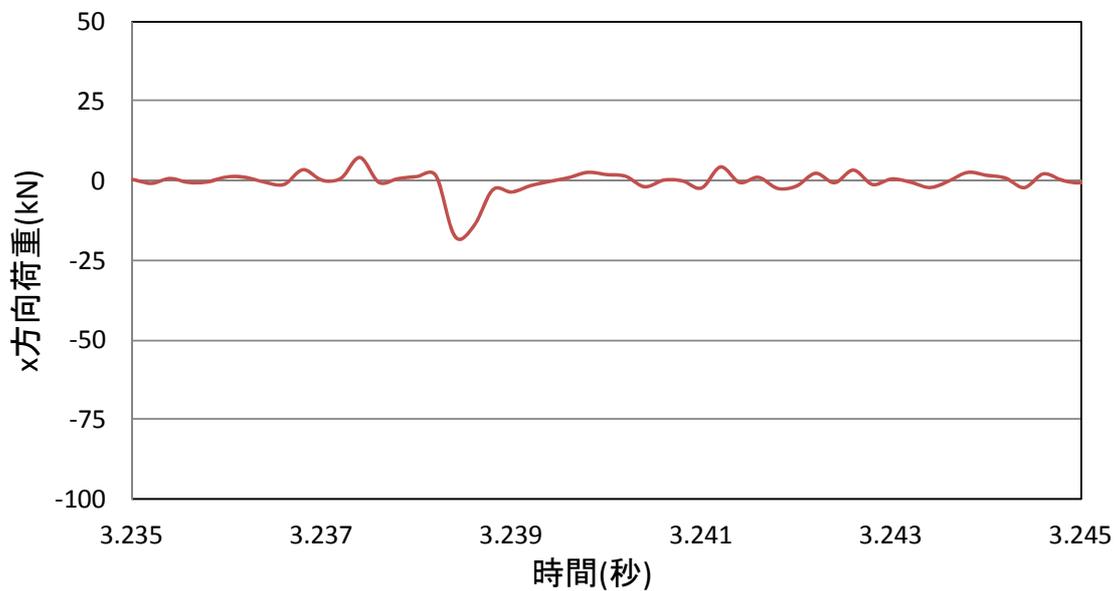
図 9.3.19 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(4) No.8 塊状 20cm

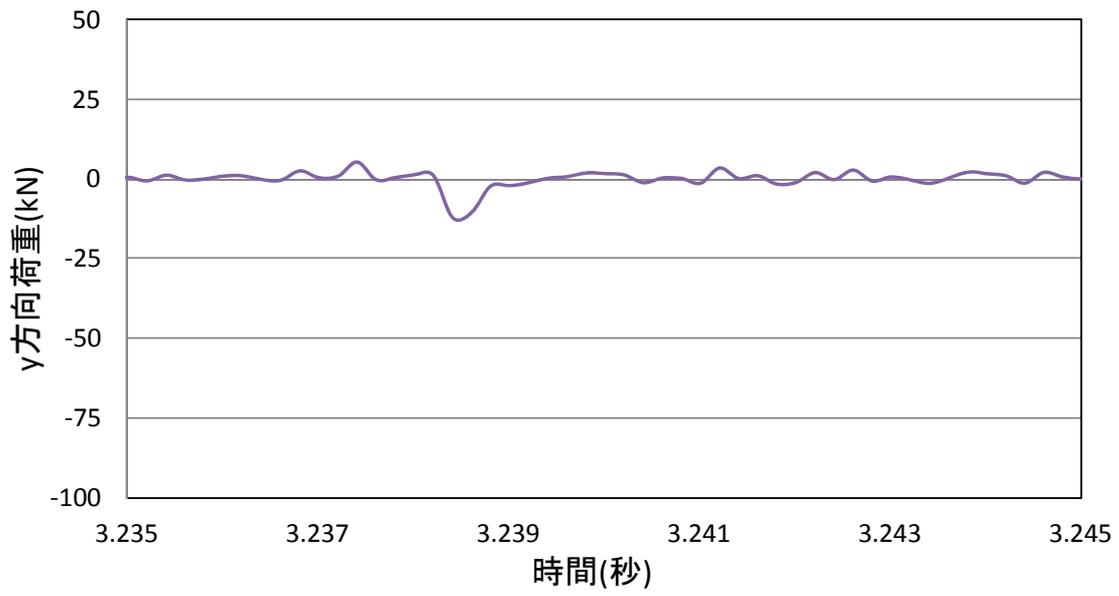
図 9.3.20 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.21 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 20 各荷重計で計測した分力の時刻歴

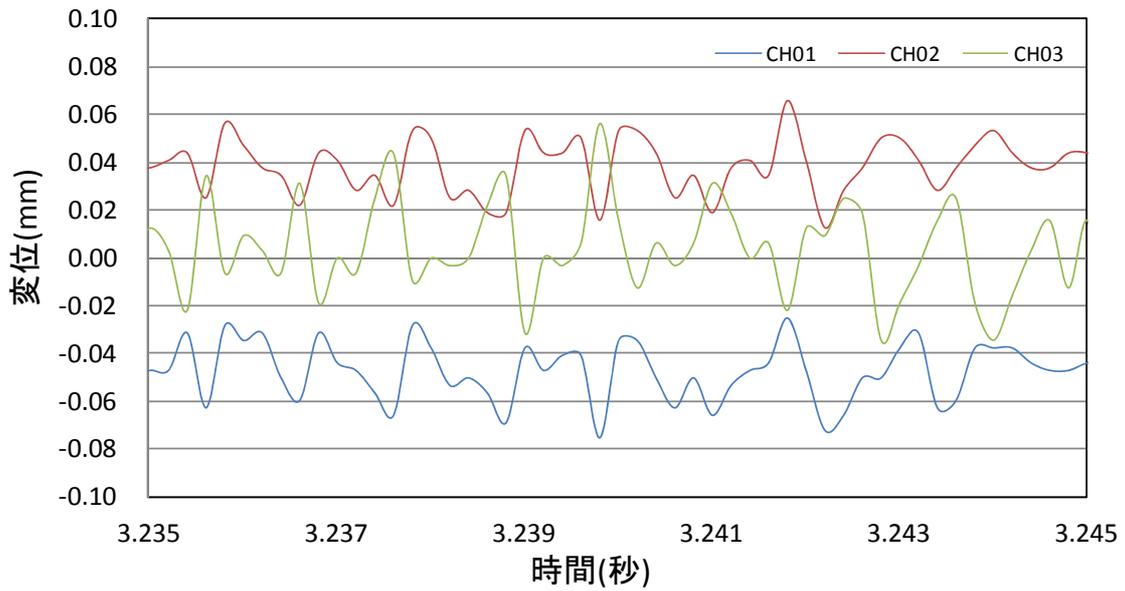
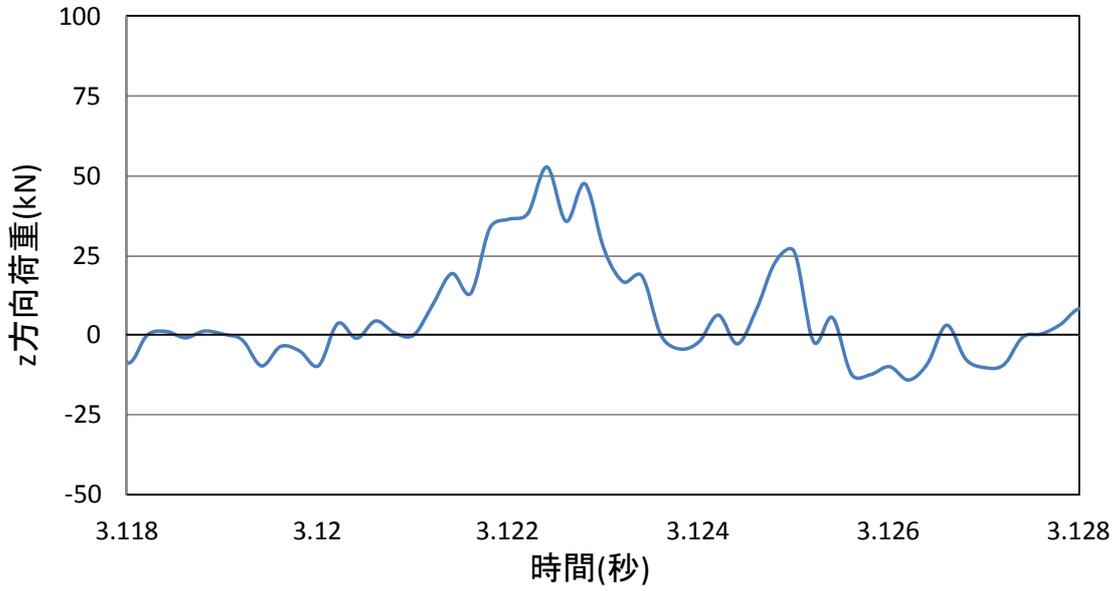


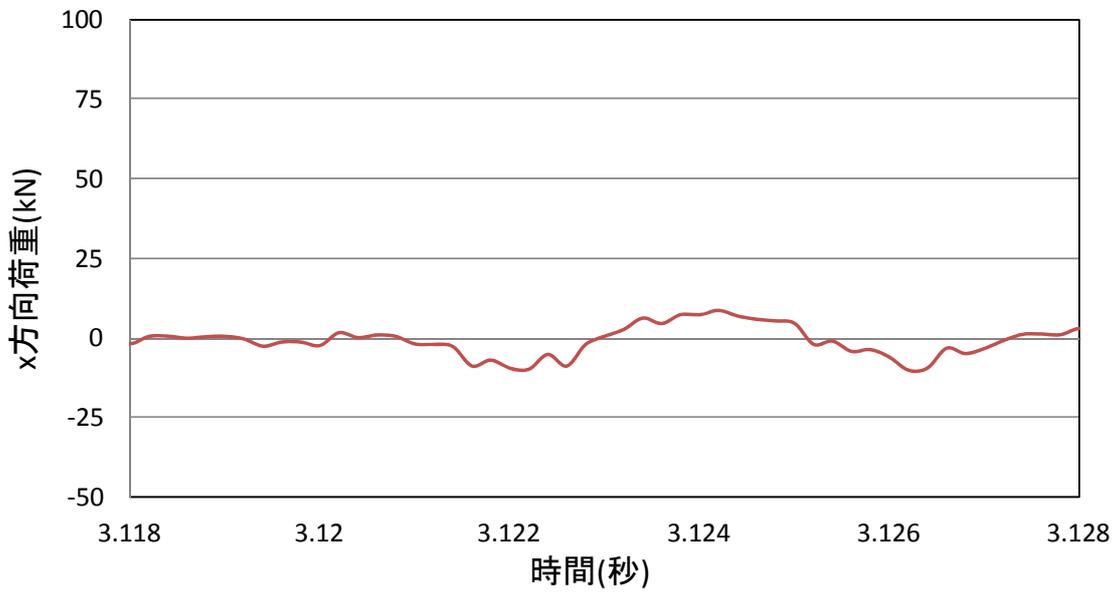
図 9. 3. 21 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(5) No.9 塊状 20cm

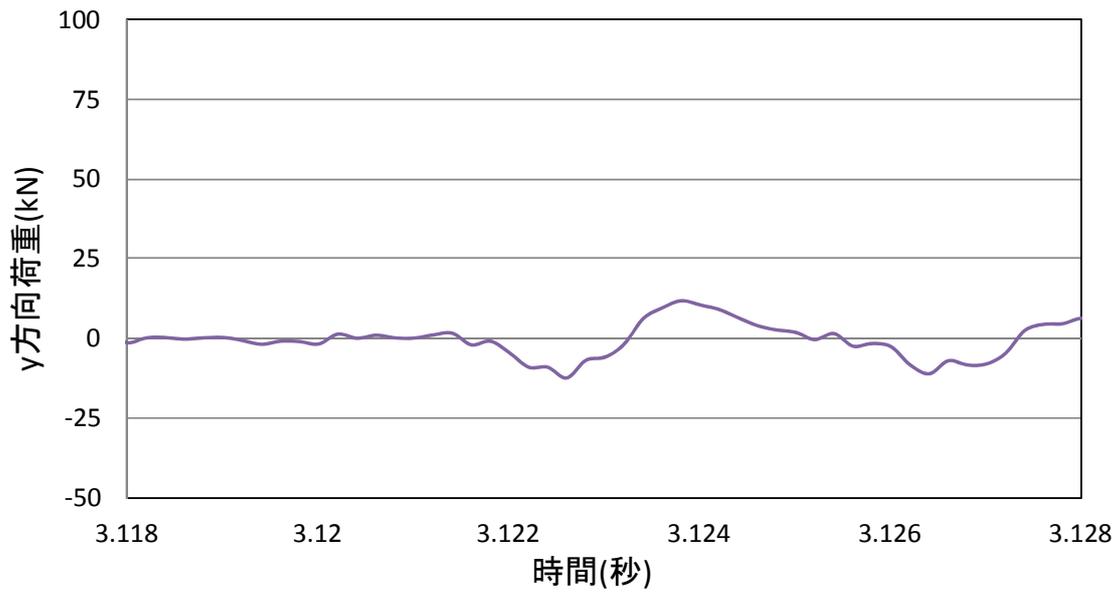
図 9.3.22 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また, 図 9.3.23 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 22 各荷重計で計測した分力の時刻歴

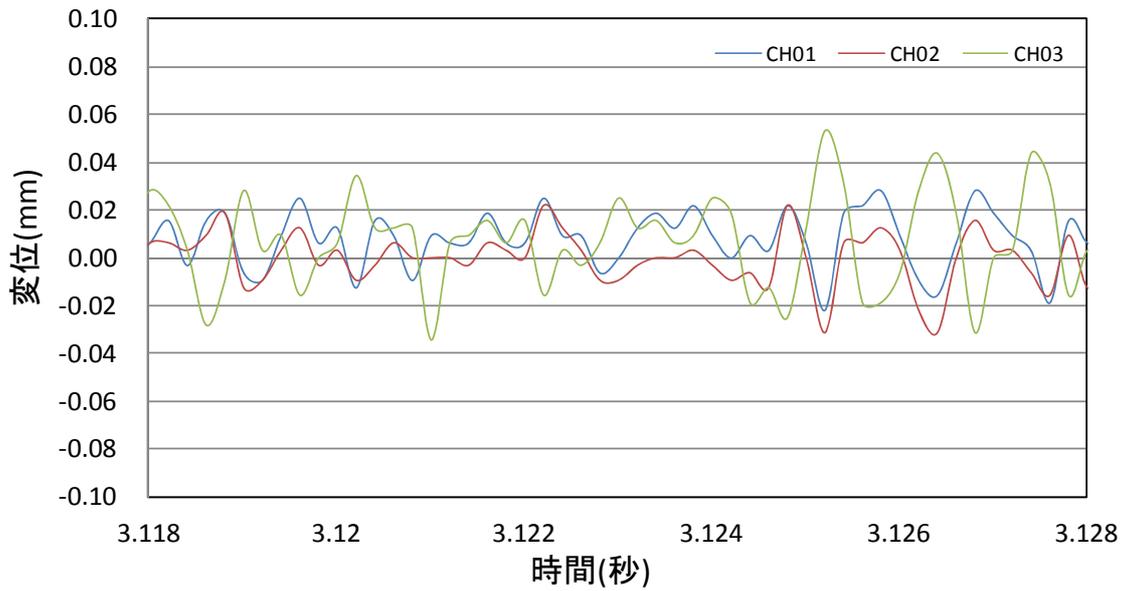
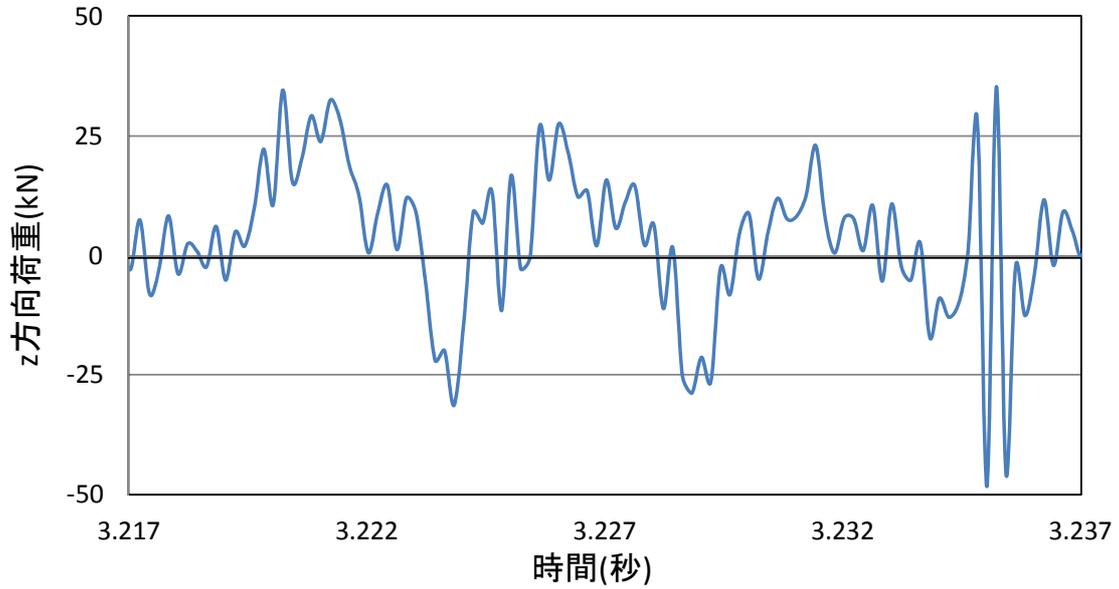


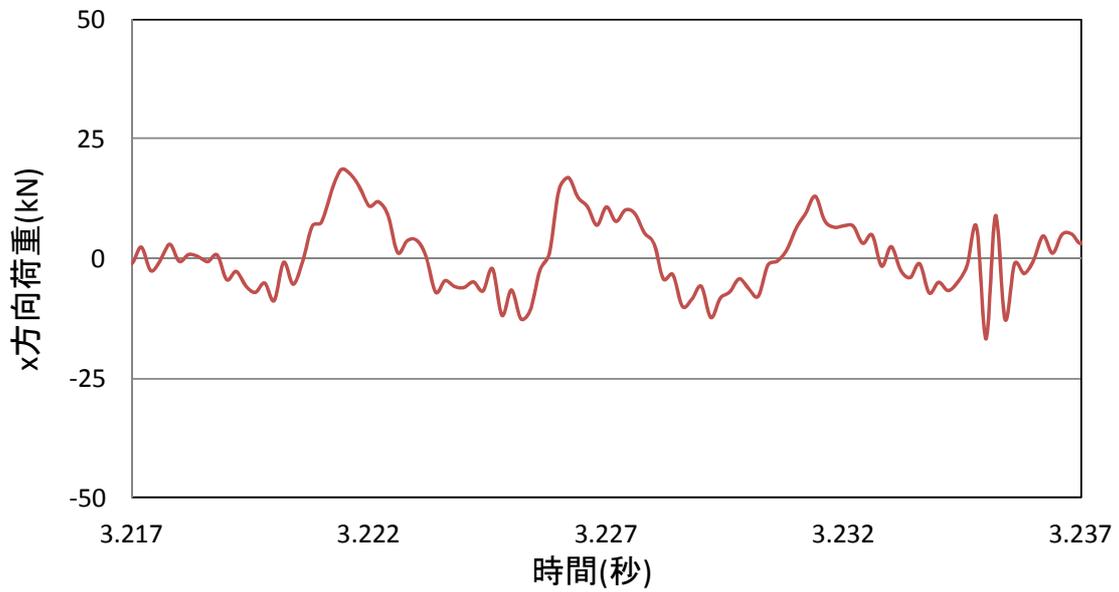
図 9. 3. 23 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(6) No.10 板状 20cm

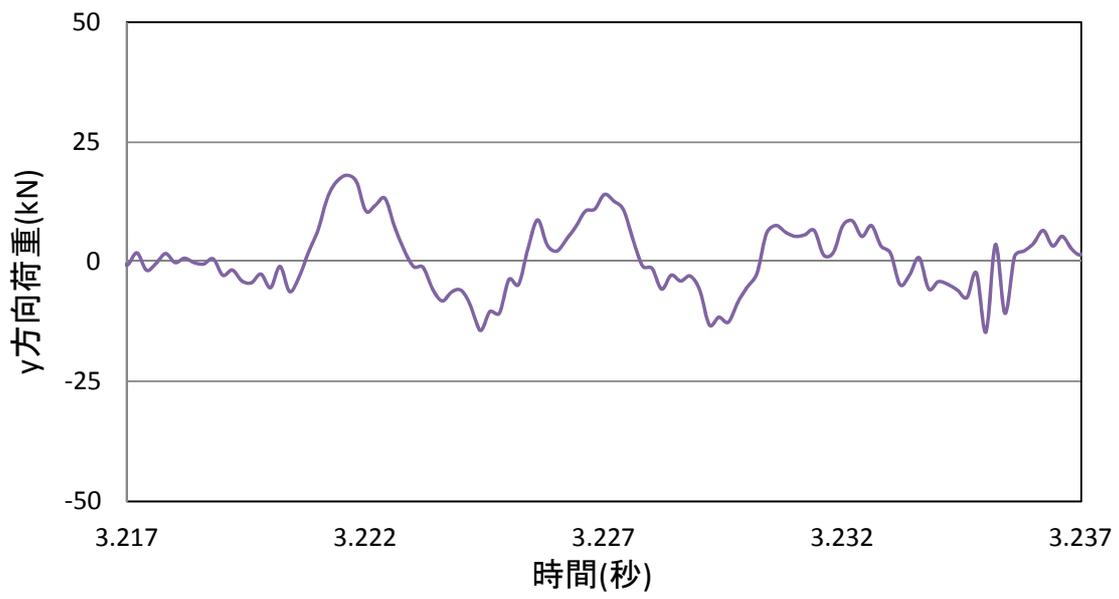
図 9.3.24 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.25 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 24 各荷重計で計測した分力の時刻歴

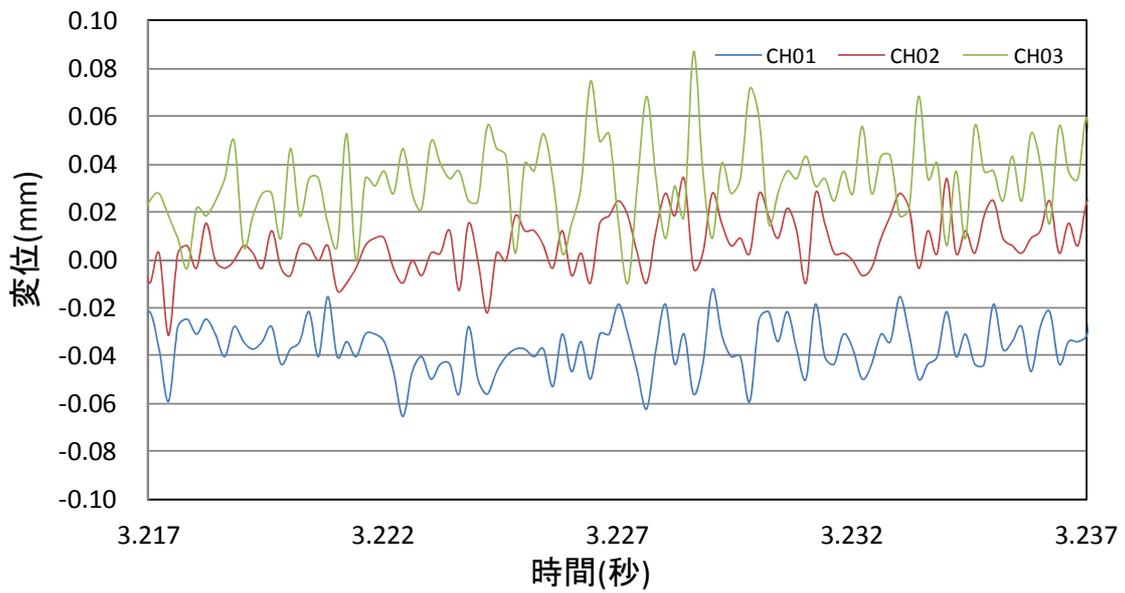
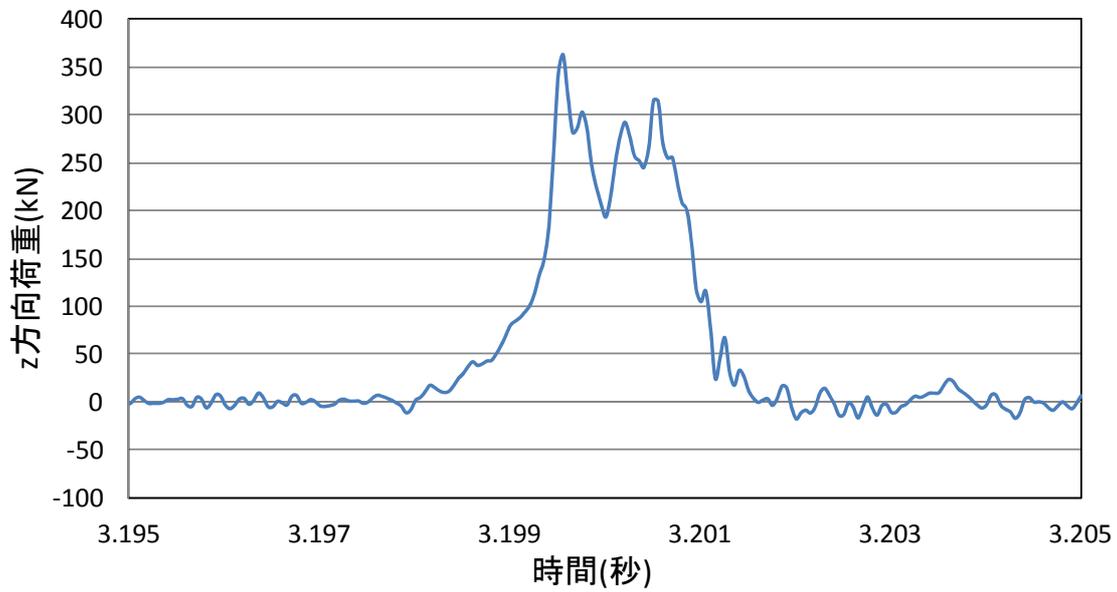


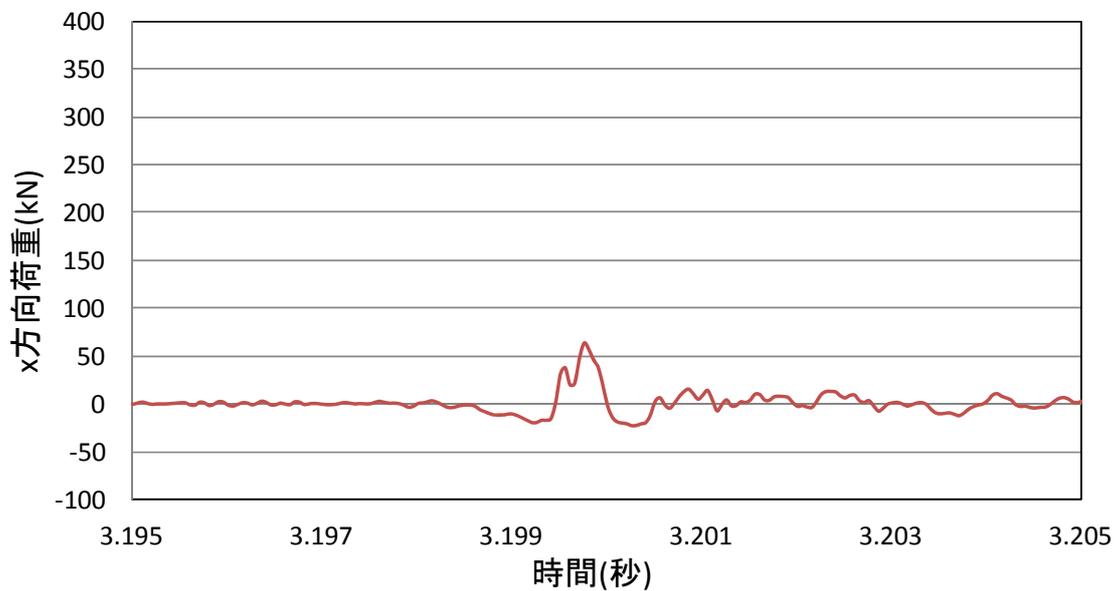
図 9. 3. 25 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(7) No.11 球形 40cm

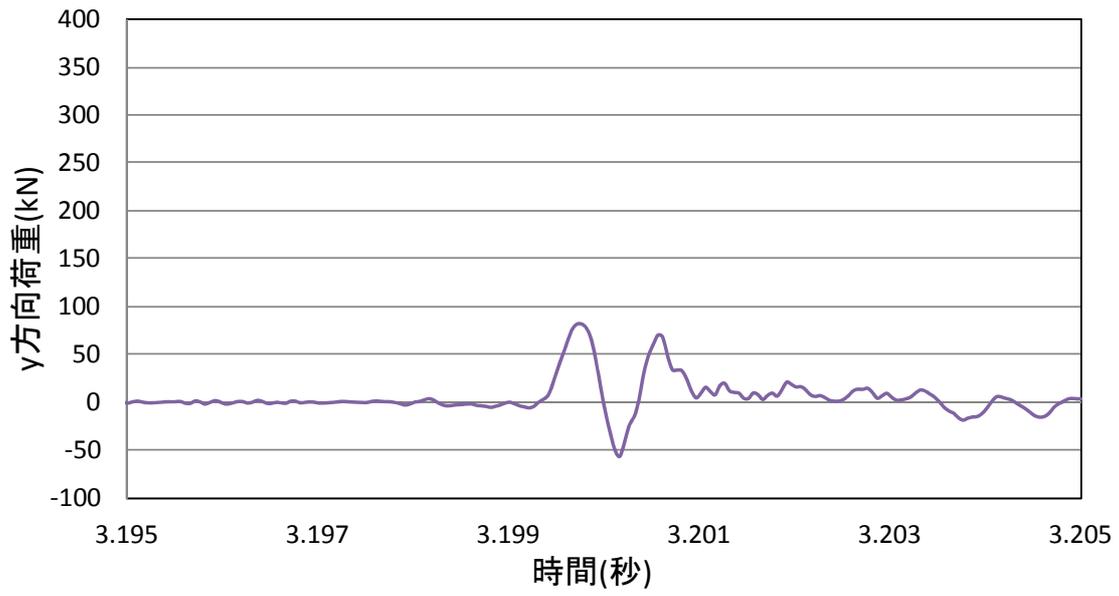
図 9.3.26 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.27 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 26 各荷重計で計測した分力の時刻歴

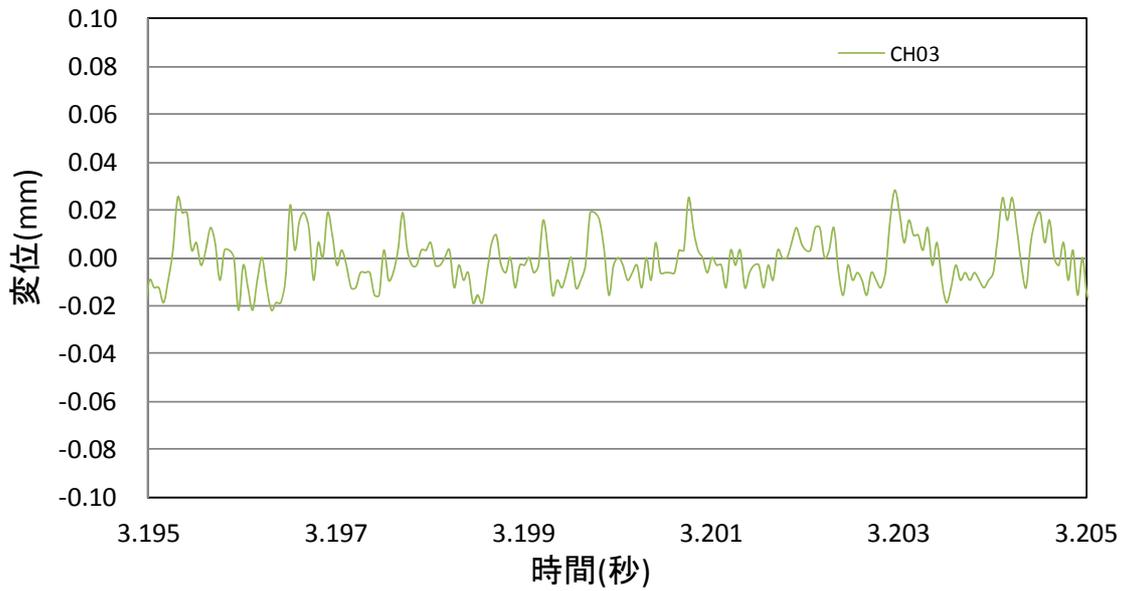
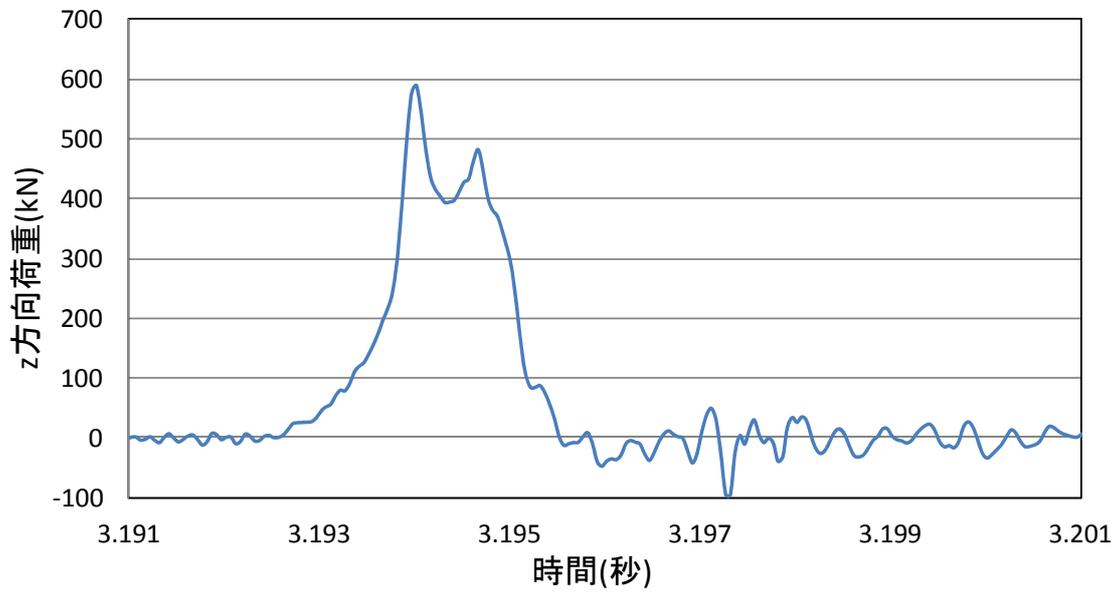


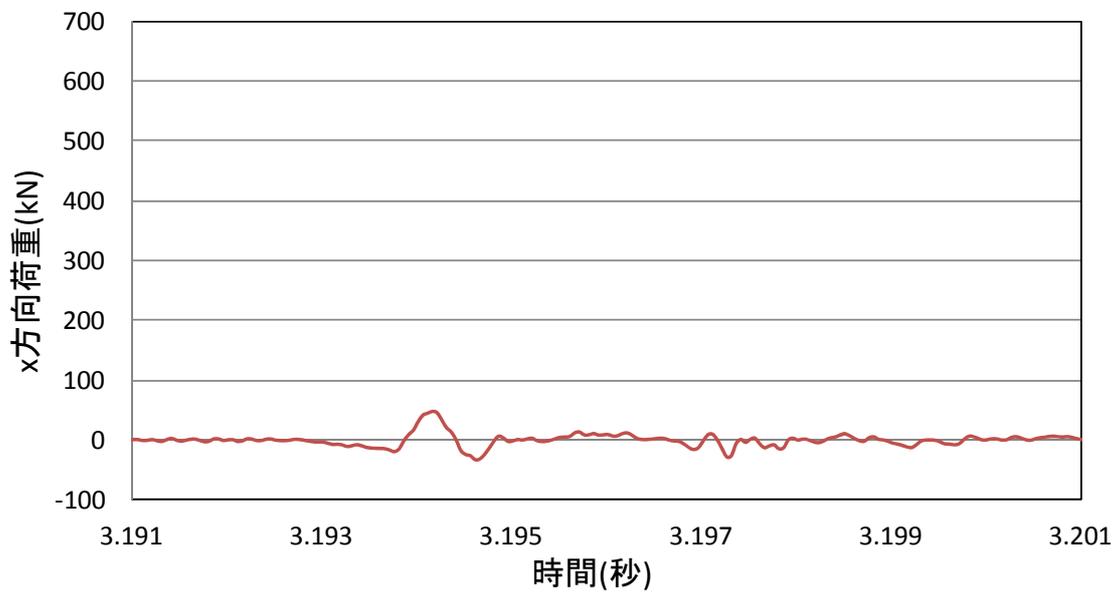
図 9. 3. 27 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(8) No.12 球形 40cm

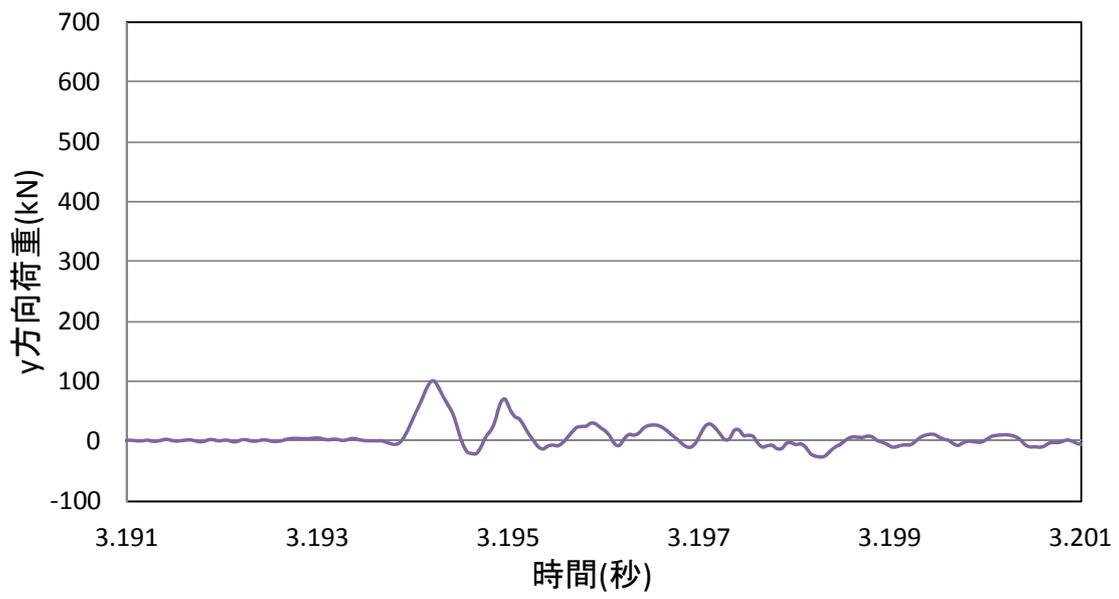
図 9.3.28 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.29 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 28 各荷重計で計測した分力の時刻歴

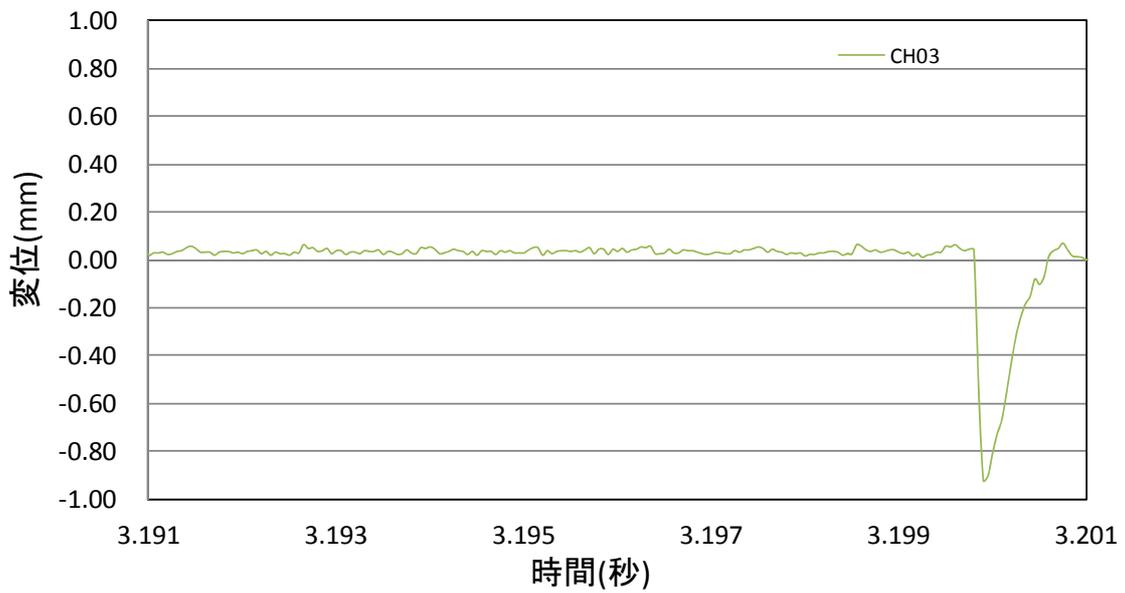
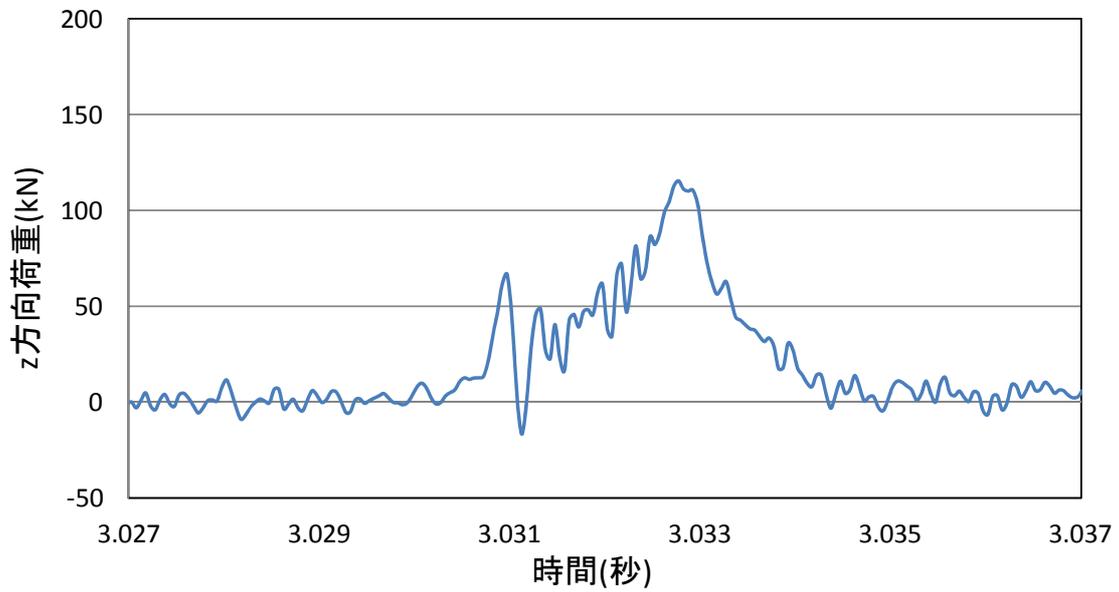


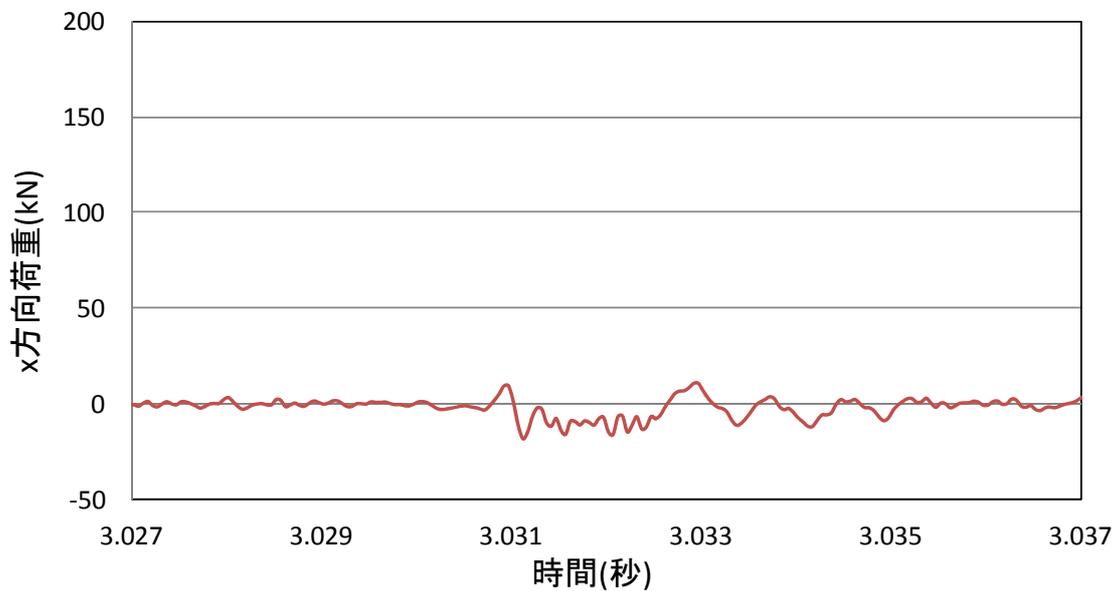
図 9. 3. 29 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(9) No.13 塊状 40cm

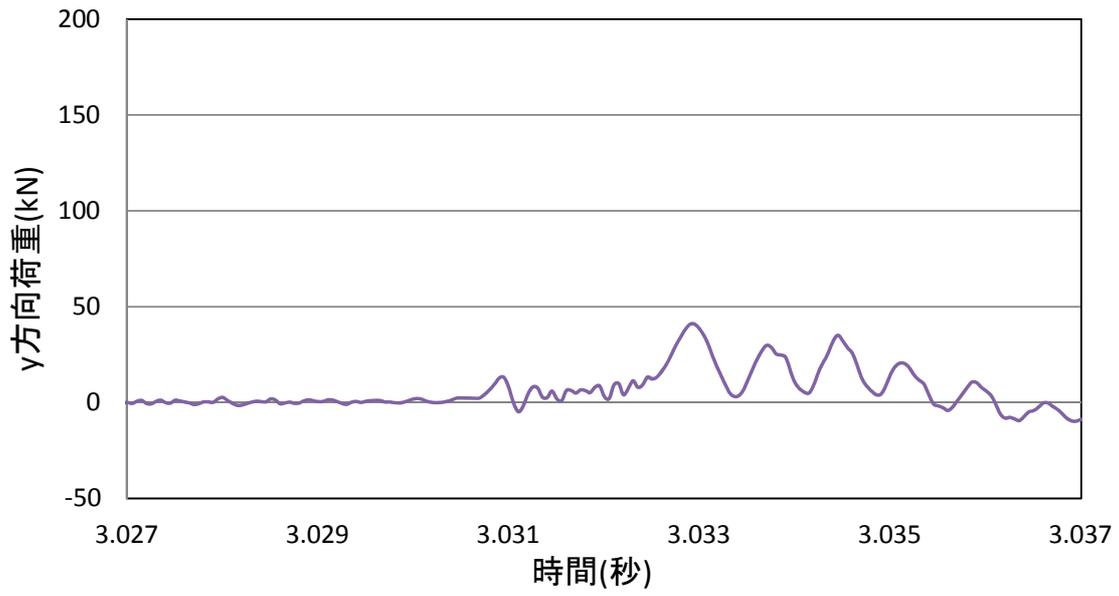
図 9.3.30 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.31 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 30 各荷重計で計測した分力の時刻歴

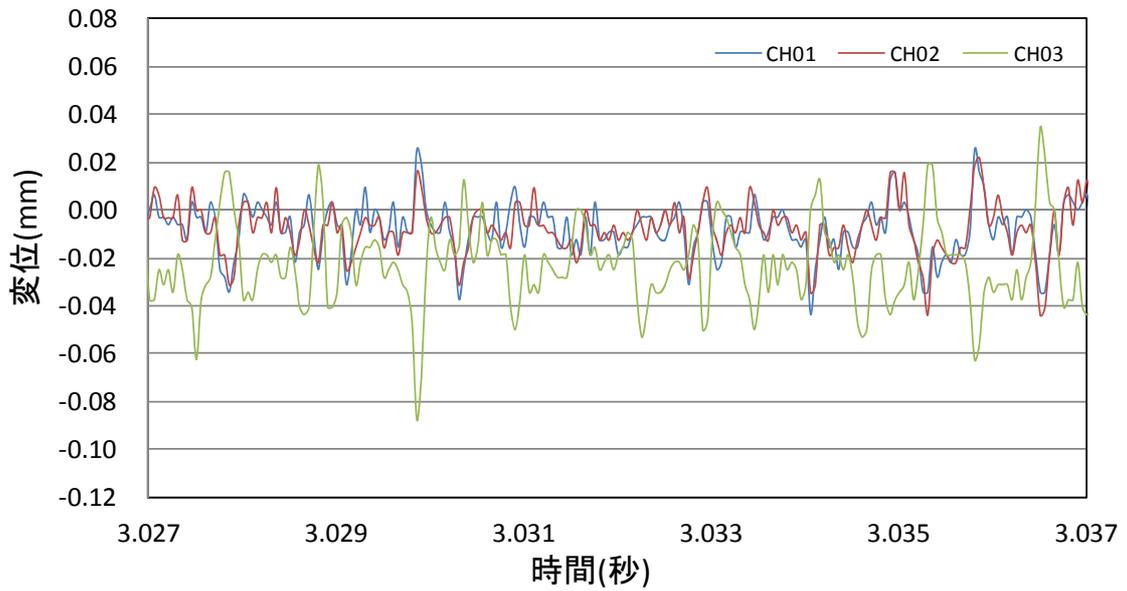
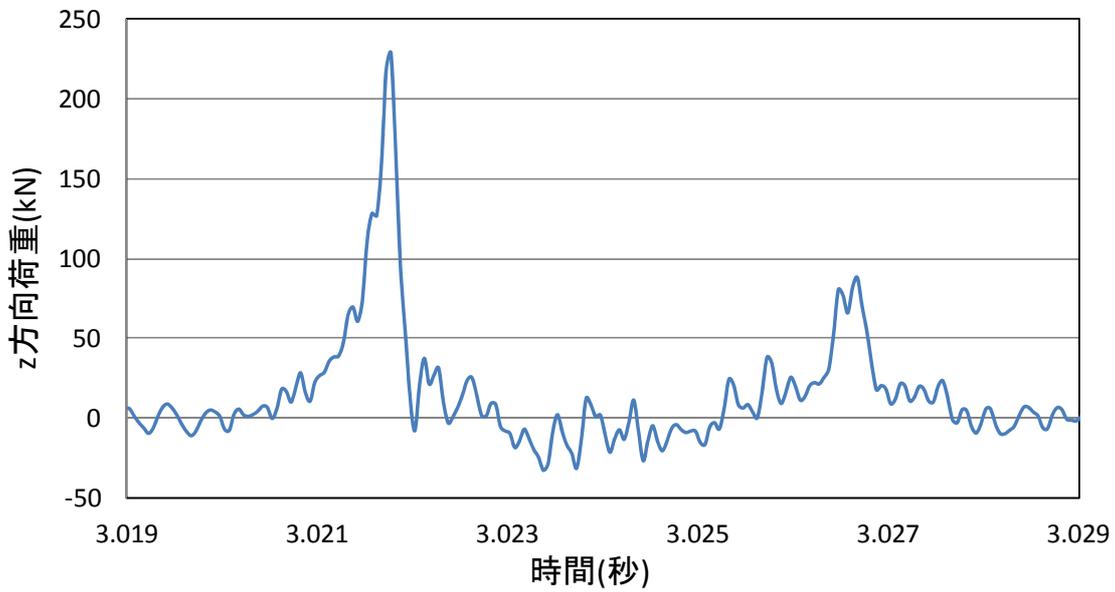


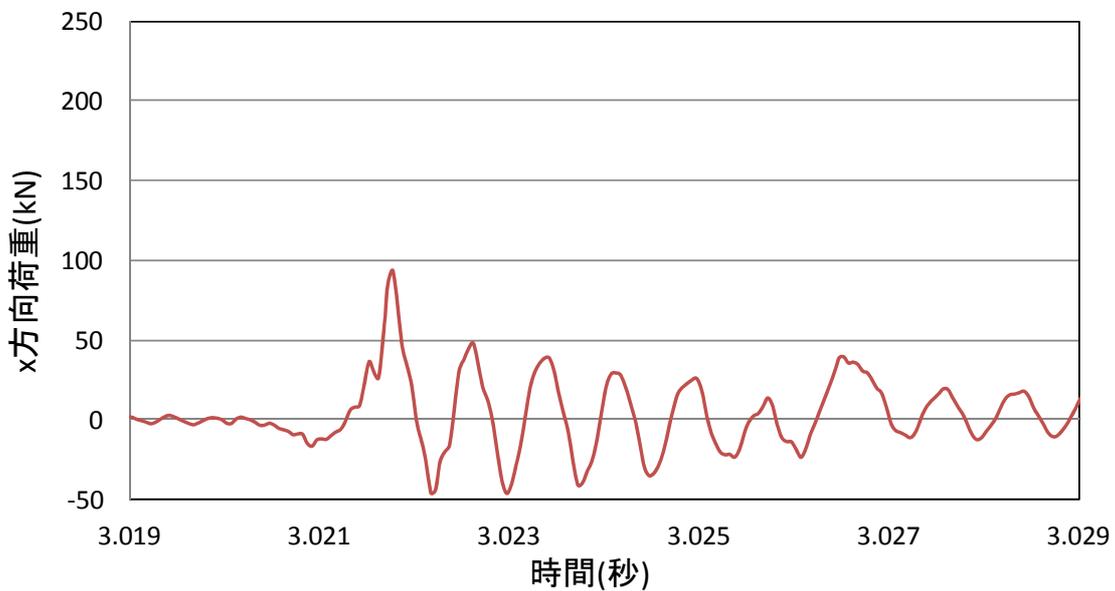
図 9. 3. 31 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(10) No.14 板状 40cm

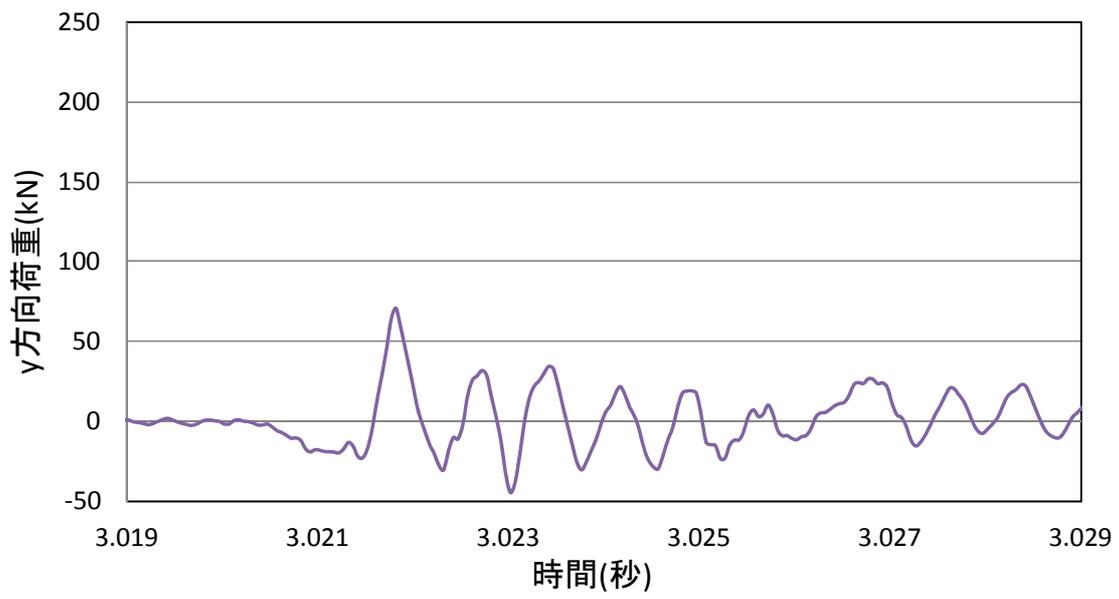
図 9.3.32 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.33 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 32 各荷重計で計測した分力の時刻歴

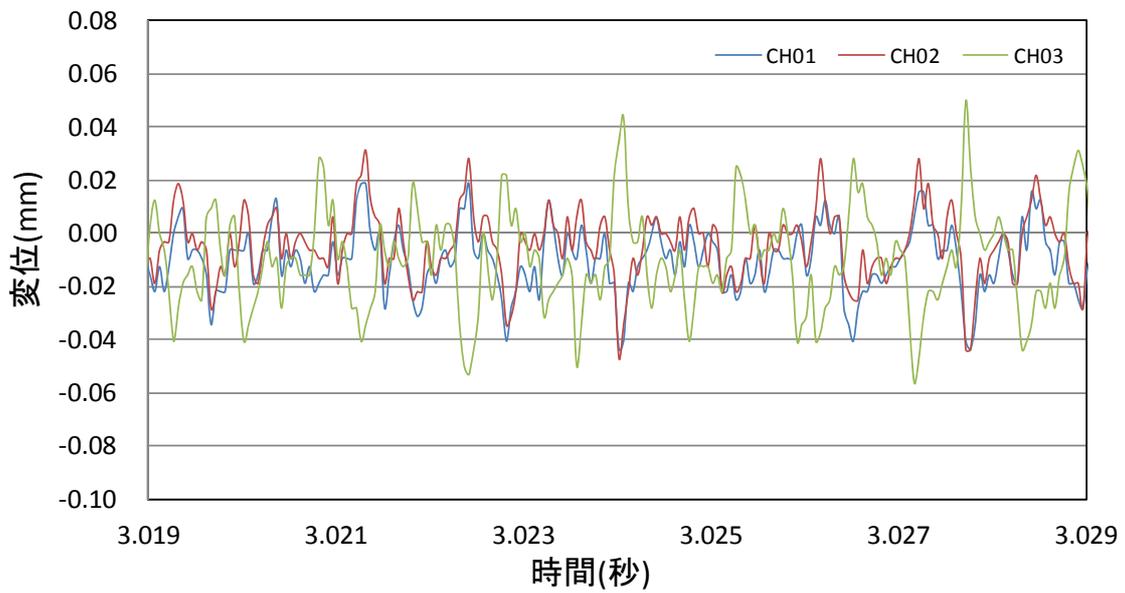
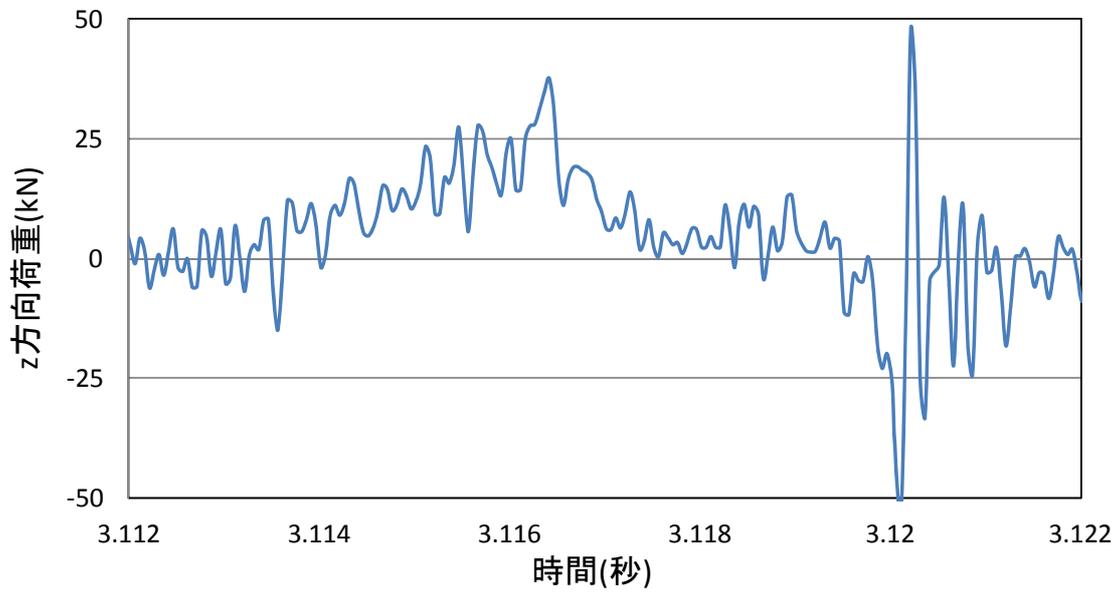


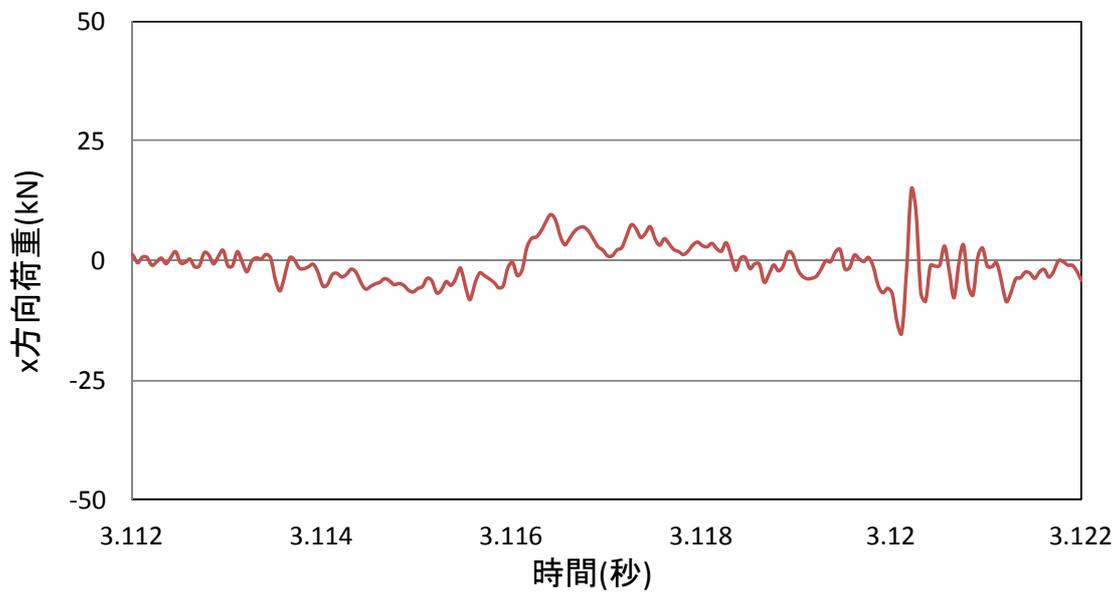
図 9. 3. 33 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(11) No.15 板状 20cm

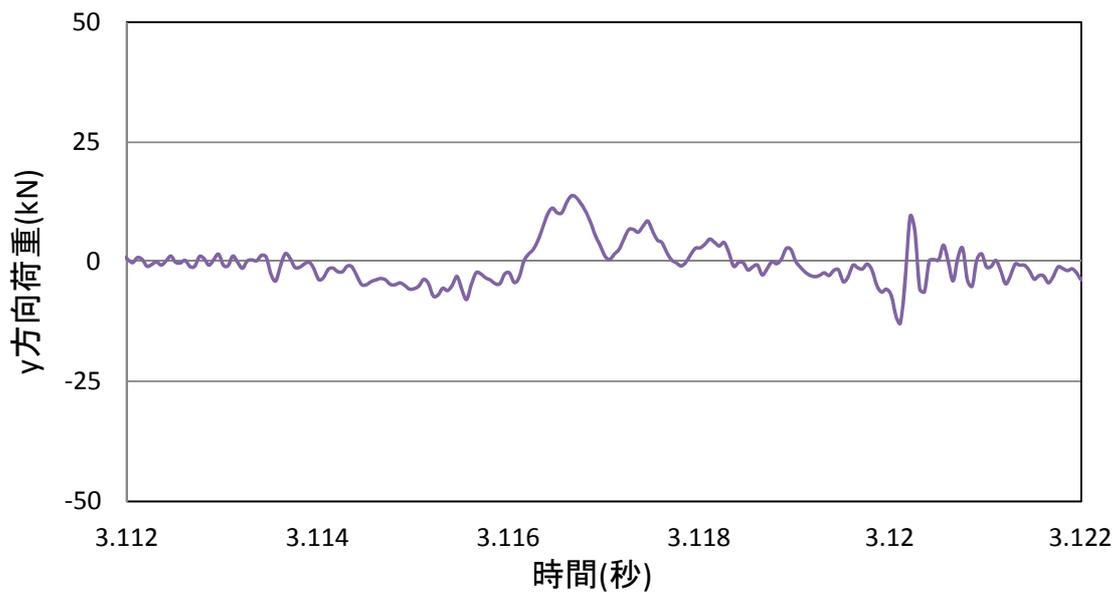
図 9.3.34 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.35 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 34 各荷重計で計測した分力の時刻歴

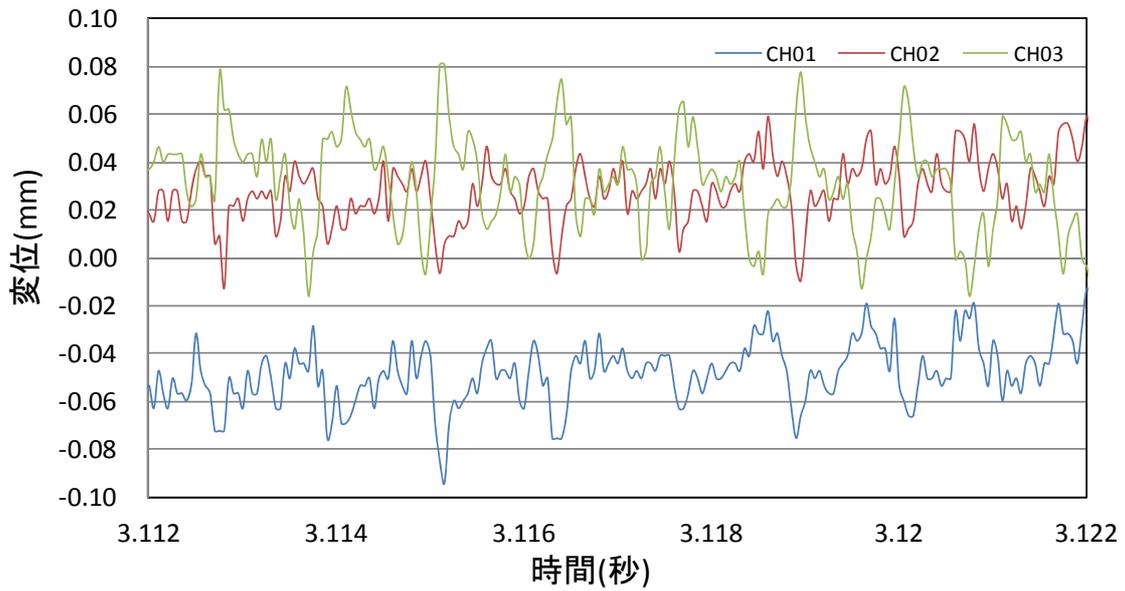
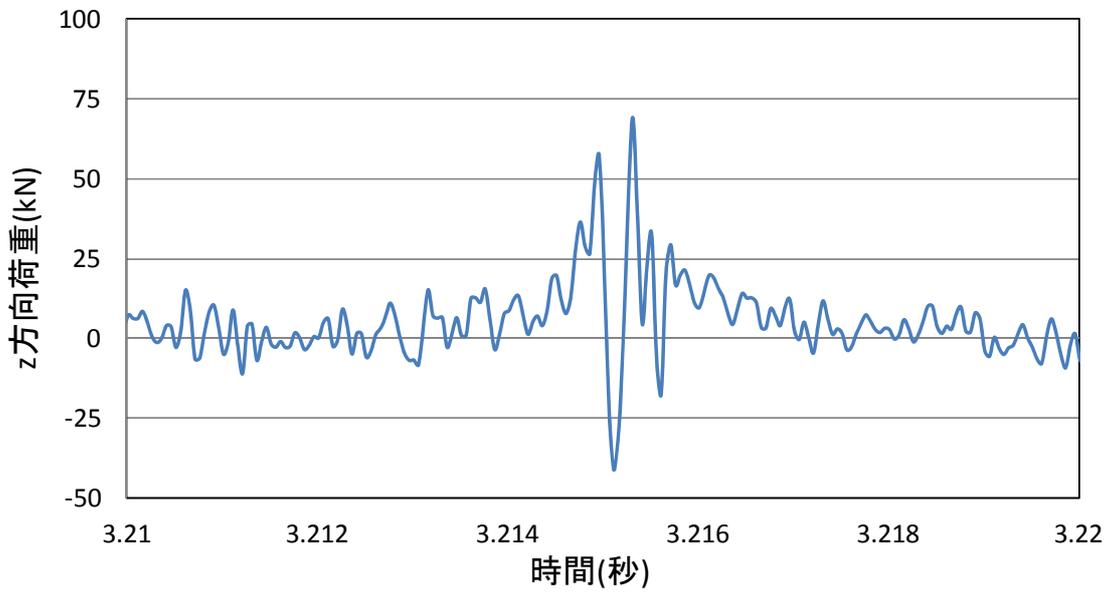


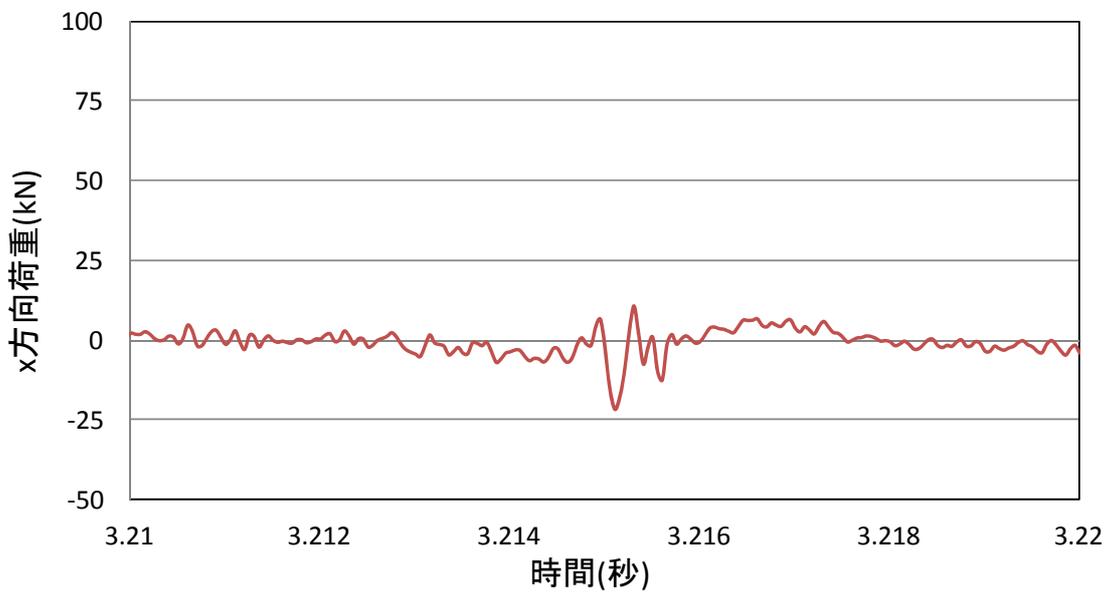
図 9. 3. 35 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(12) No.16 板状 20cm

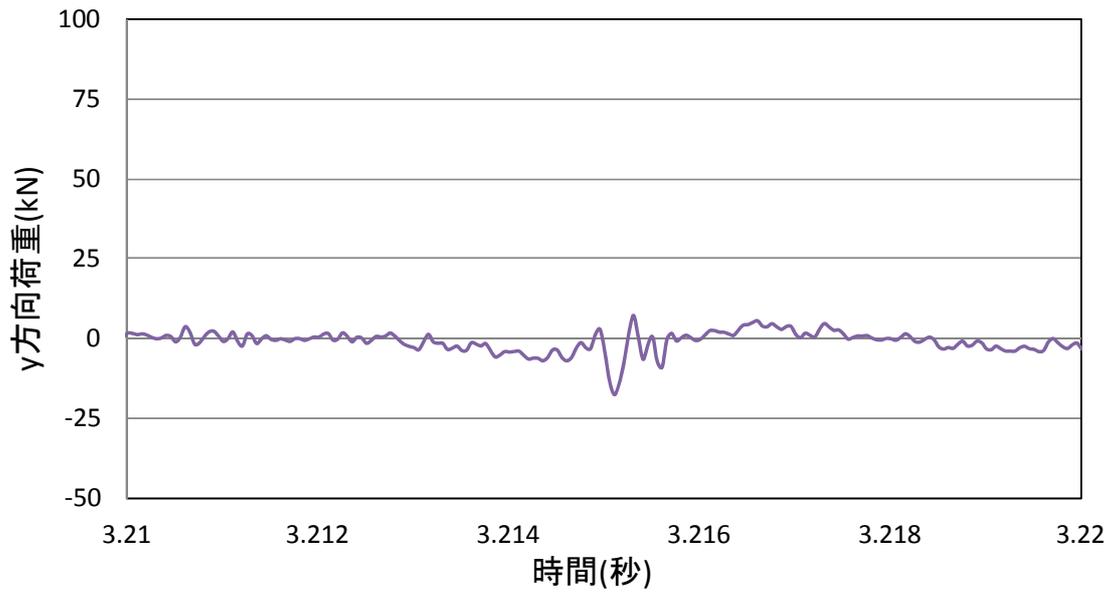
図 9.3.36 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.37 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 36 各荷重計で計測した分力の時刻歴

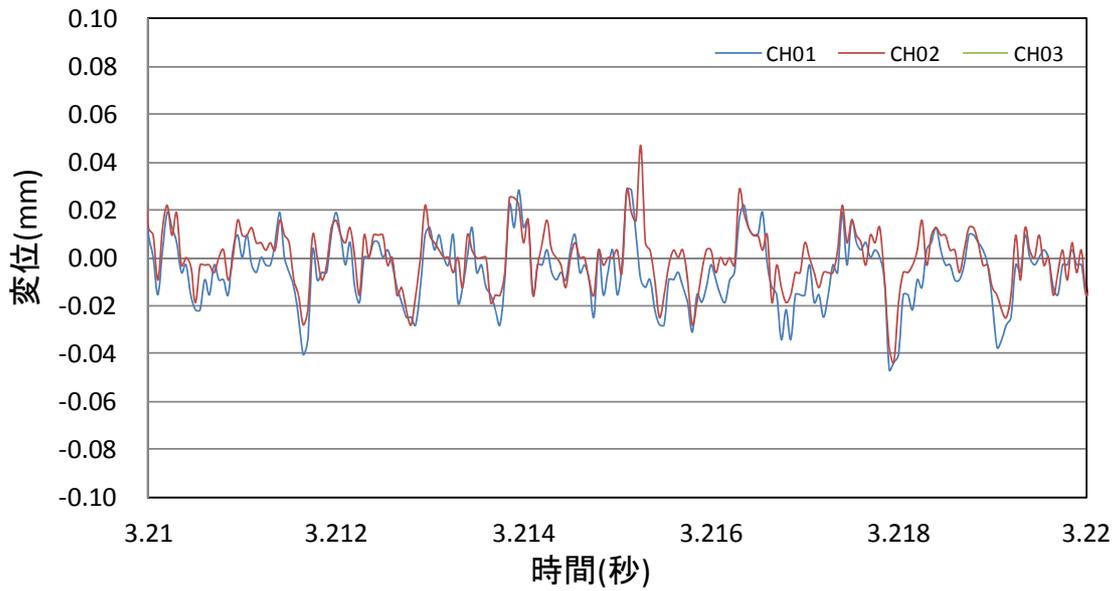
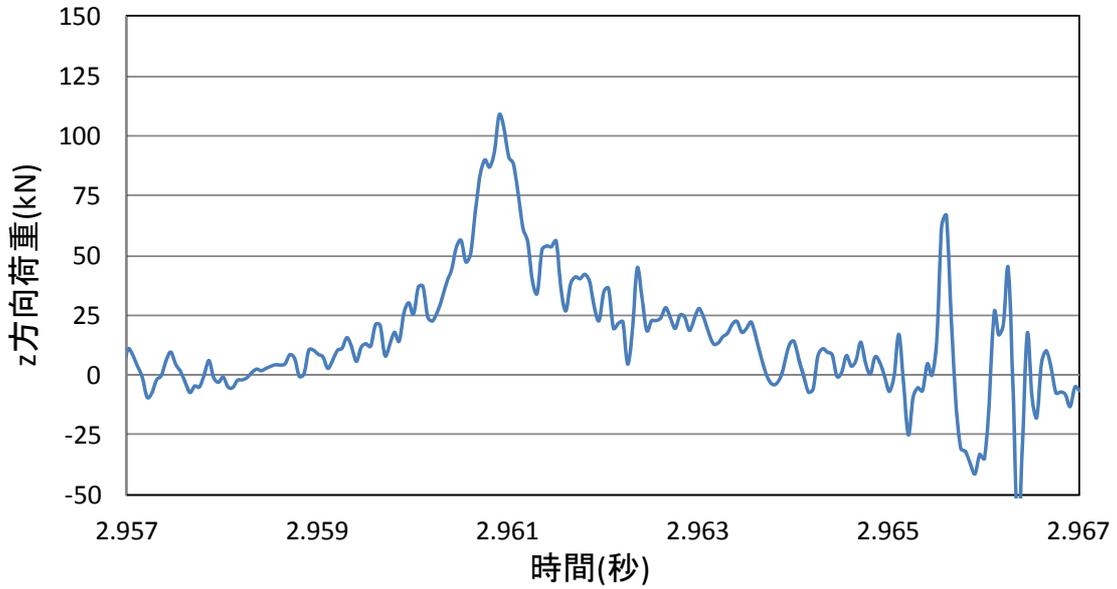


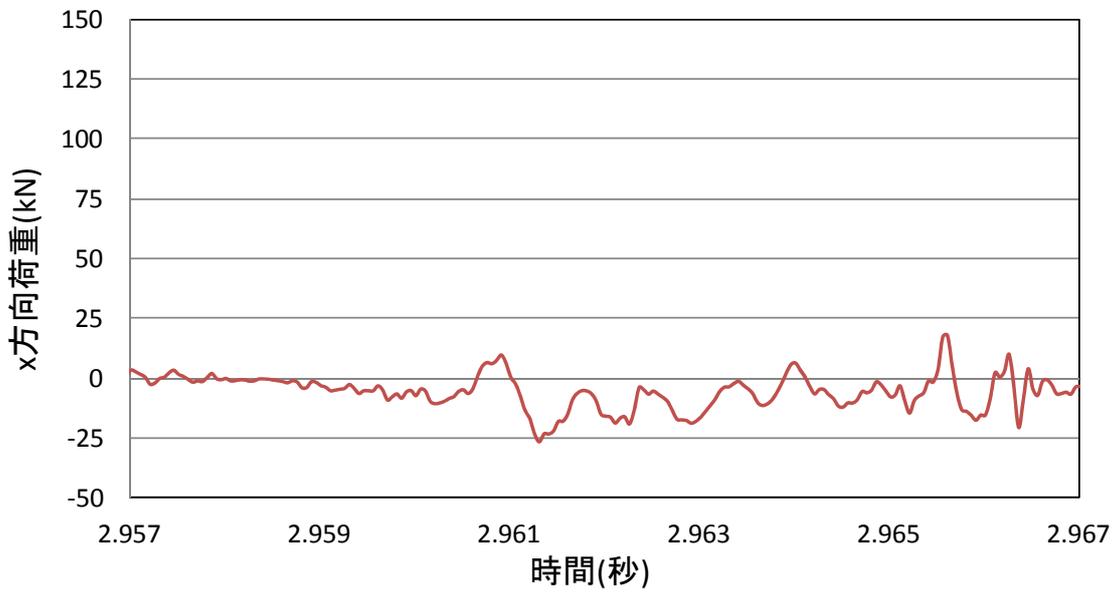
図 9. 3. 37 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(13) No.17 塊状 40cm

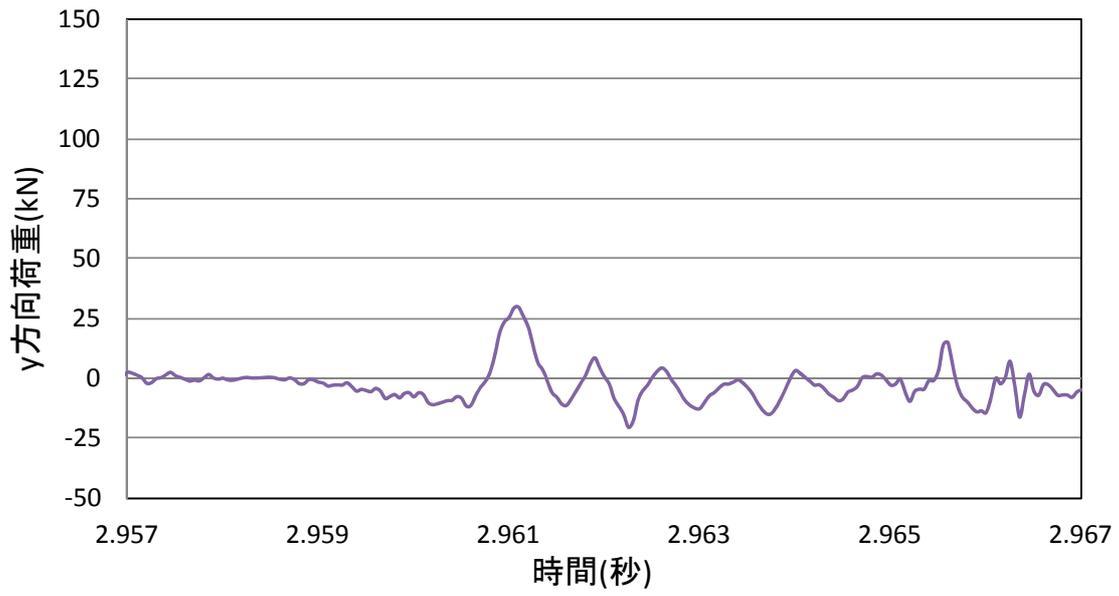
図 9.3.38 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.39 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 38 各荷重計で計測した分力の時刻歴

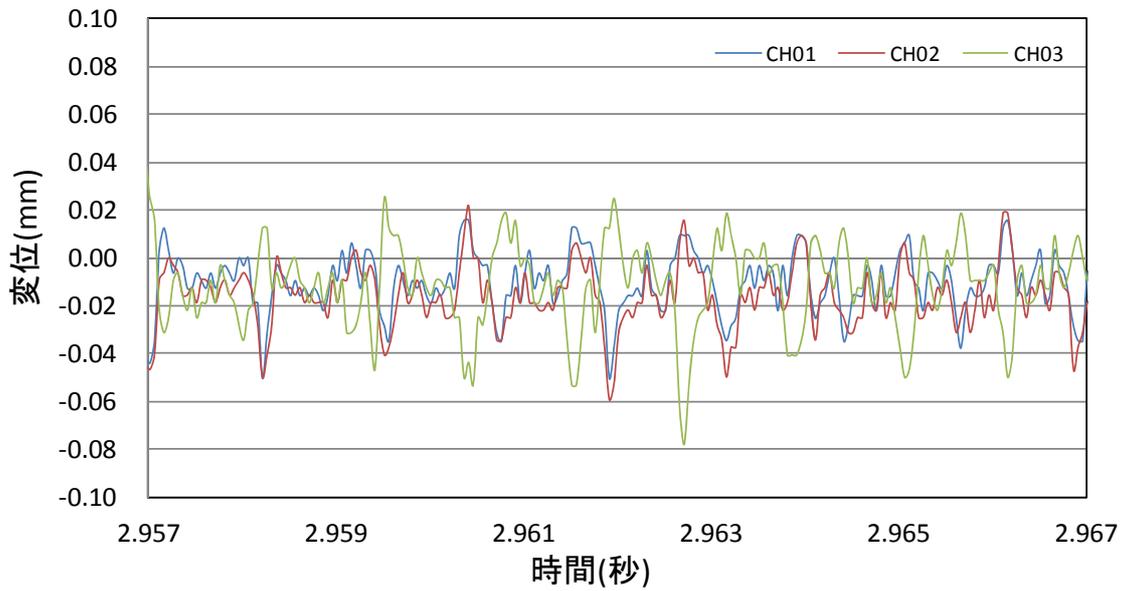
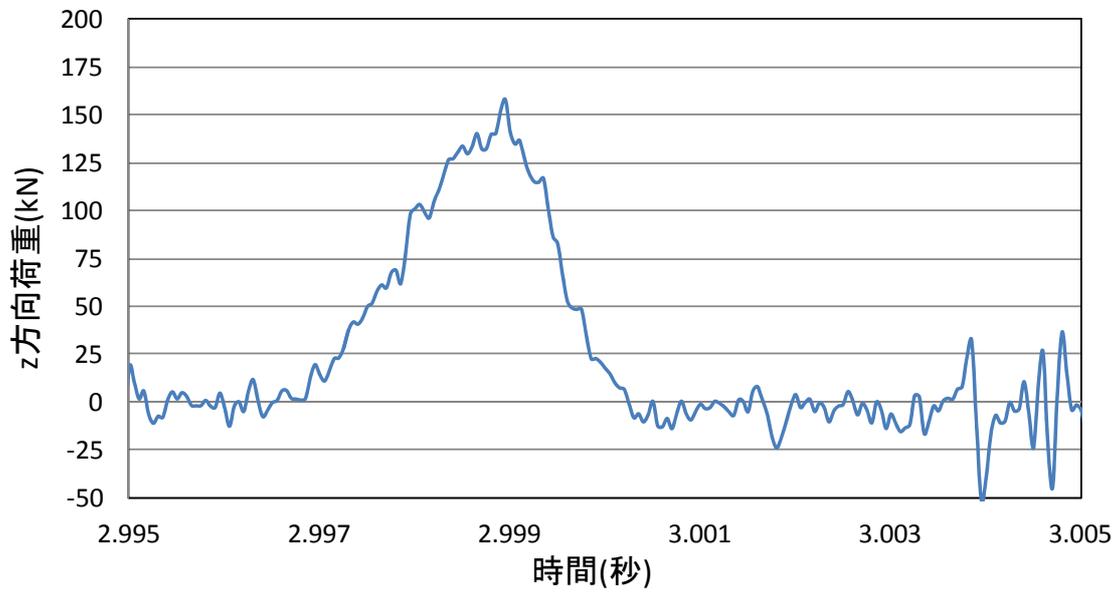


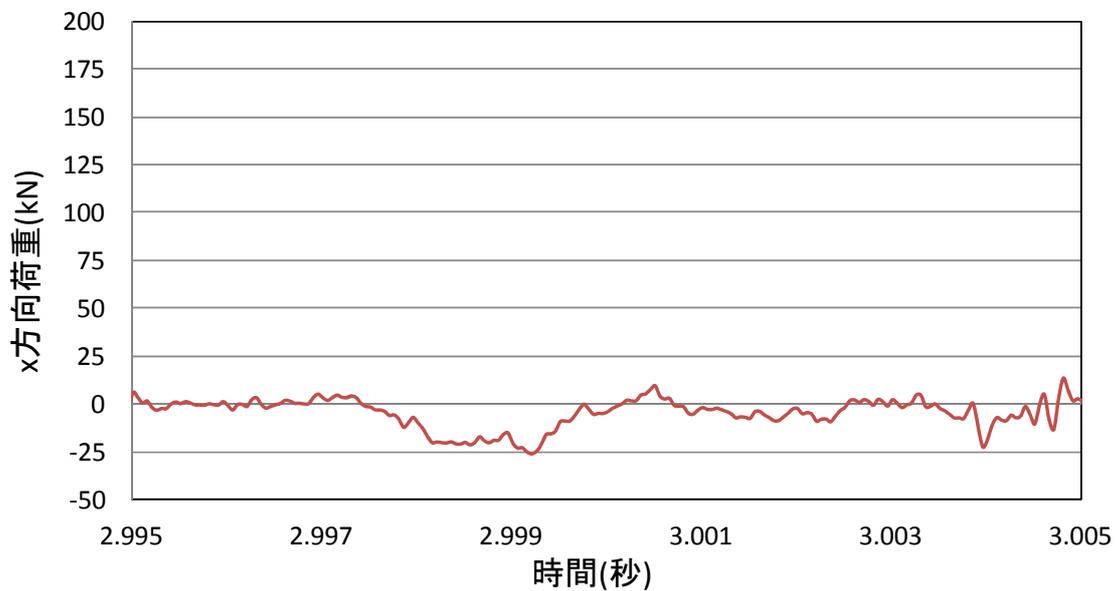
図 9. 3. 39 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(14) No.18 塊状 40cm

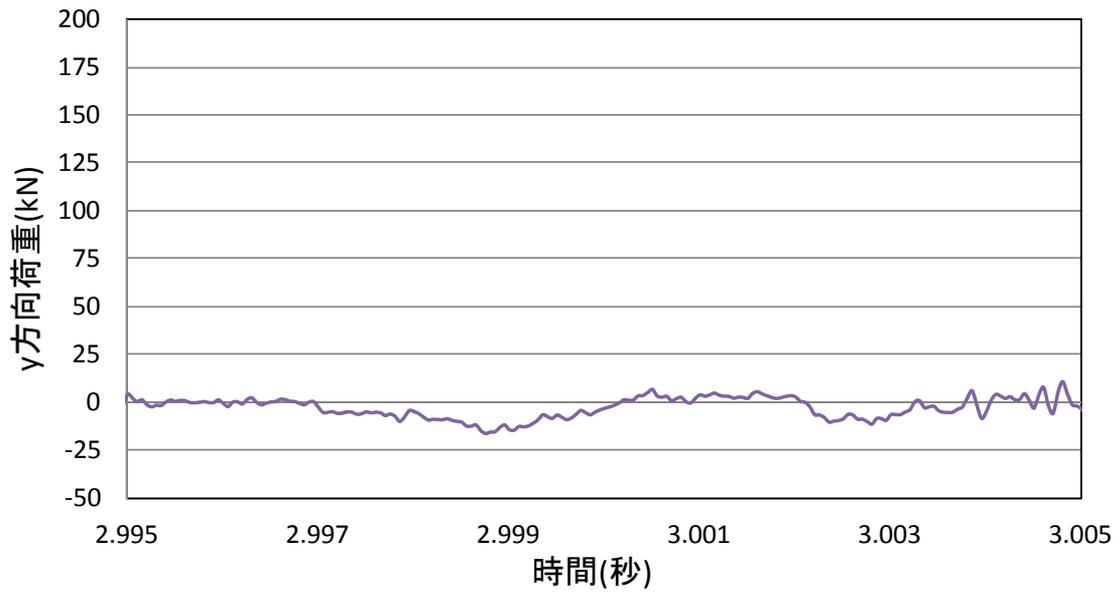
図 9.3.40 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.41 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 40 各荷重計で計測した分力の時刻歴

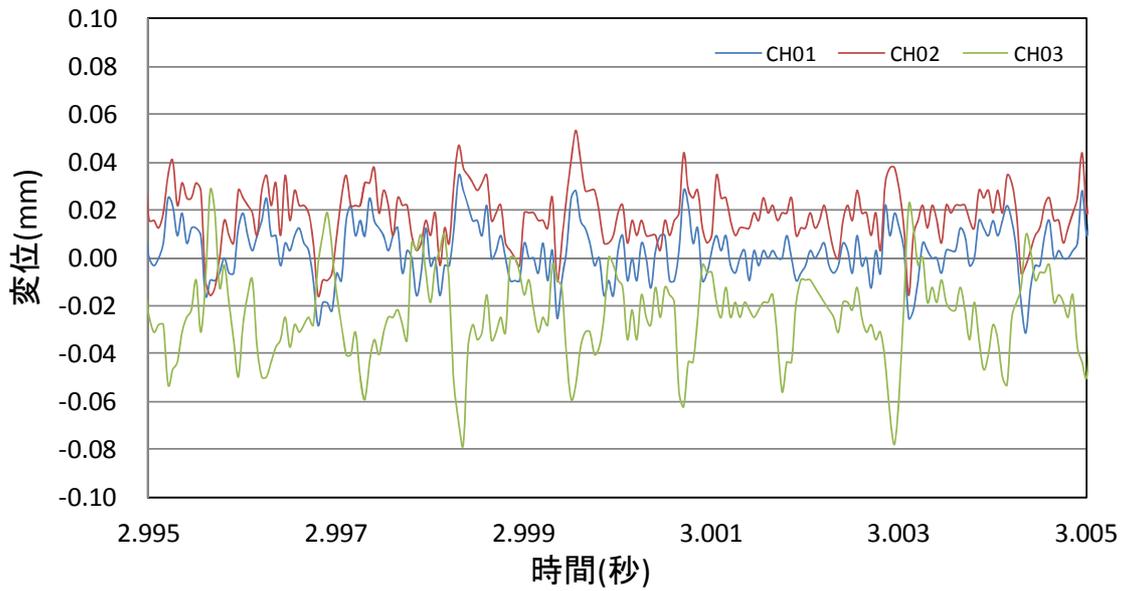
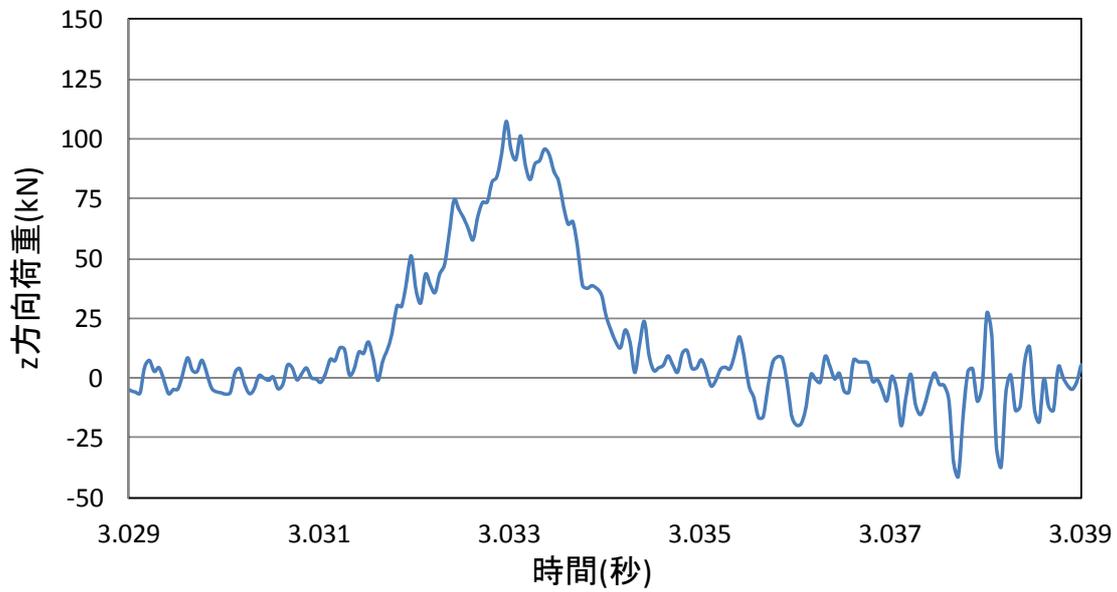


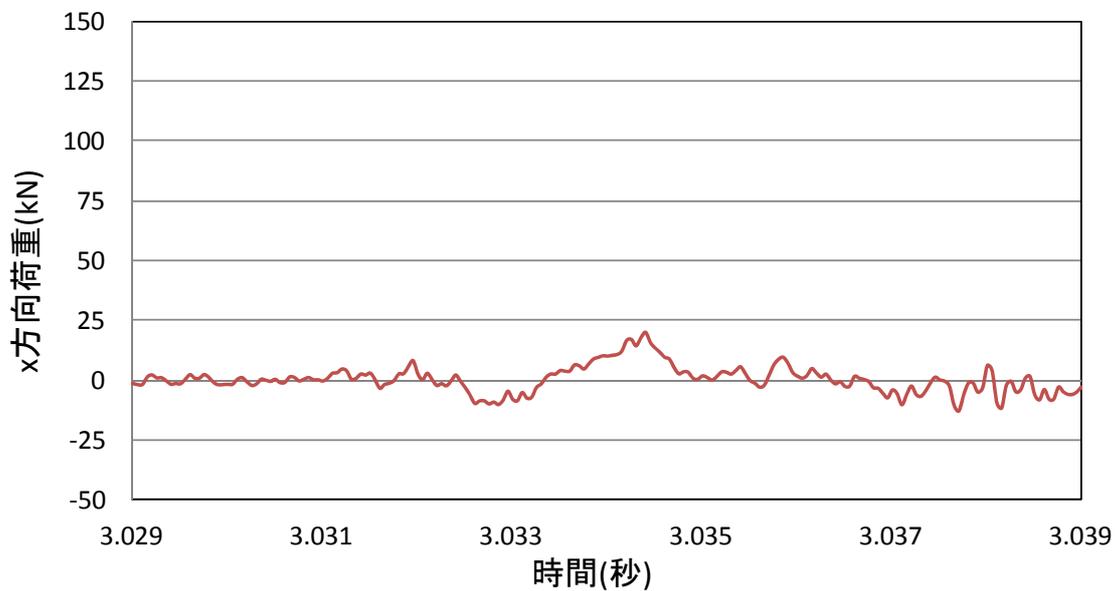
図 9. 3. 41 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(15) No.19 板状 40cm

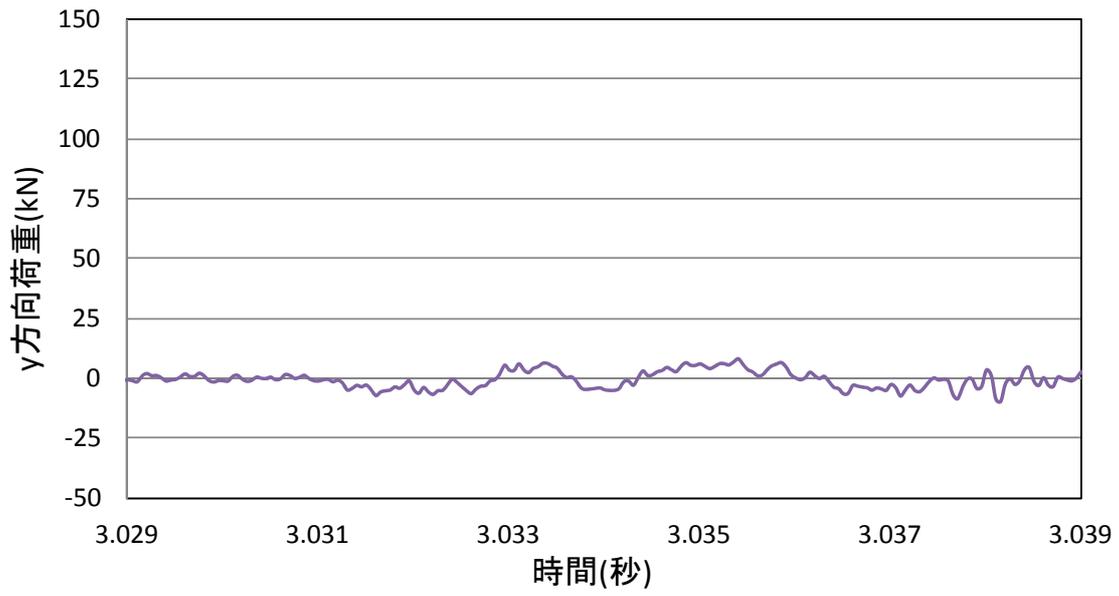
図 9.3.42 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.43 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 42 各荷重計で計測した分力の時刻歴

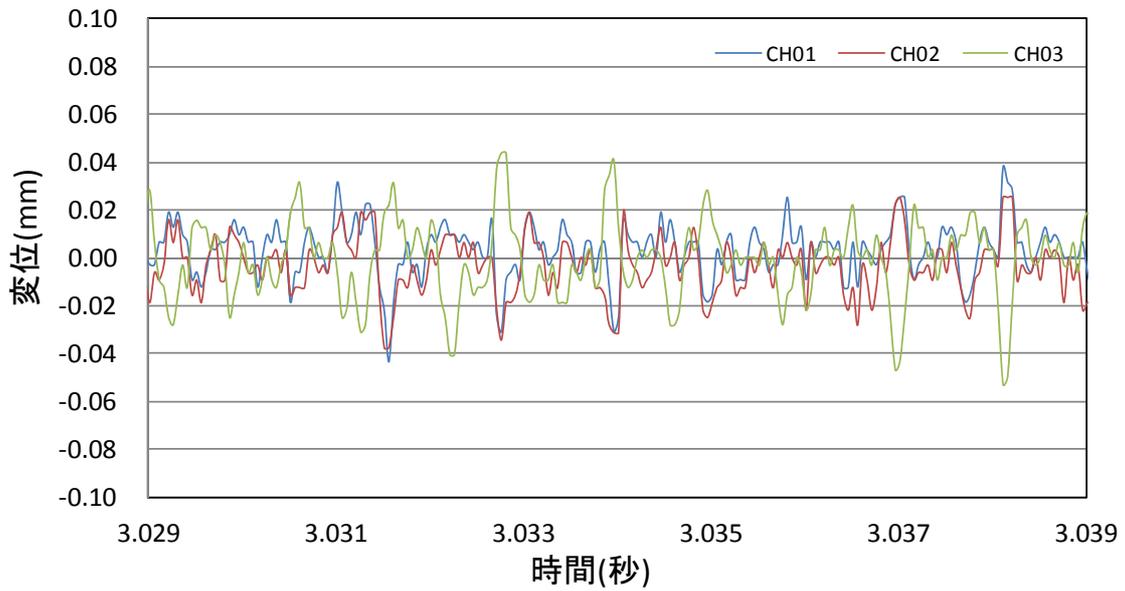
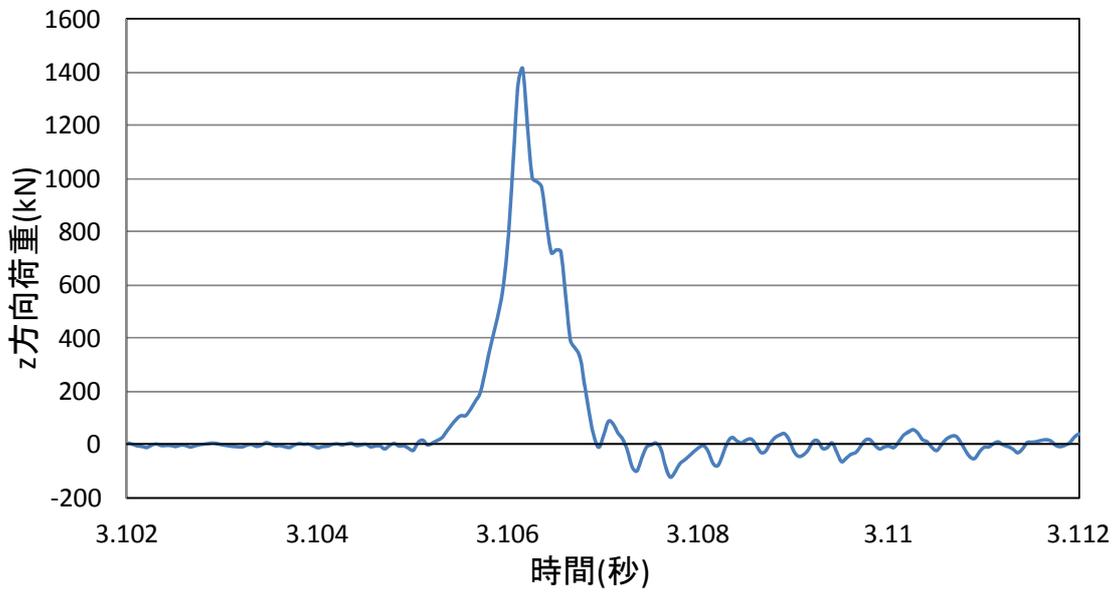


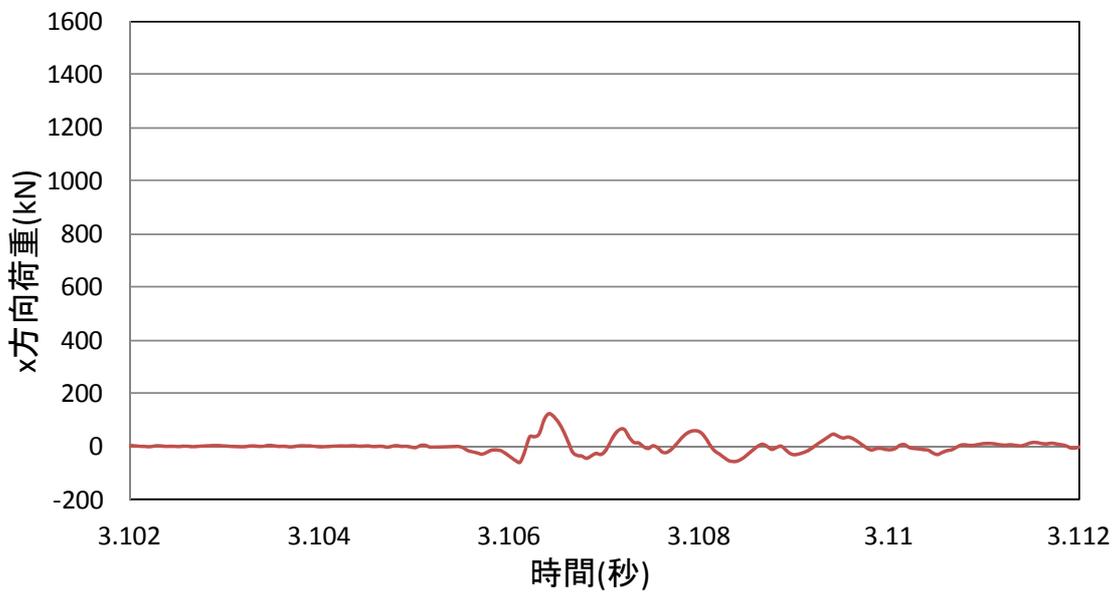
図 9. 3. 43 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(16) No.20 球形 40cm

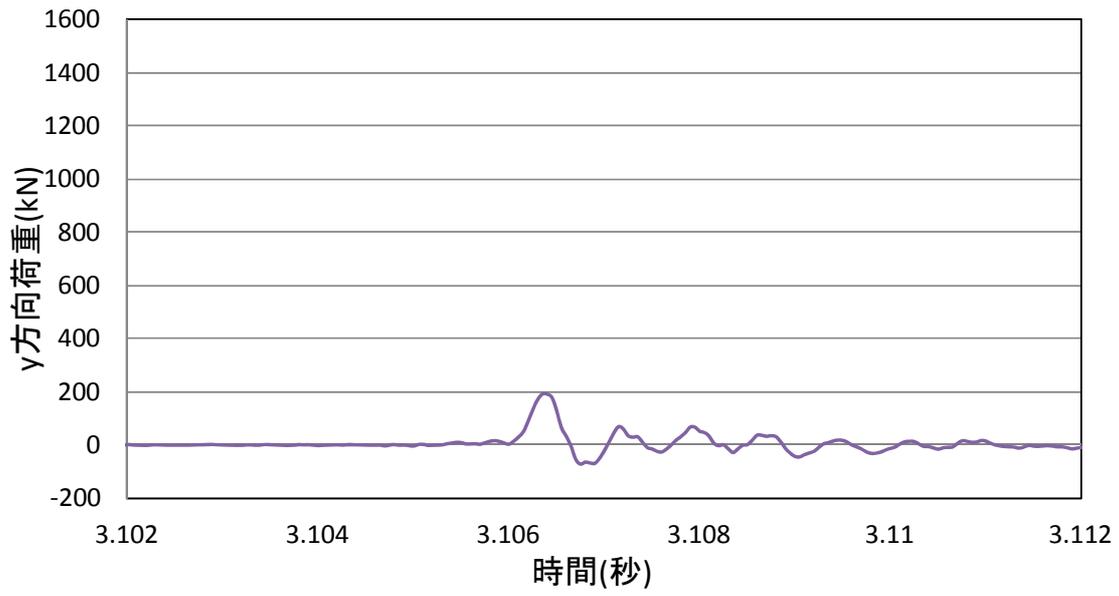
図 9.3.44 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.45 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 44 各荷重計で計測した分力の時刻歴

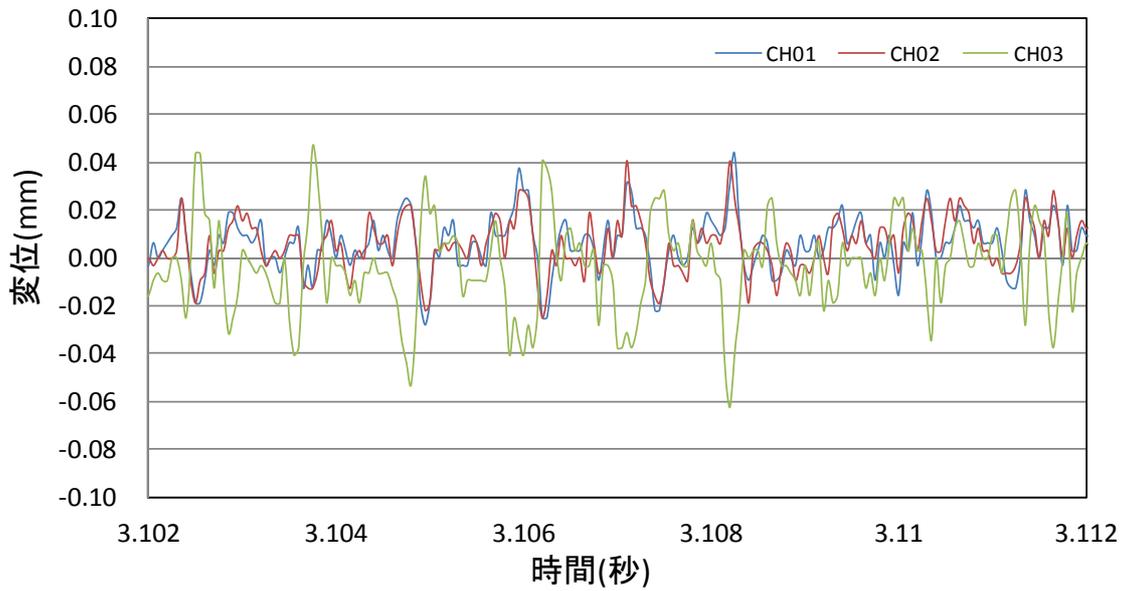
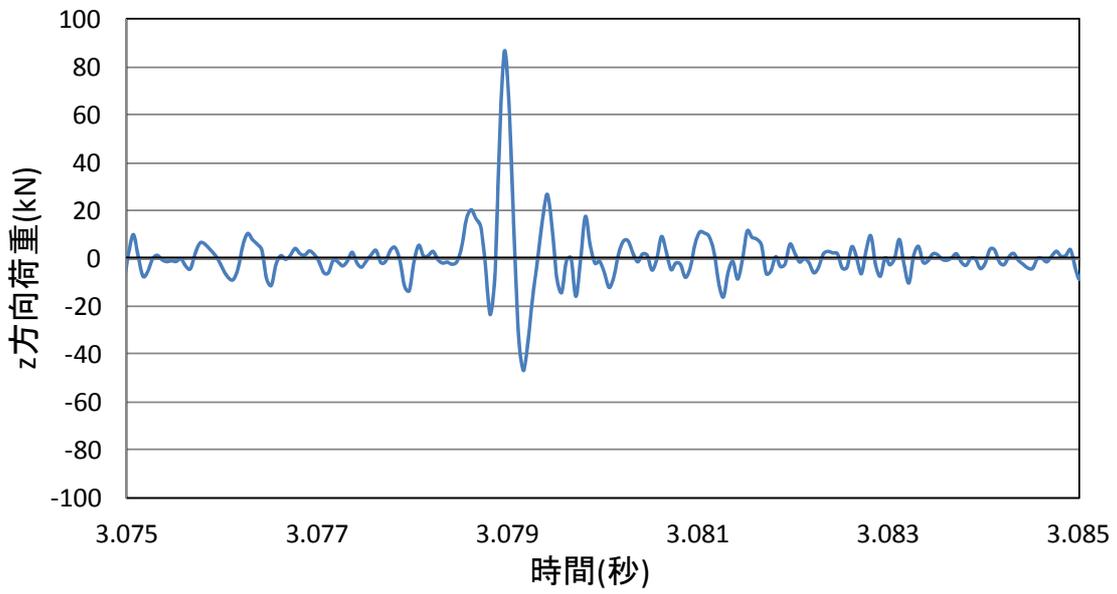


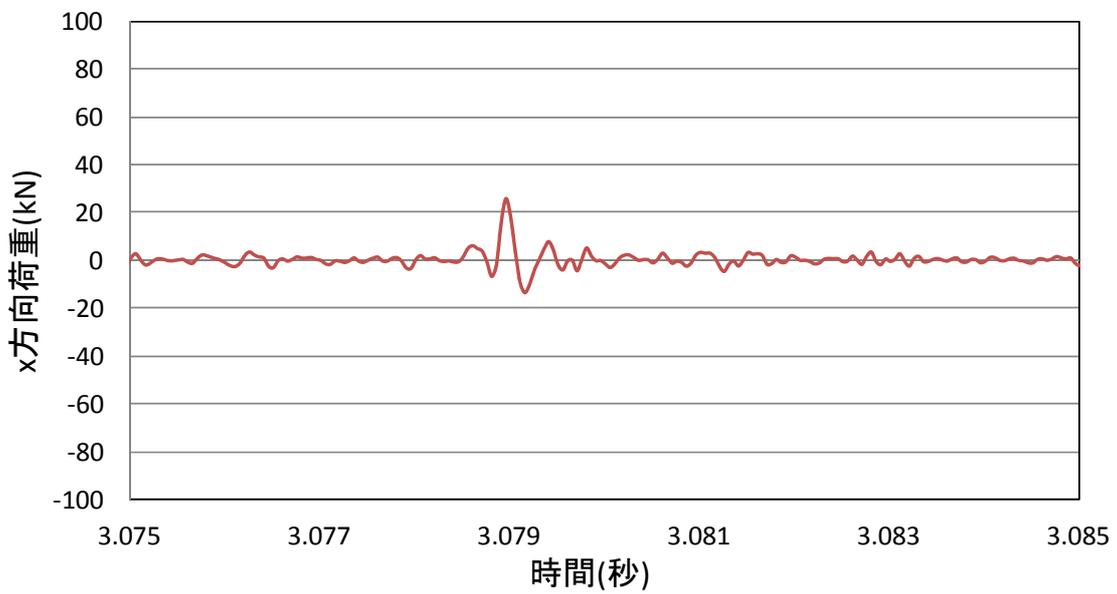
図 9. 3. 45 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(17) No.21 板状 40cm

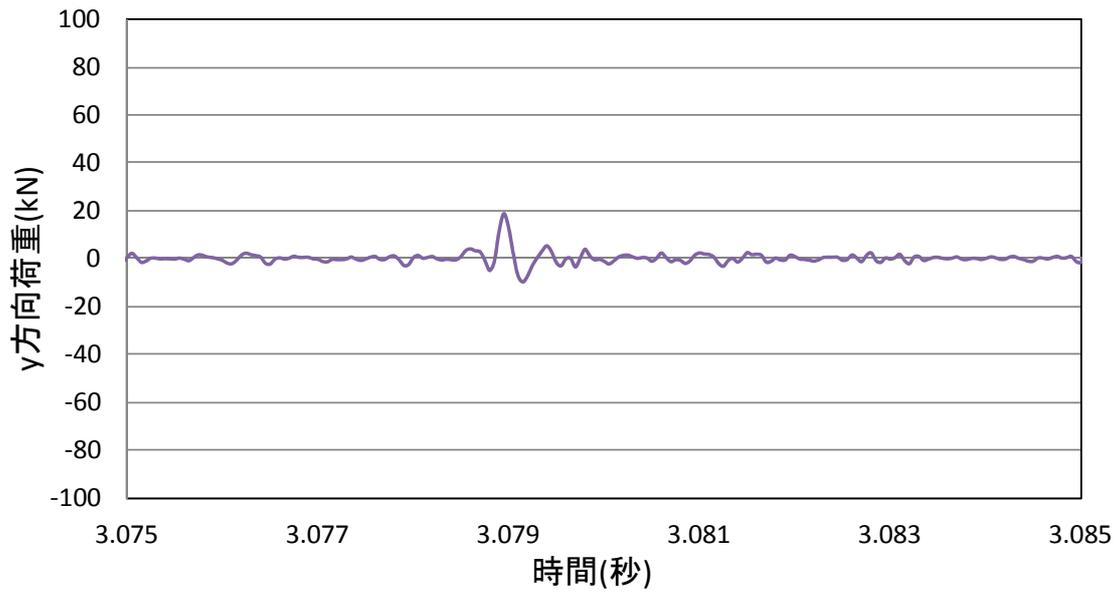
図 9.3.46 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.47 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.46 各荷重計で計測した分力の時刻歴

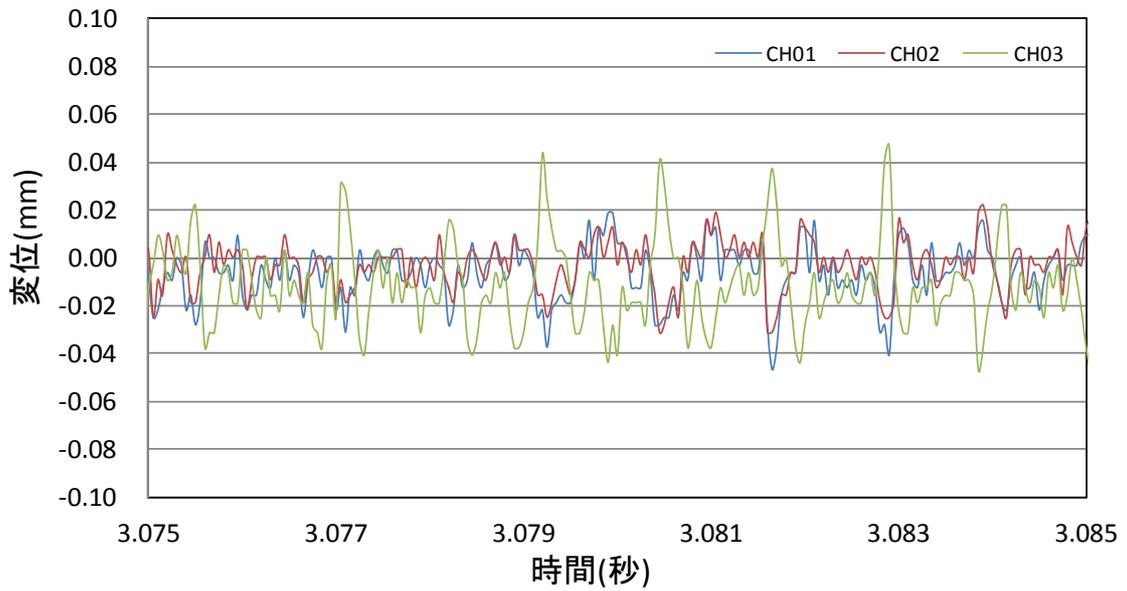


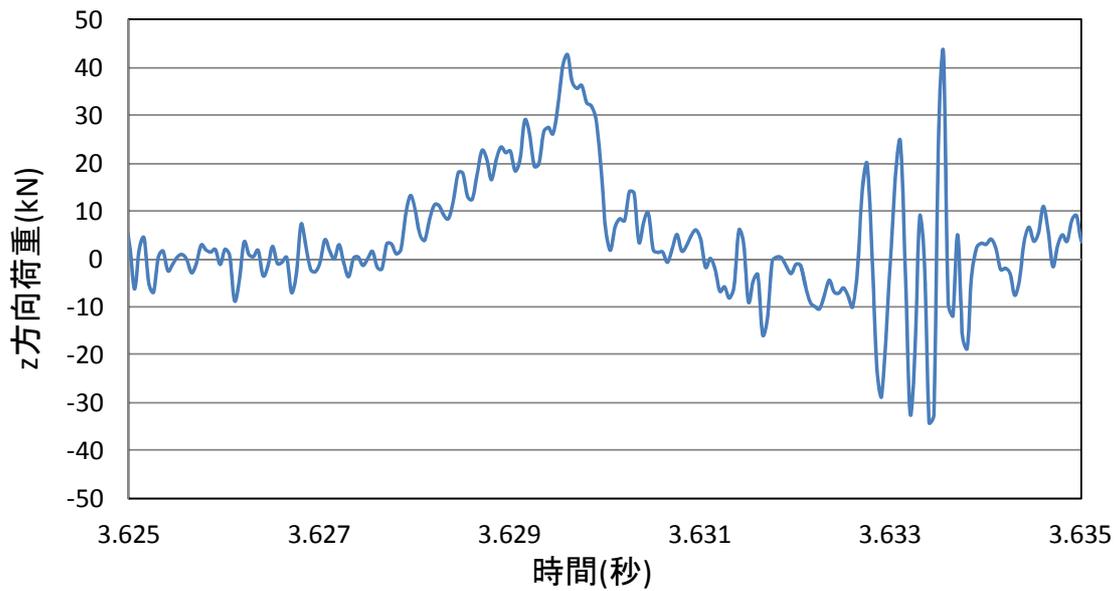
図 9.3.47 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 4 岩塊（アングル材有，法先より 4.5m）

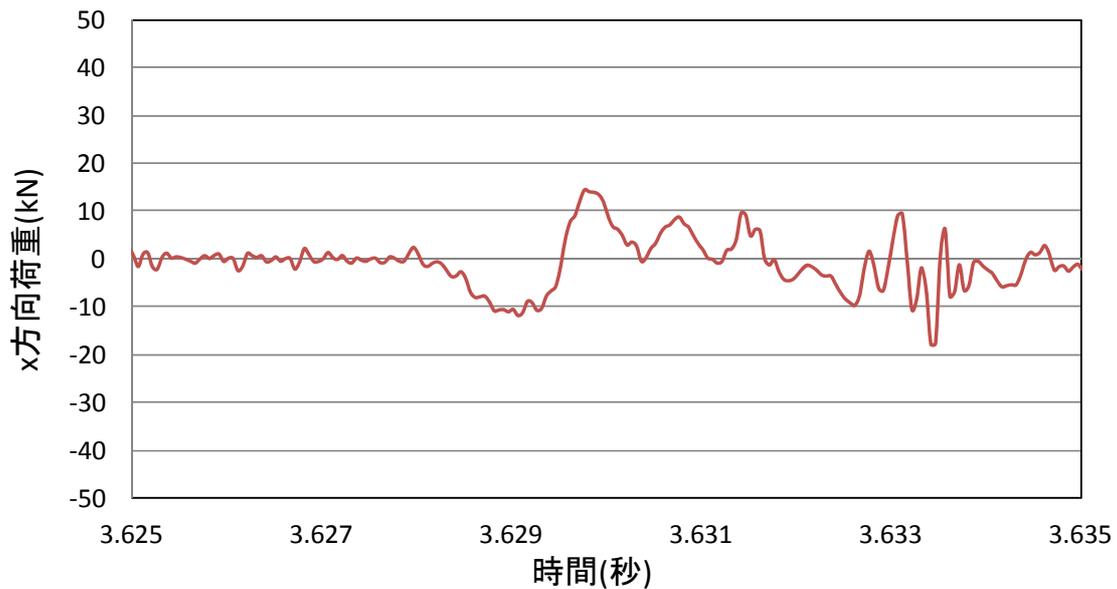
本節では、岩塊（アングル材有，法先より 4.5m）の計測結果（1 ケース）について示す。
なお、レーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

（1） No.22 塊状 20cm

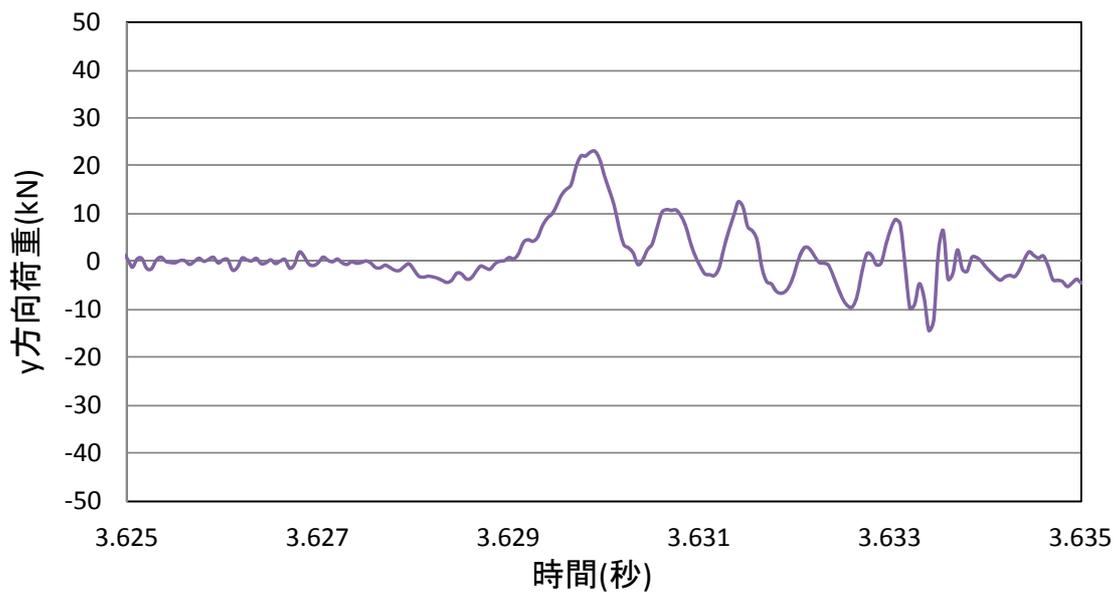
図 9. 3. 48 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9. 3. 49 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 48 各荷重計で計測した分力の時刻歴

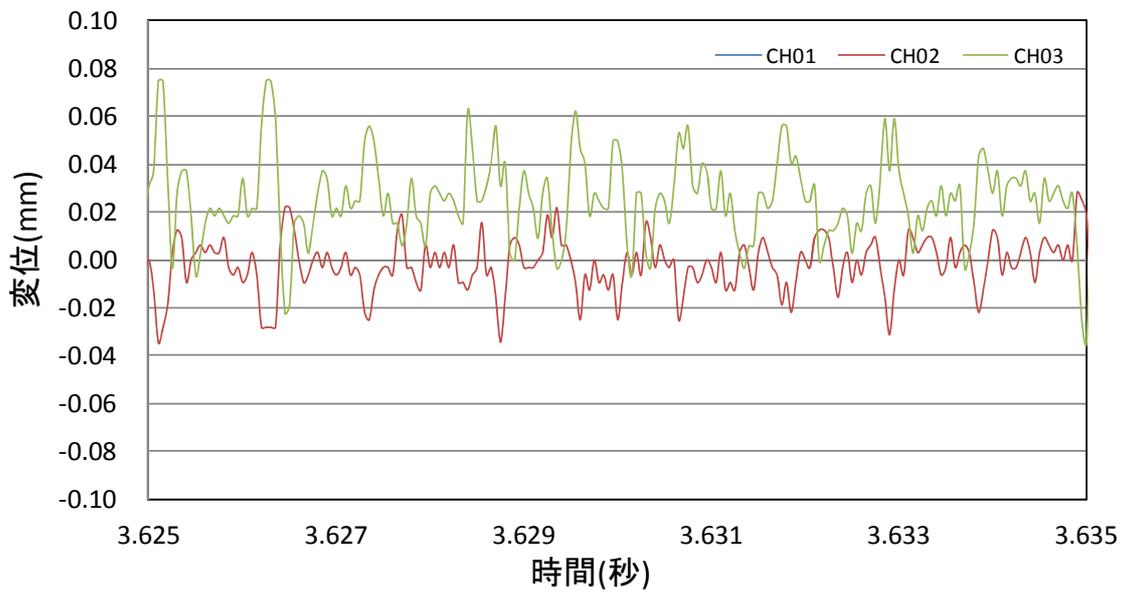


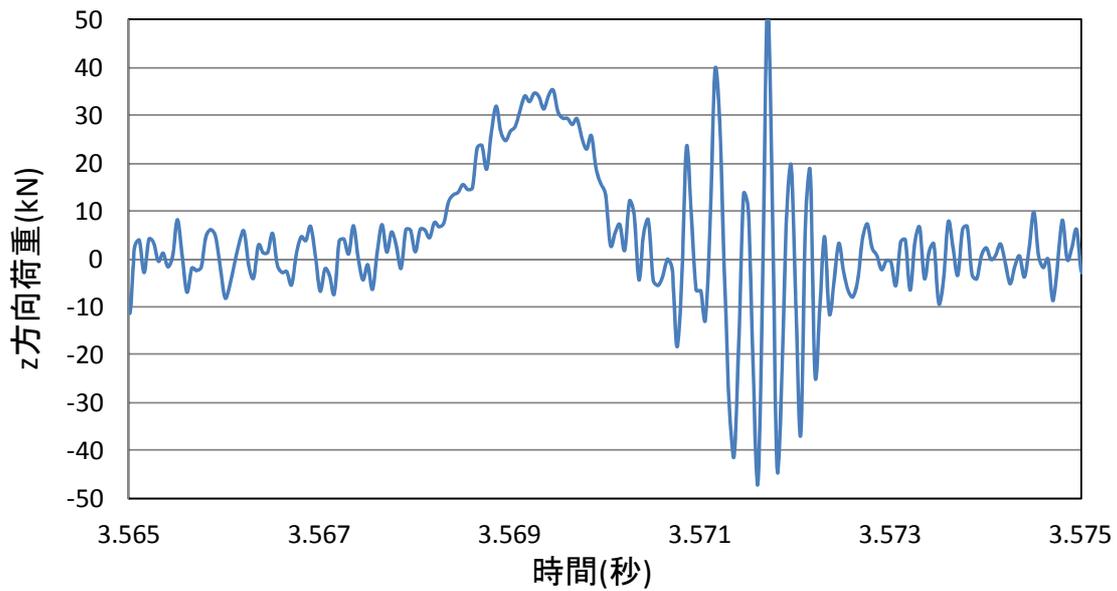
図 9. 3. 49 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 5 岩塊（アングル材有，法先より 3.5m）

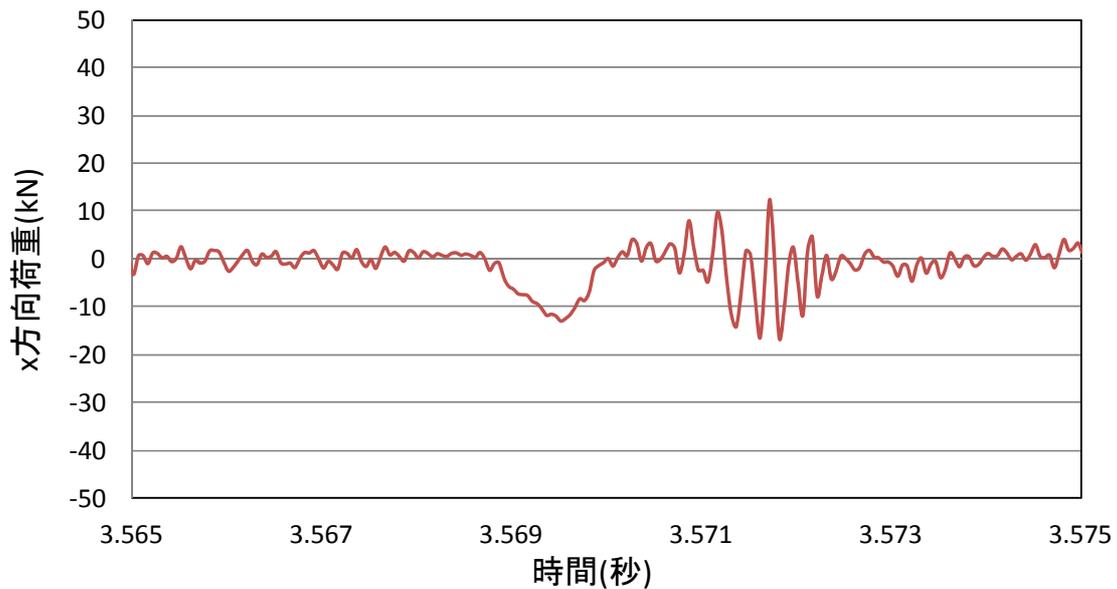
本節では、岩塊（アングル材有，法先より 3.5m）の計測結果（6 ケース）について示す。
なお、レーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

（1） No.23 塊状 20cm

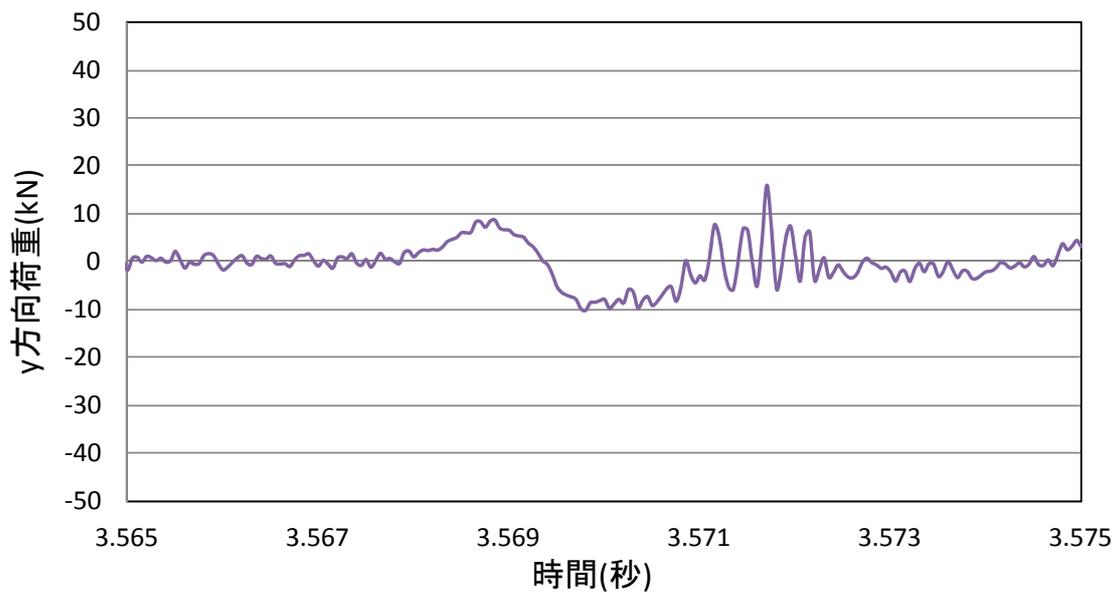
図 9. 3. 50 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9. 3. 51 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.50 各荷重計で計測した分力の時刻歴

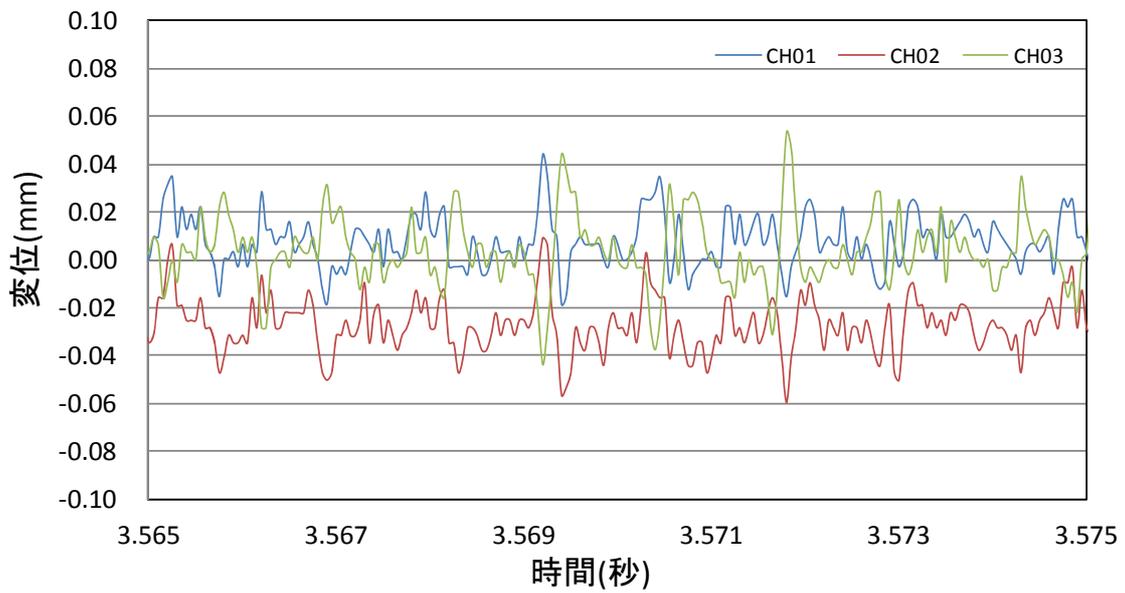
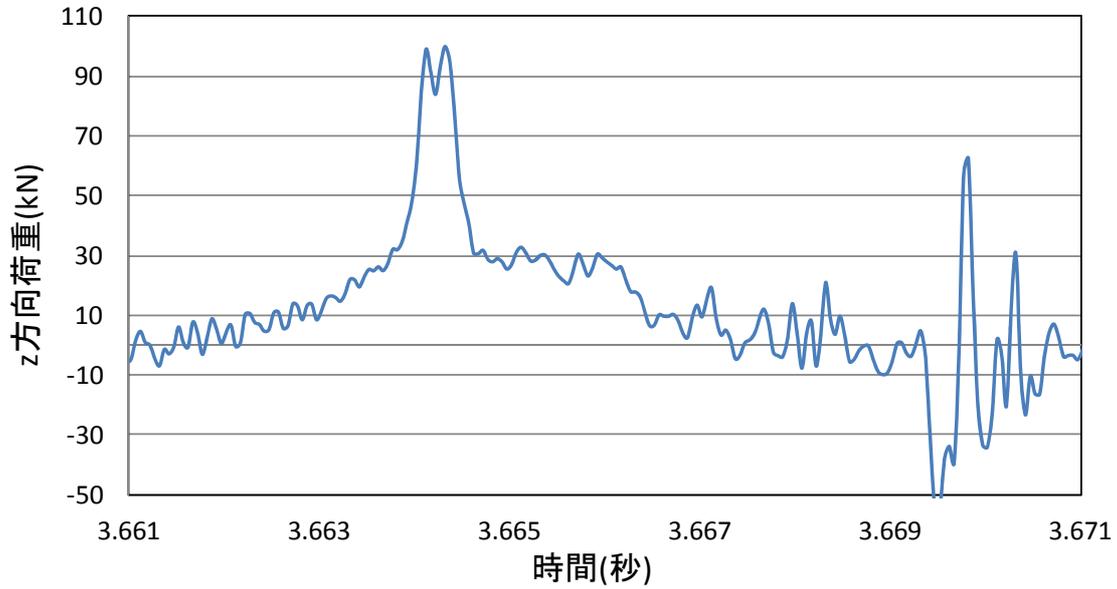


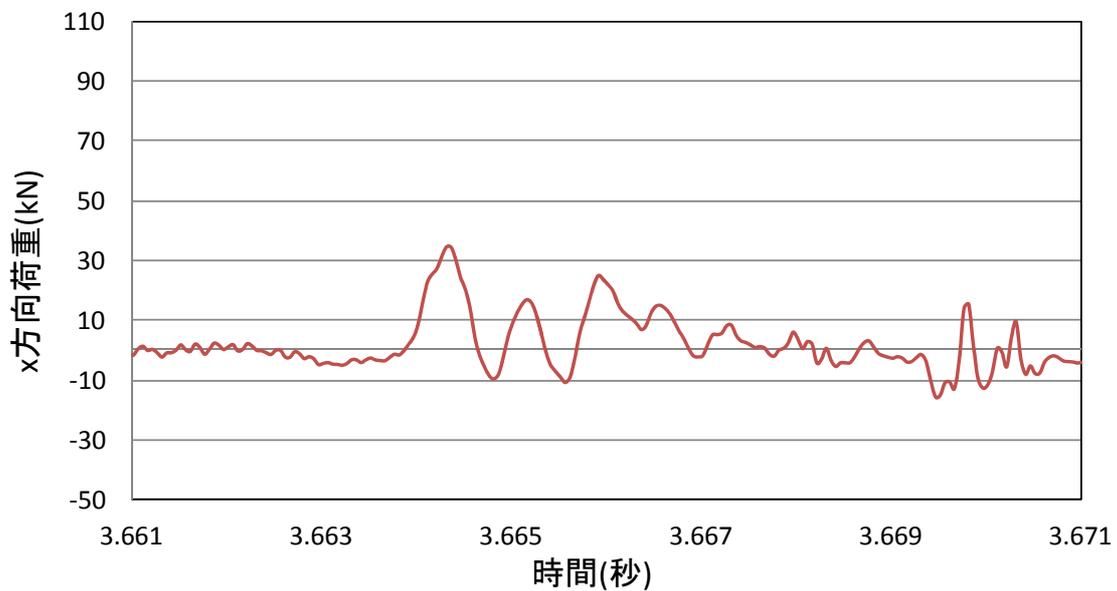
図 9.3.51 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.24 塊状 40cm

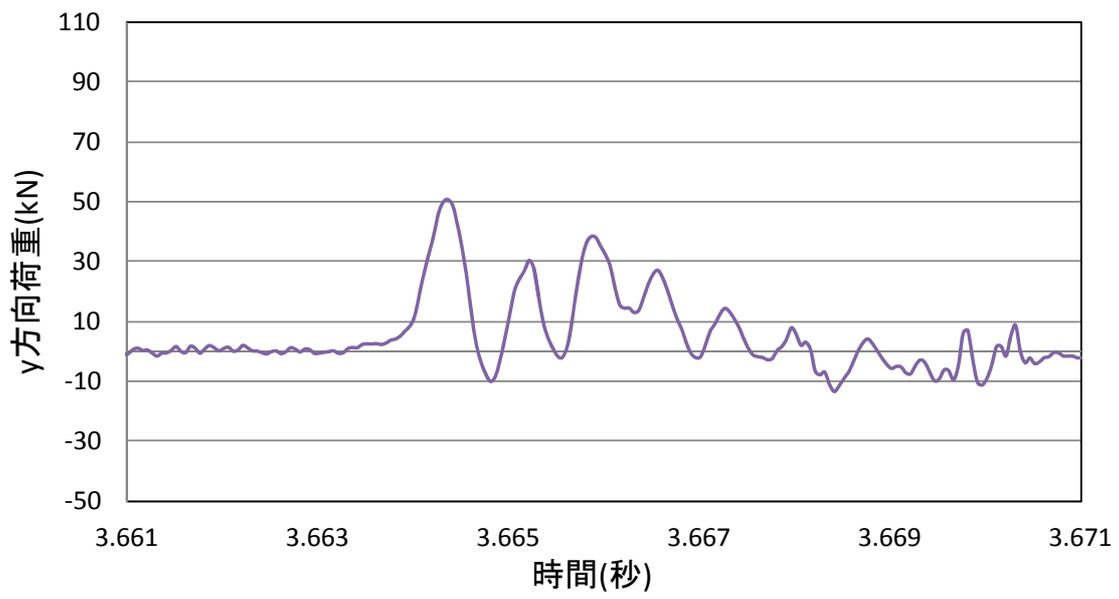
図 9.3.52 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.52 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 52 各荷重計で計測した分力の時刻歴

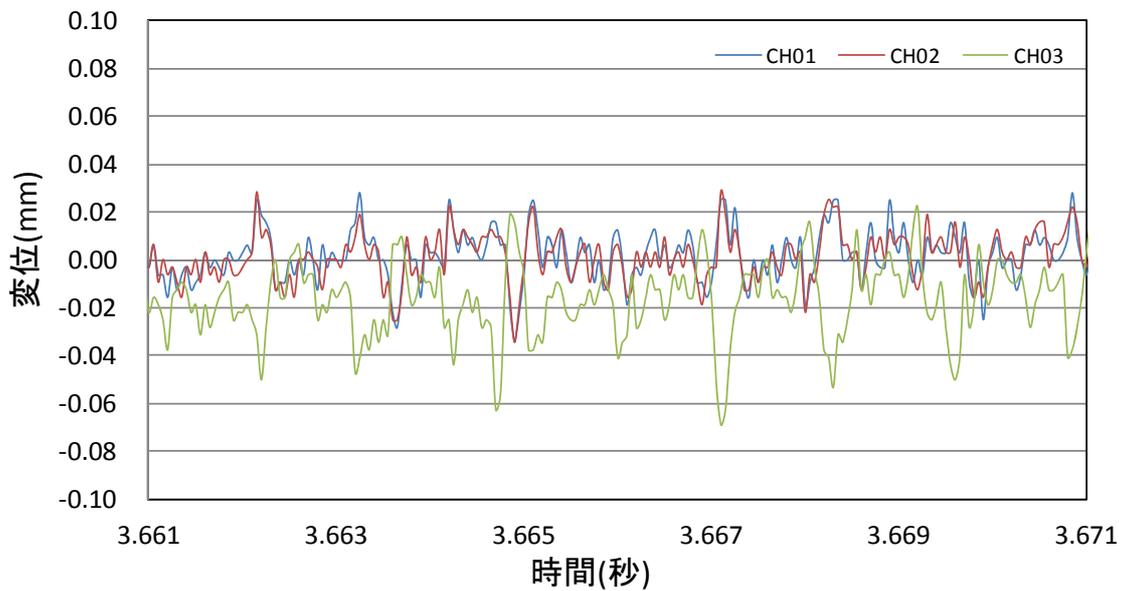
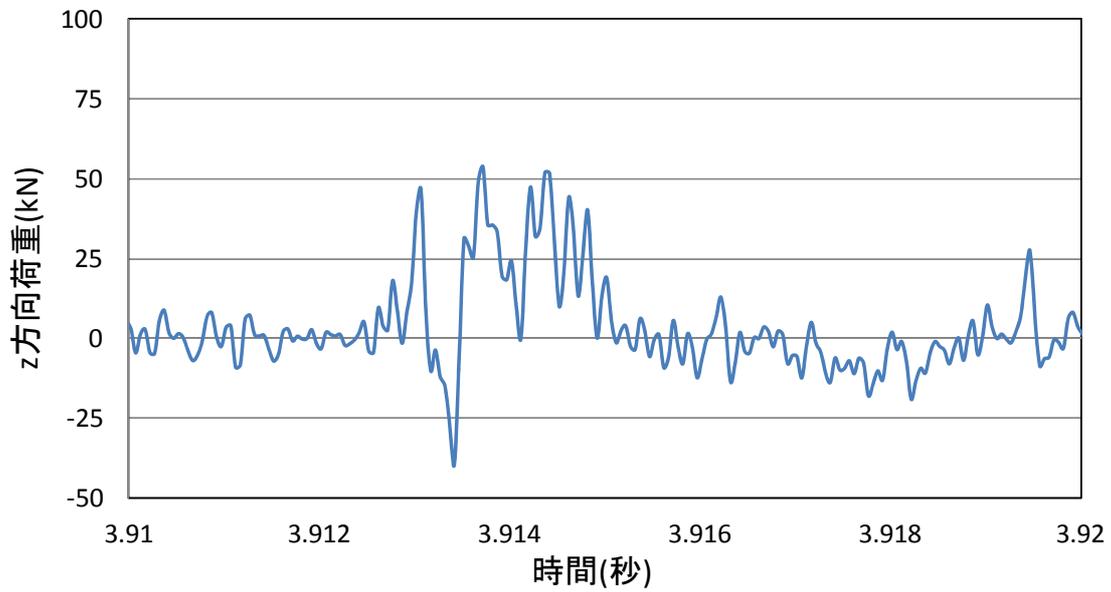


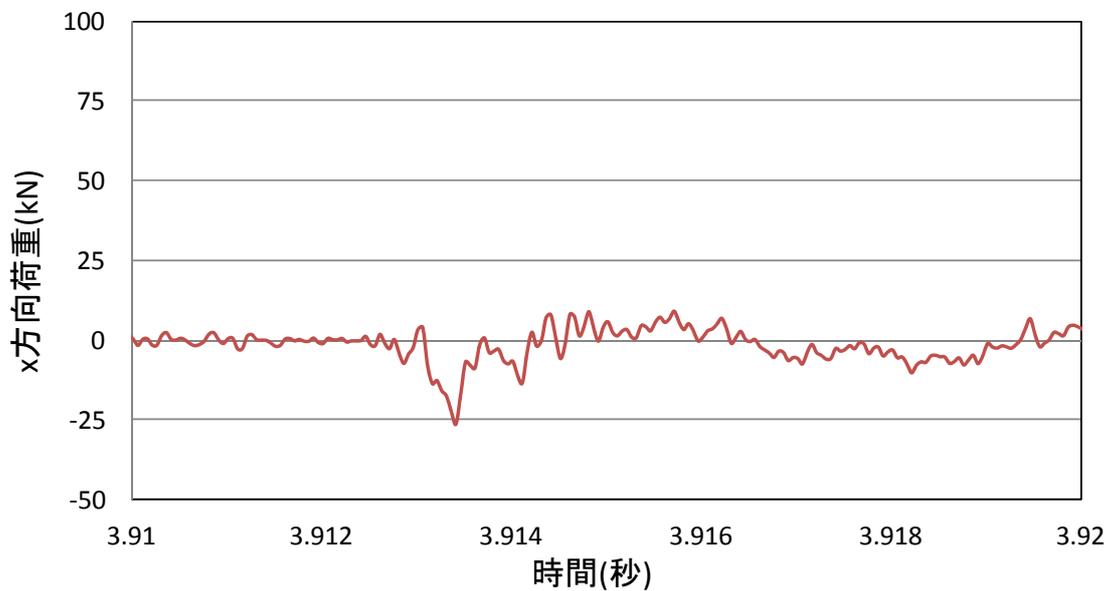
図 9. 3. 53 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(3) No.25 塊状 20cm

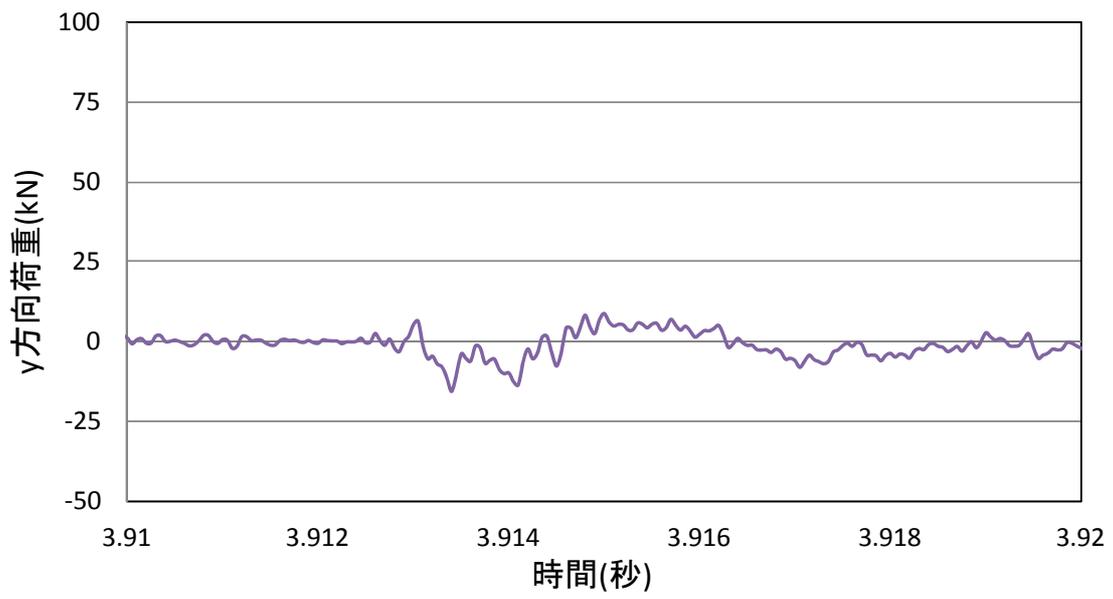
図 9.3.54 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.55 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 54 各荷重計で計測した分力の時刻歴

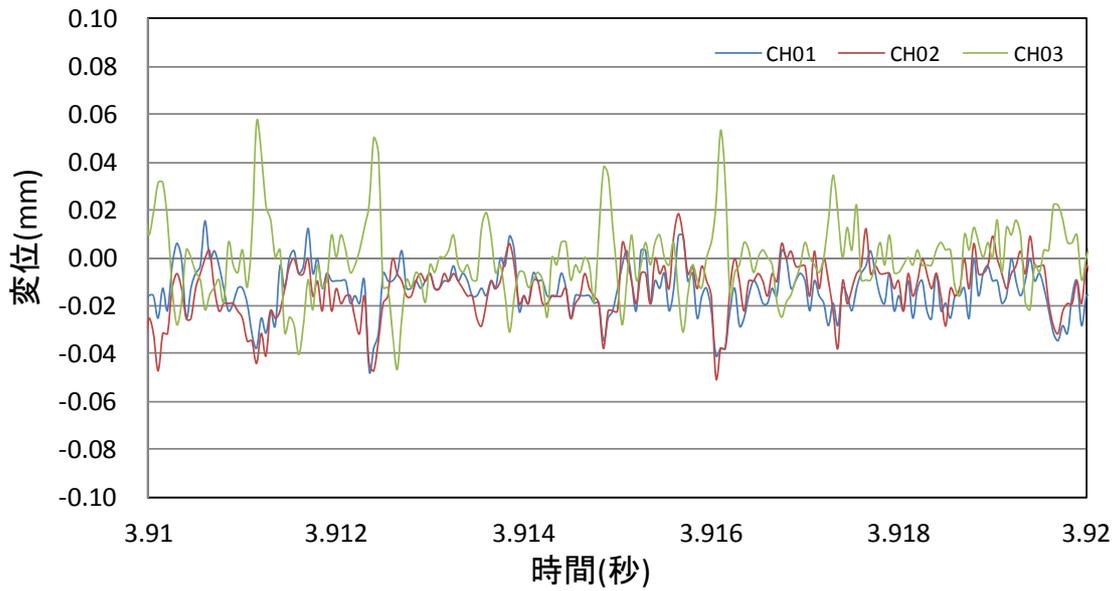
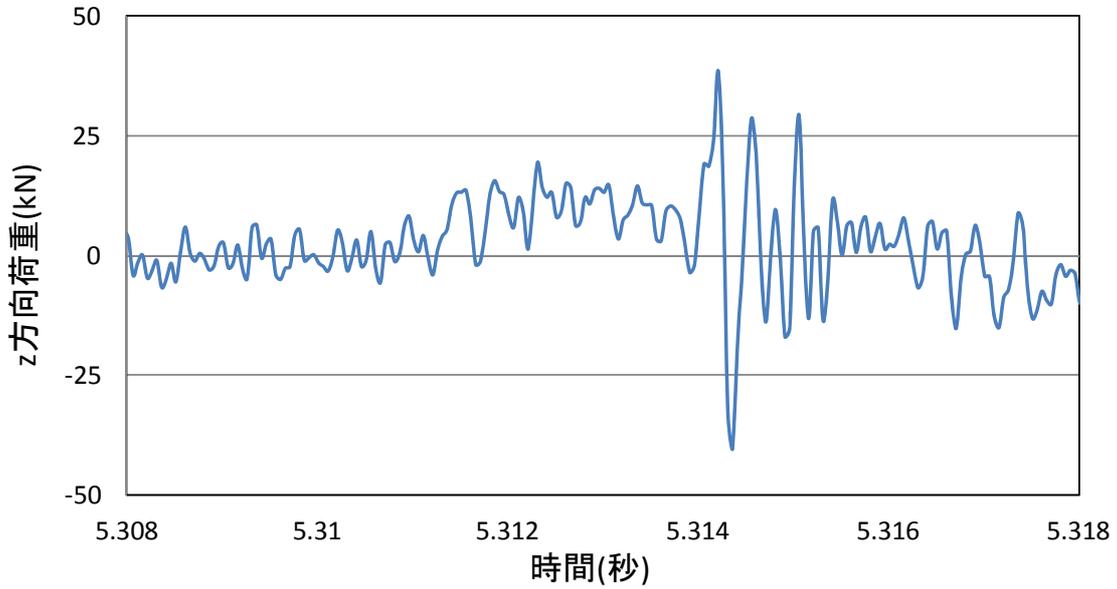


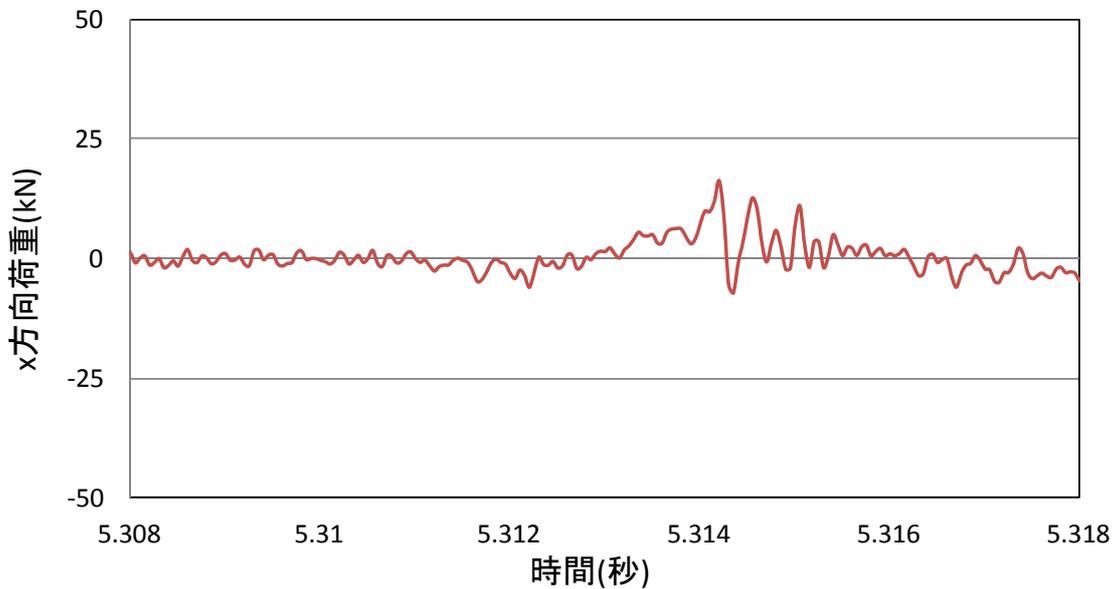
図 9. 3. 55 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(4) No.26 塊状 20cm

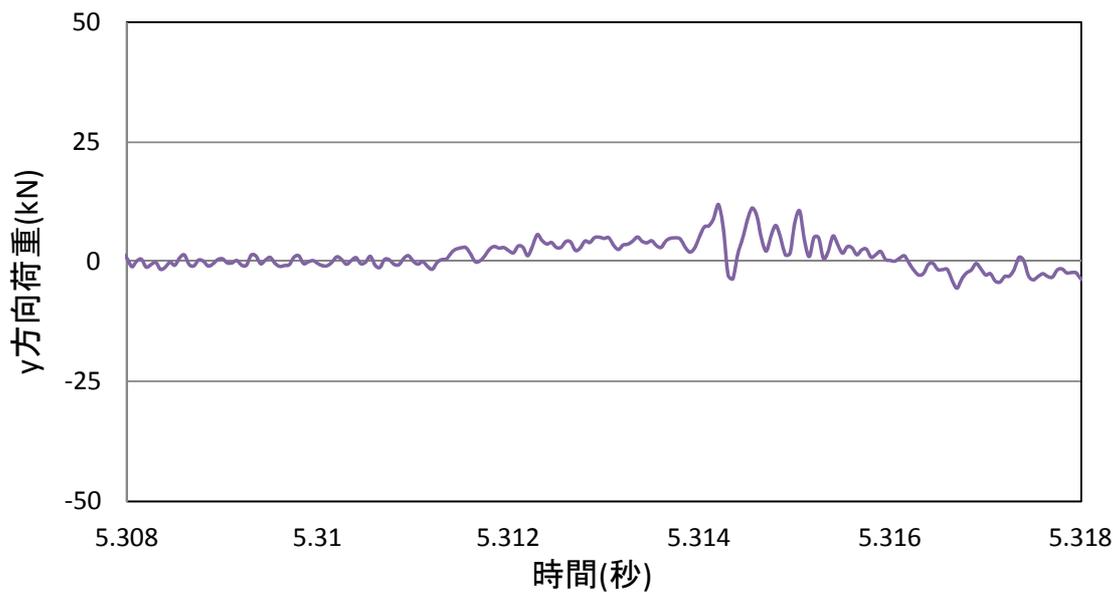
図 9.3.56 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.57 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 56 各荷重計で計測した分力の時刻歴

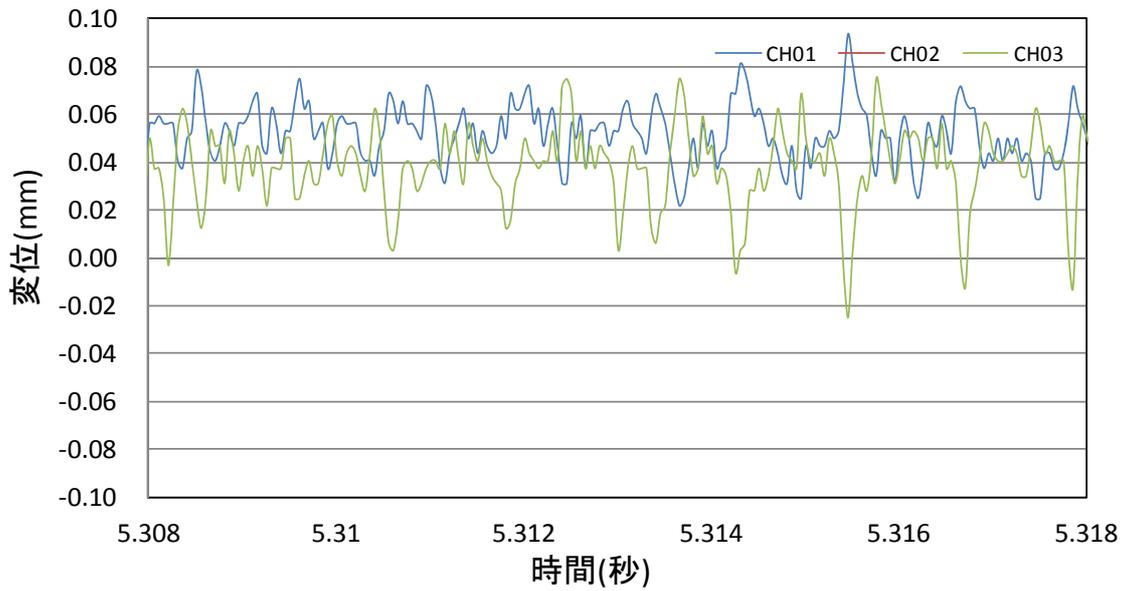
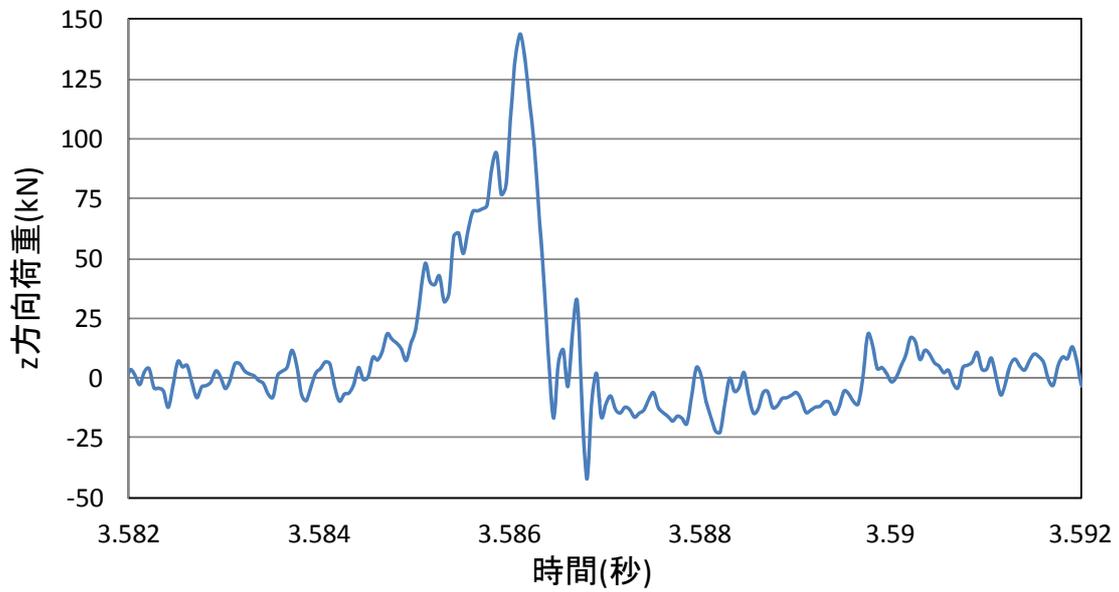


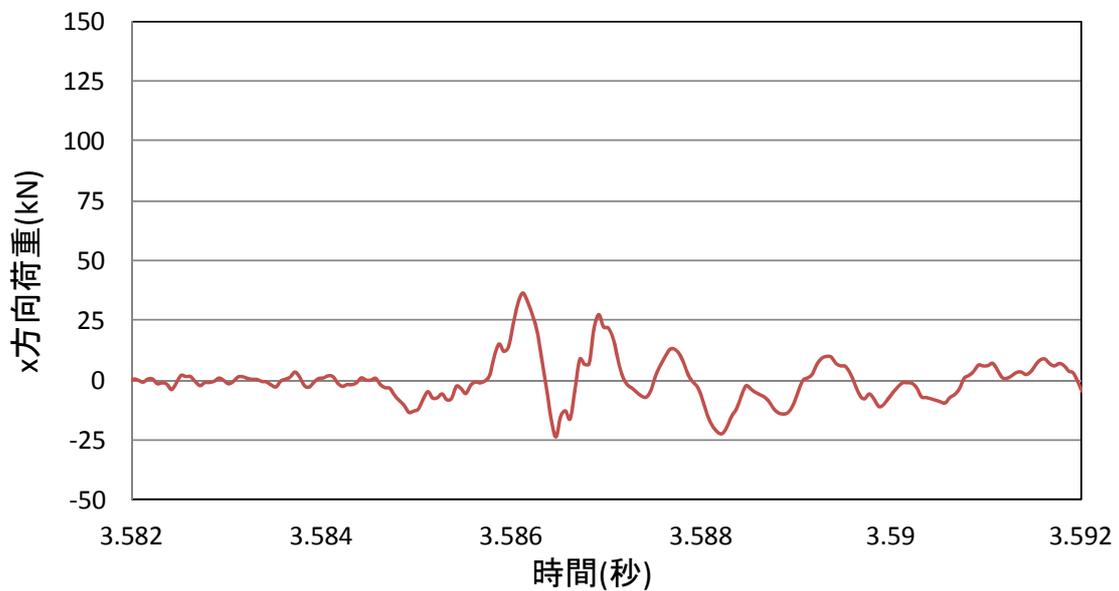
図 9. 3. 57 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(5) No.27 球形 20cm

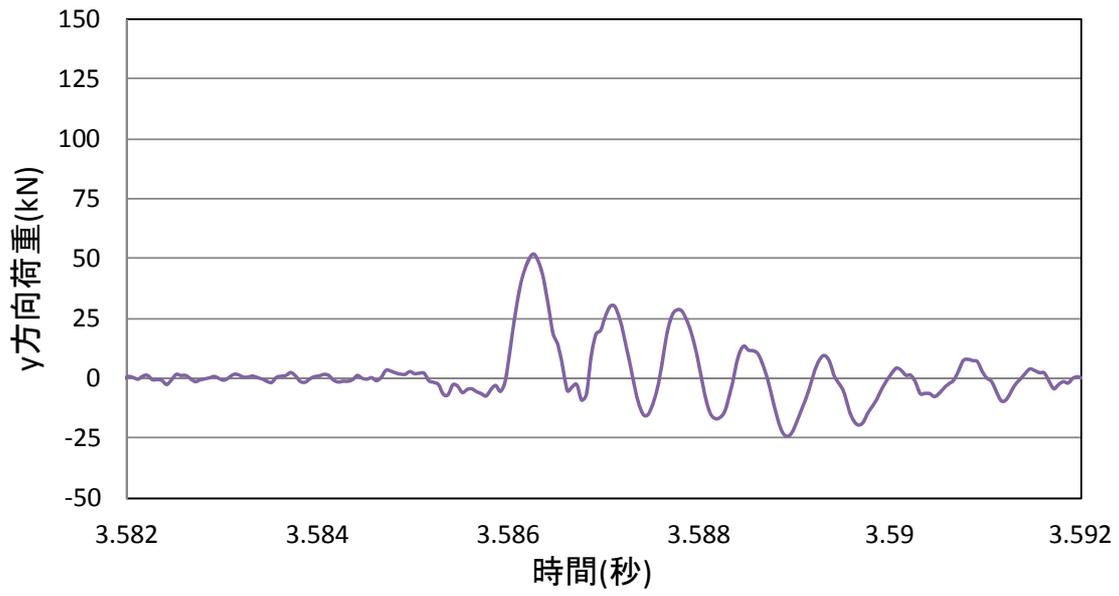
図 9.3.58 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.59 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 58 各荷重計で計測した分力の時刻歴

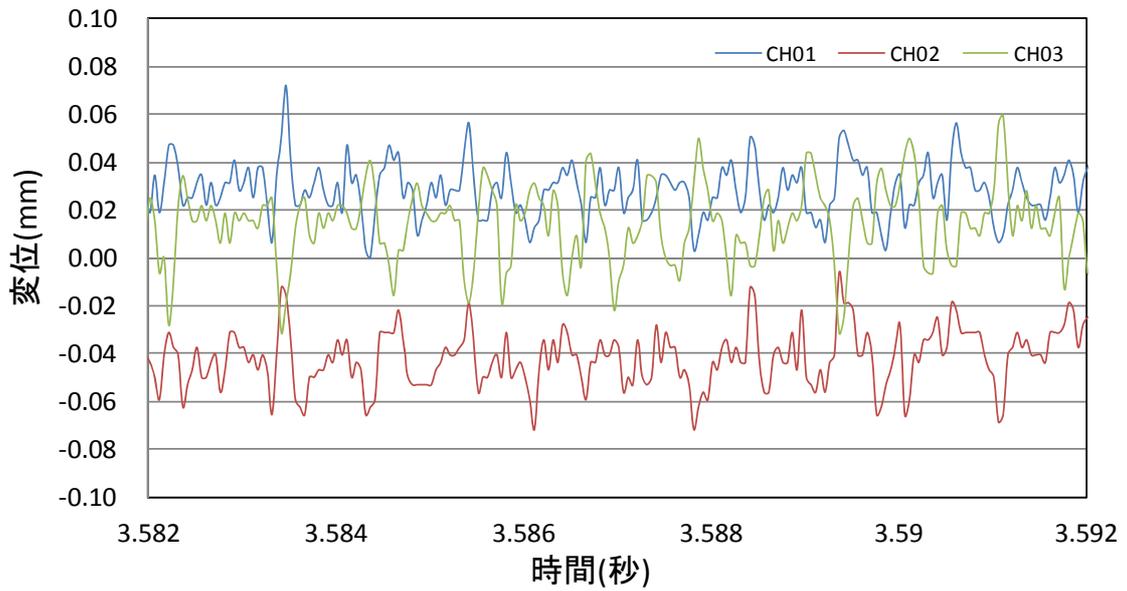
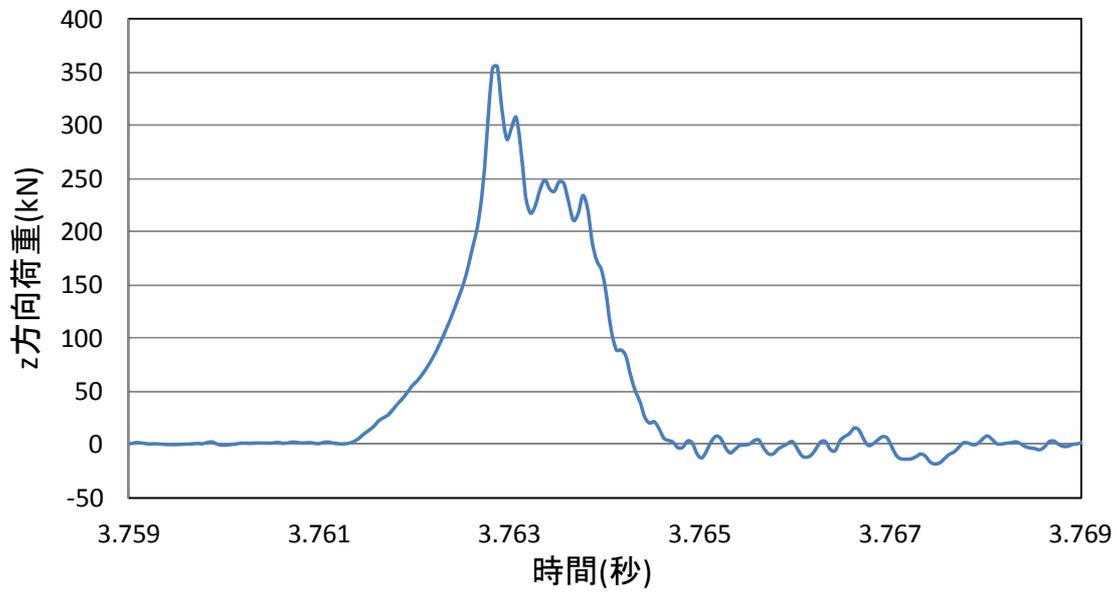


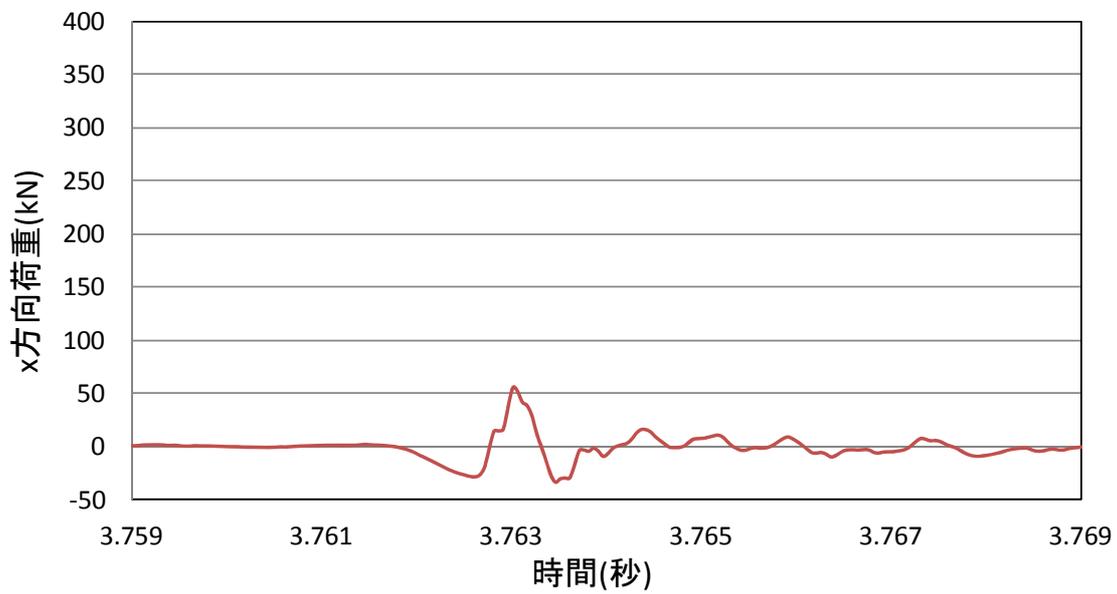
図 9. 3. 59 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(6) No.28 球形 40cm

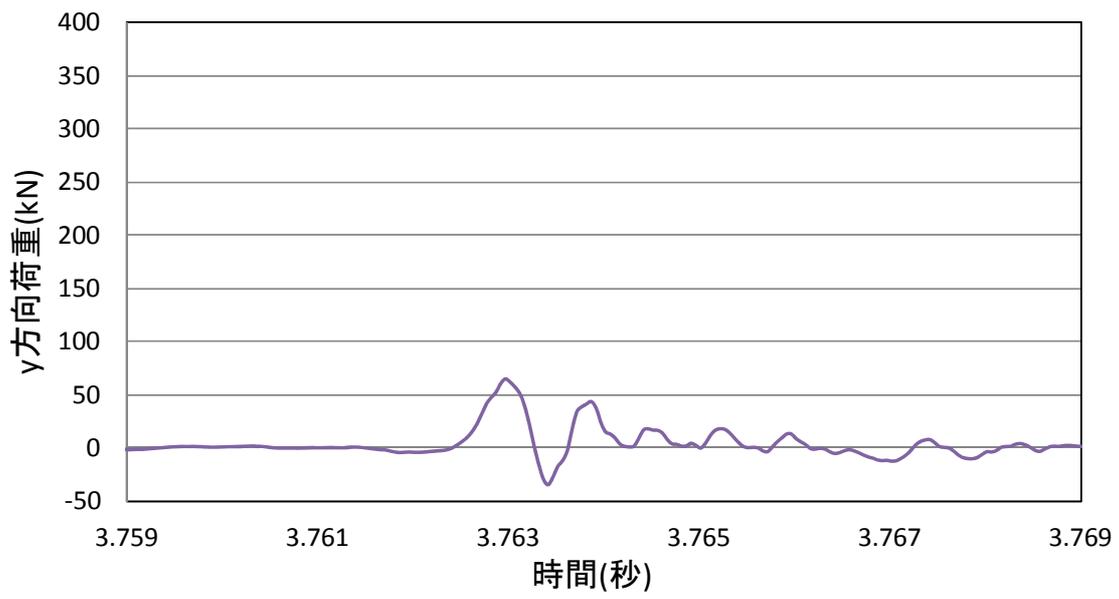
図 9.3.60 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.61 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 60 各荷重計で計測した分力の時刻歴

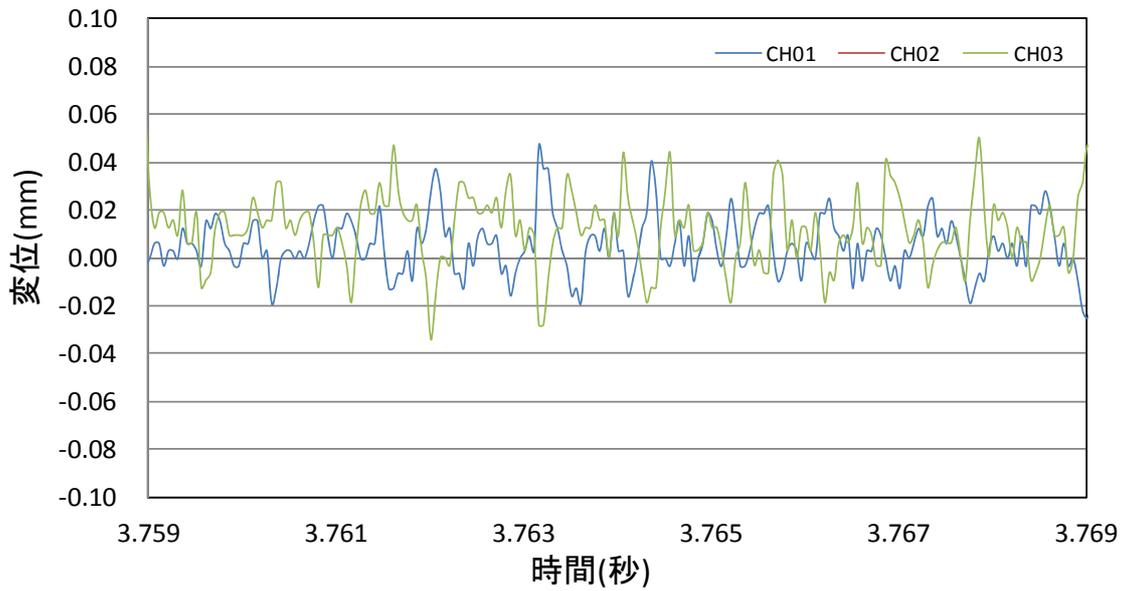


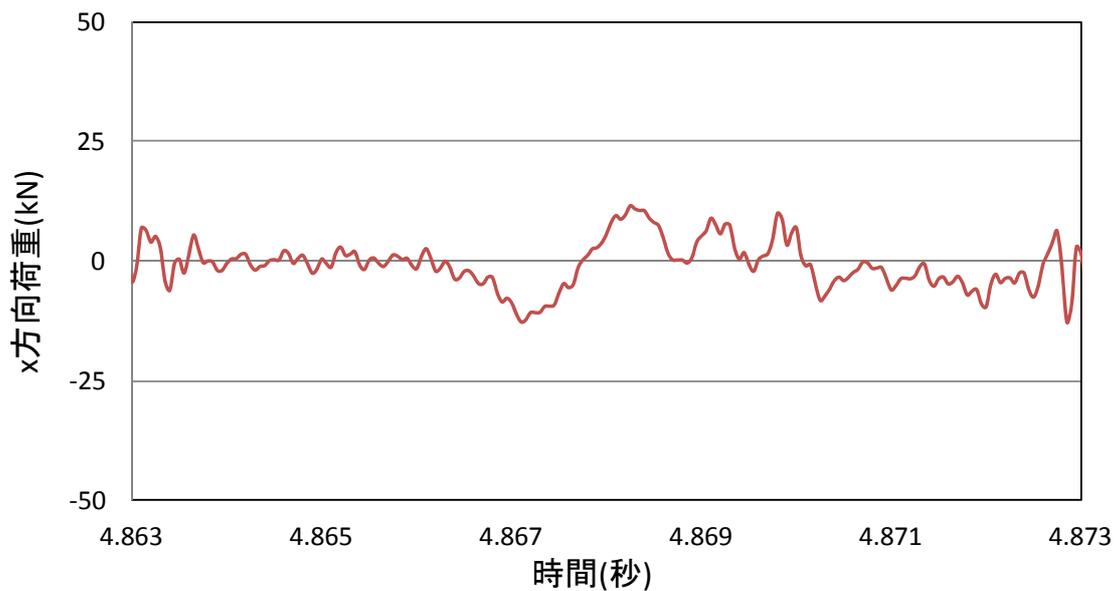
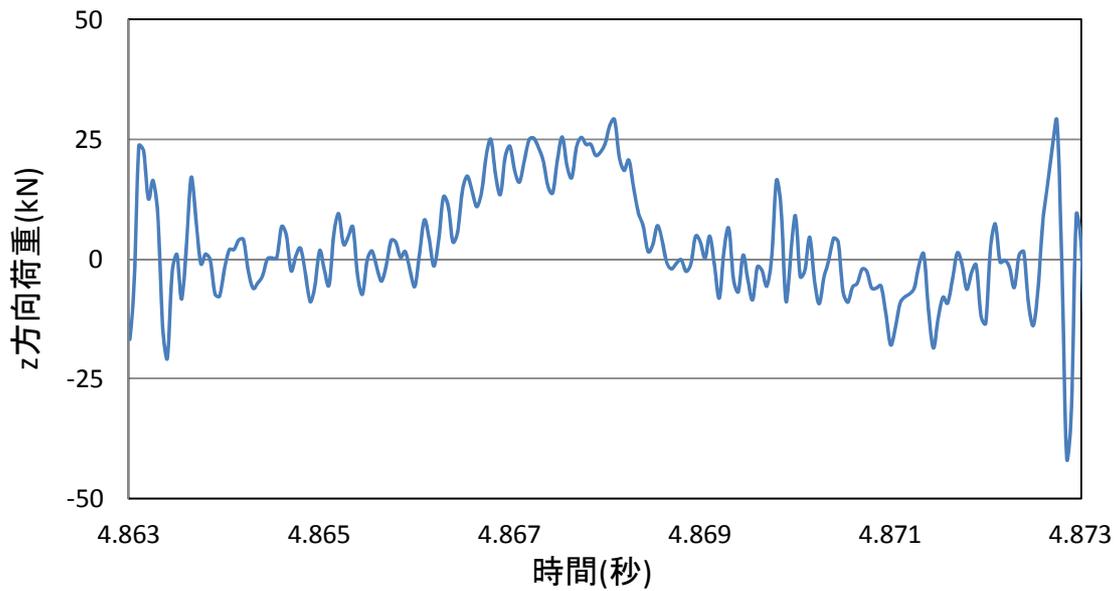
図 9. 3. 61 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

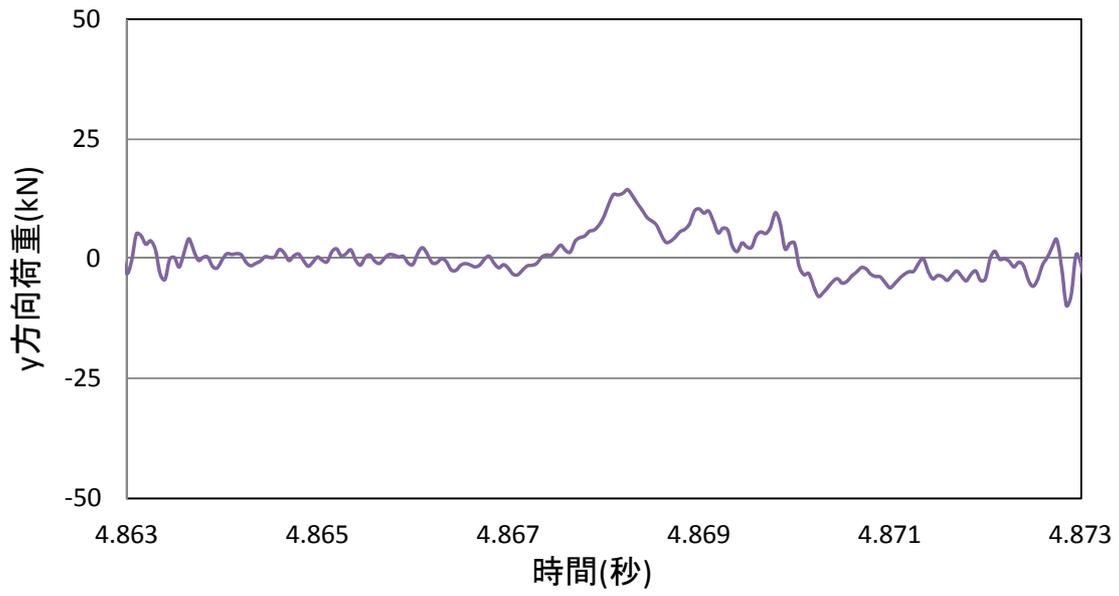
9. 3. 6 岩塊（アングル材有，法先より 2.5m）

本節では、岩塊（アングル材有，法先より 2.5m）の計測結果（4 ケース）について示す。
なお、レーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

（1） No.29 塊状 20cm

図 9. 3. 62 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9. 3. 63 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。





(c) y 方向荷重

図 9.3.62 各荷重計で計測した分力の時刻歴

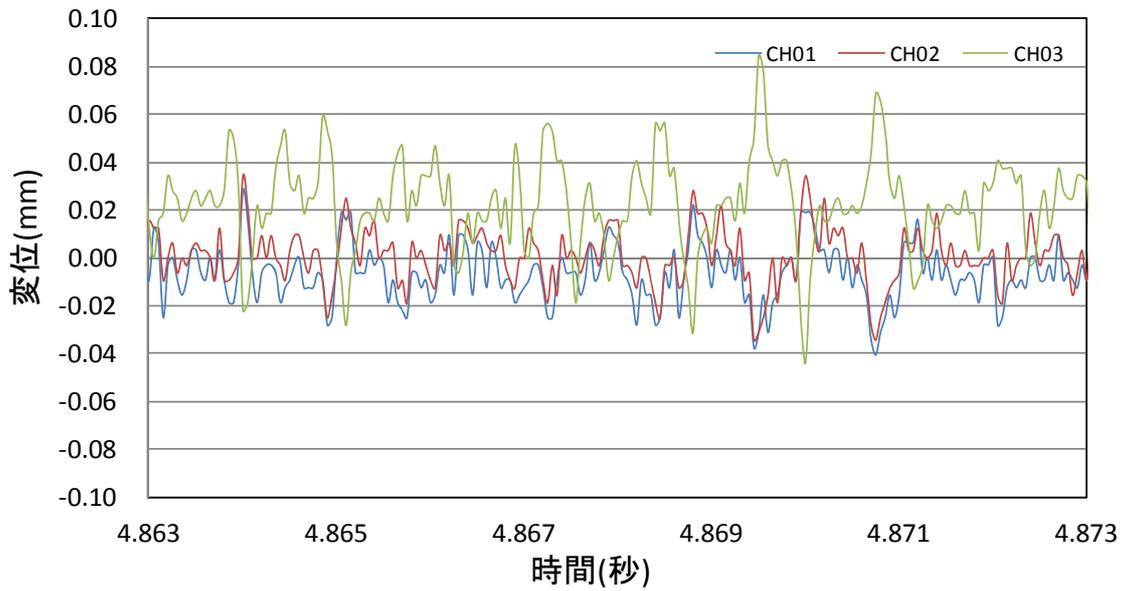
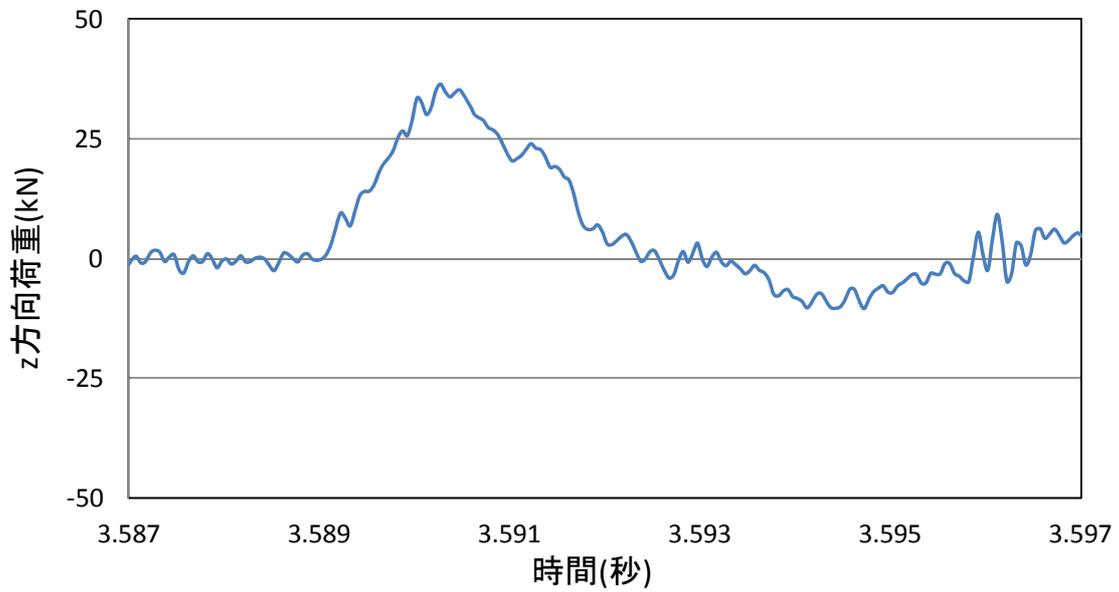


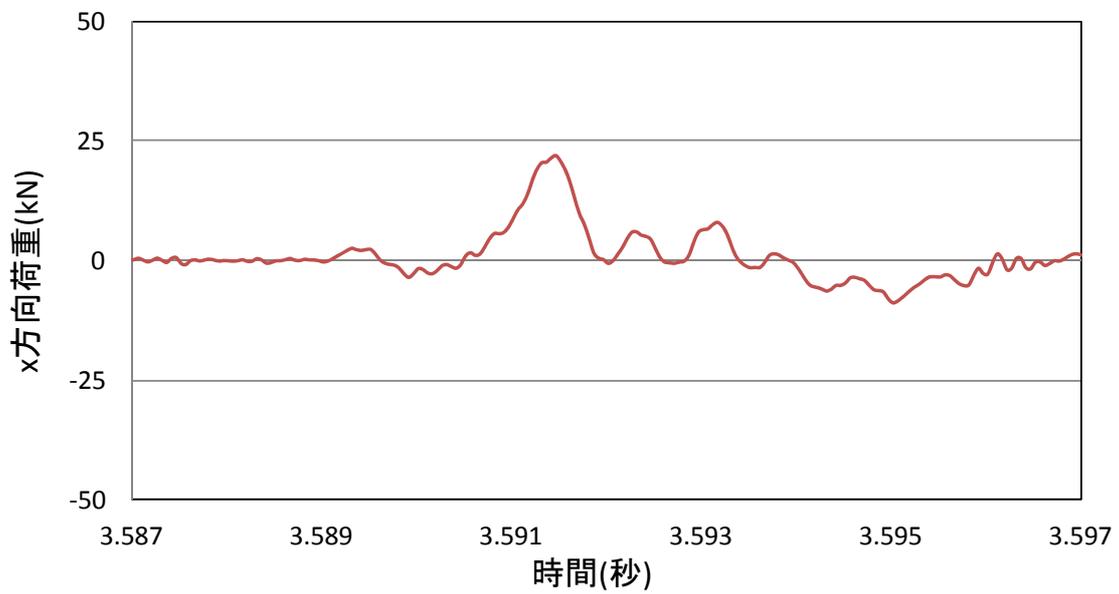
図 9.3.63 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.30 塊状 20cm

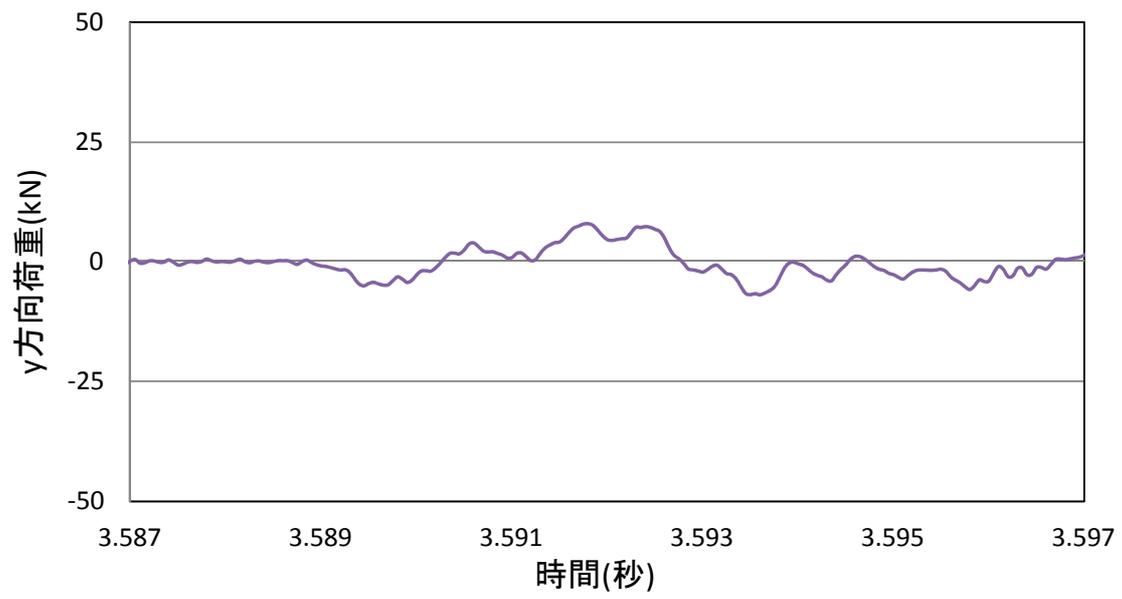
図 9.3.64 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.65 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9.3.64 各荷重計で計測した分力の時刻歴

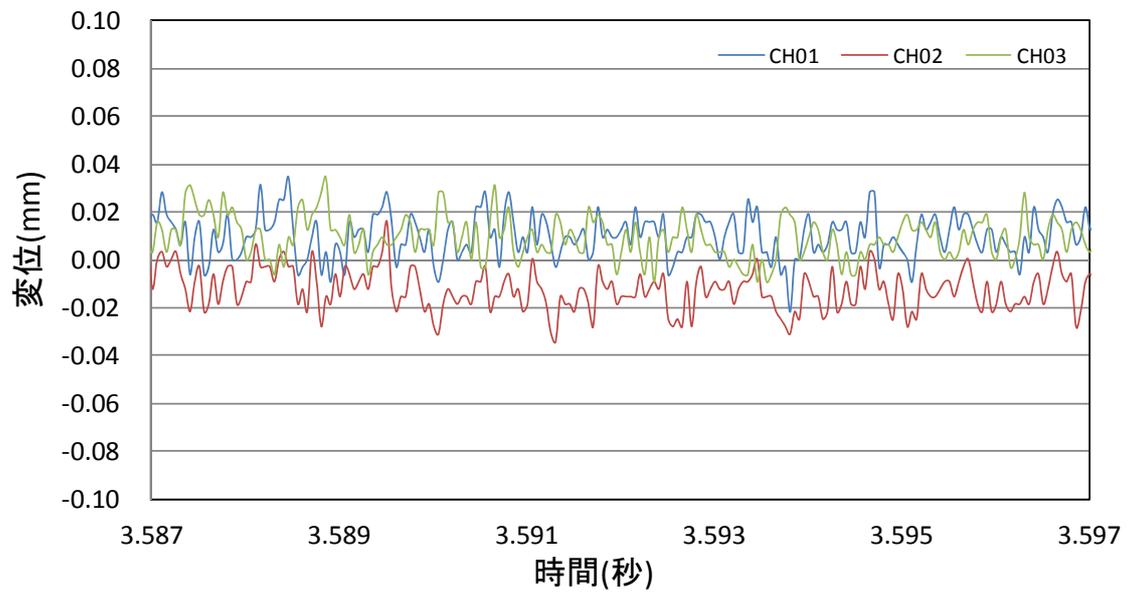
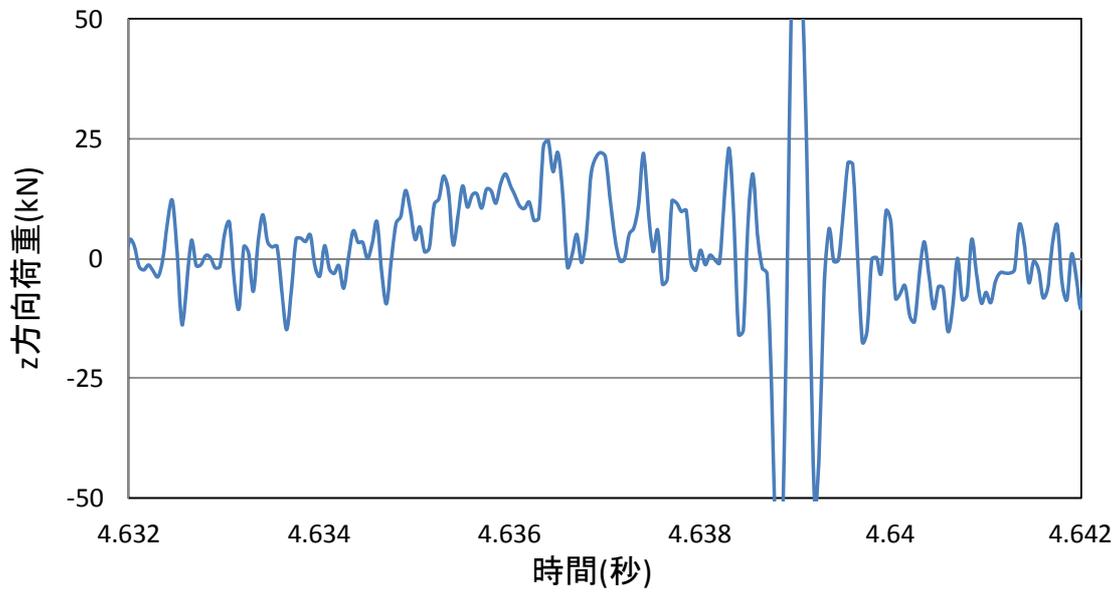


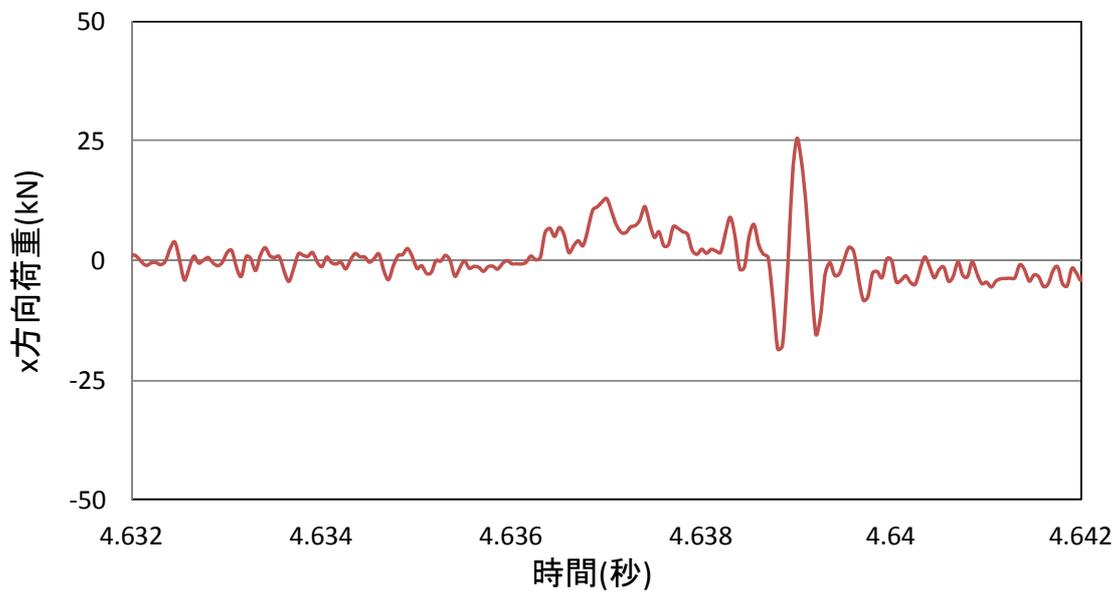
図 9.3.65 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(3) No.31 塊状 20cm

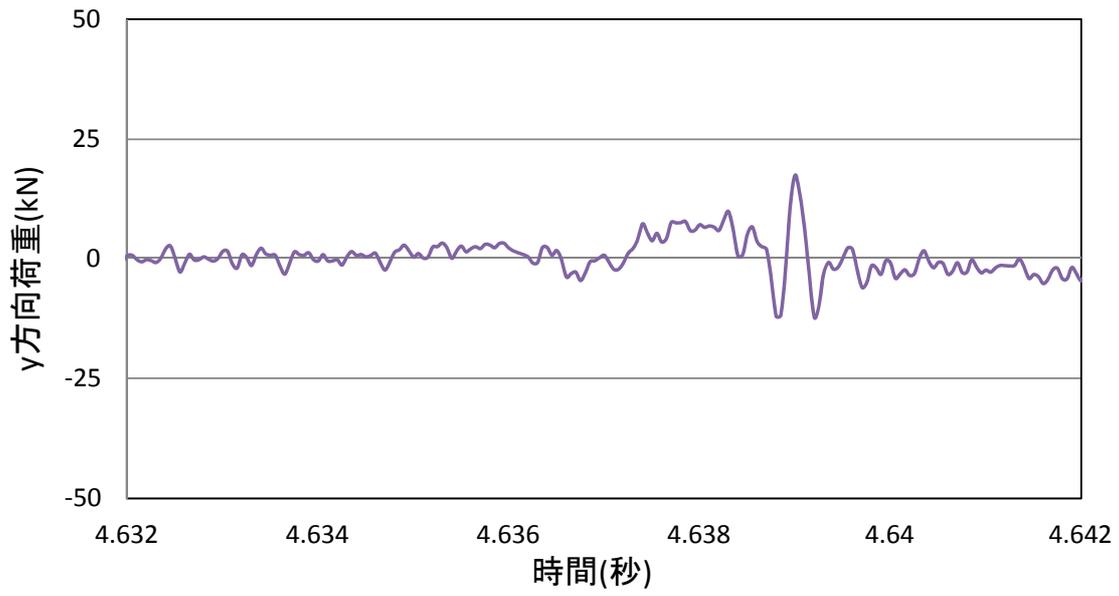
図 9.3.66 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9.3.67 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 66 各荷重計で計測した分力の時刻歴

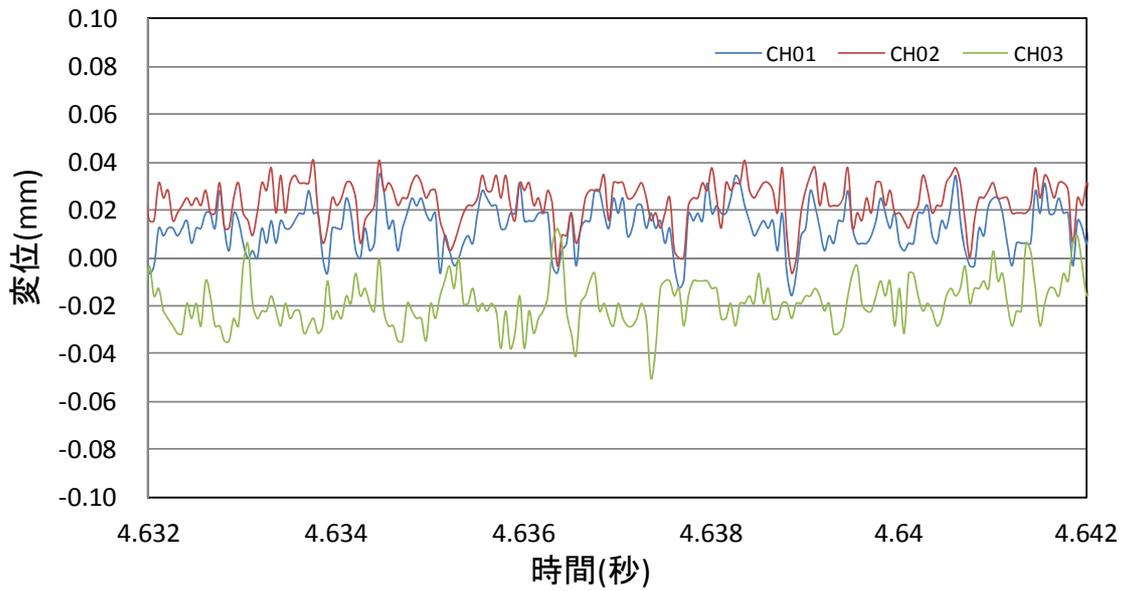
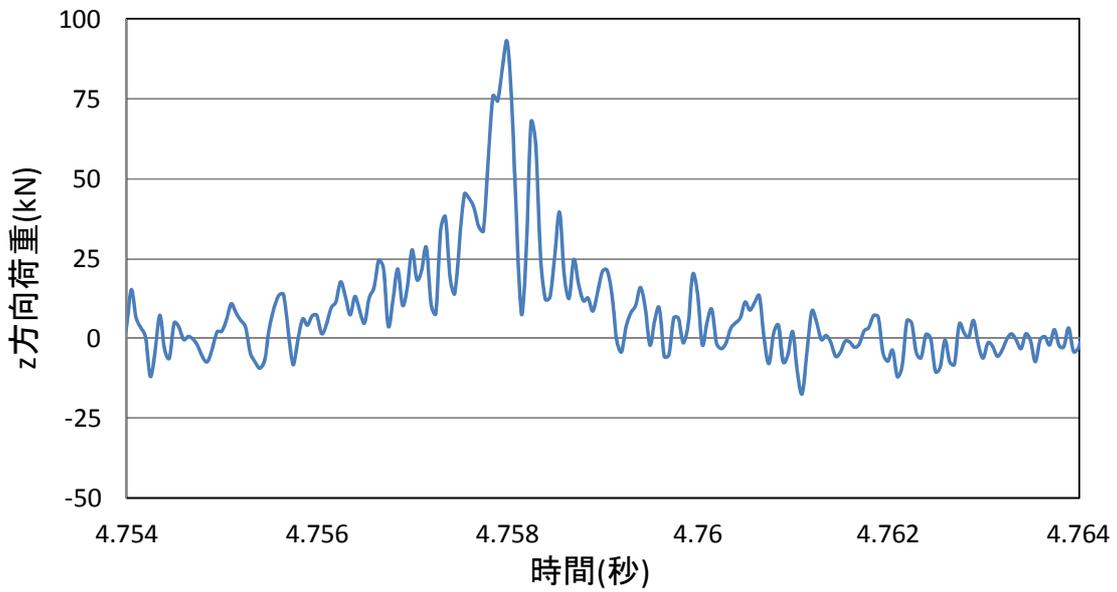


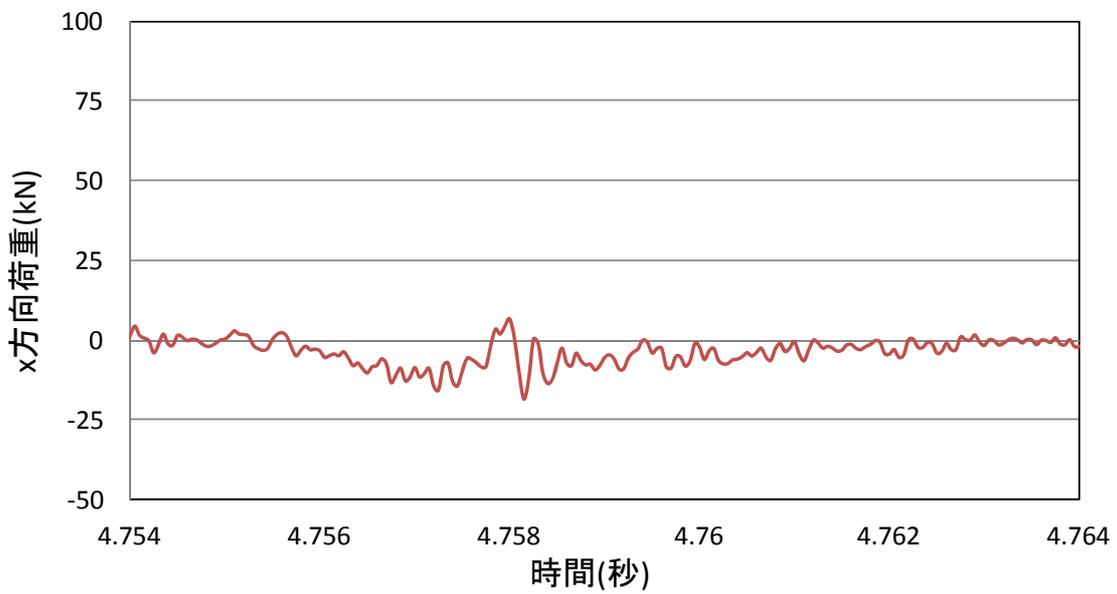
図 9. 3. 67 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(4) No.32 板状 40cm

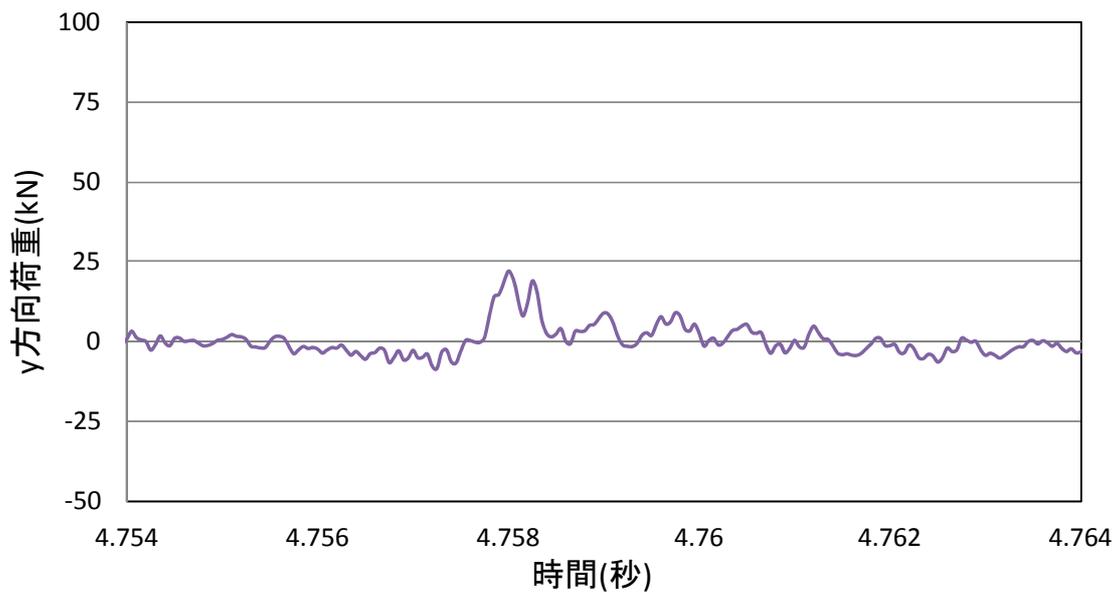
図 9.3.68 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.69 にレーザー変位で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 68 各荷重計で計測した分力の時刻歴

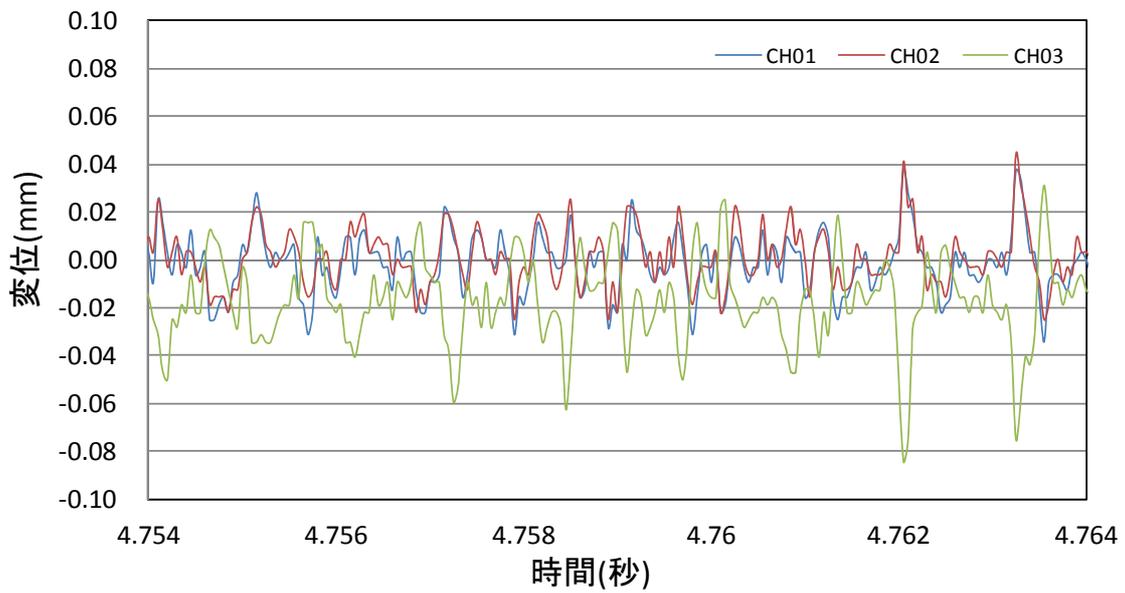


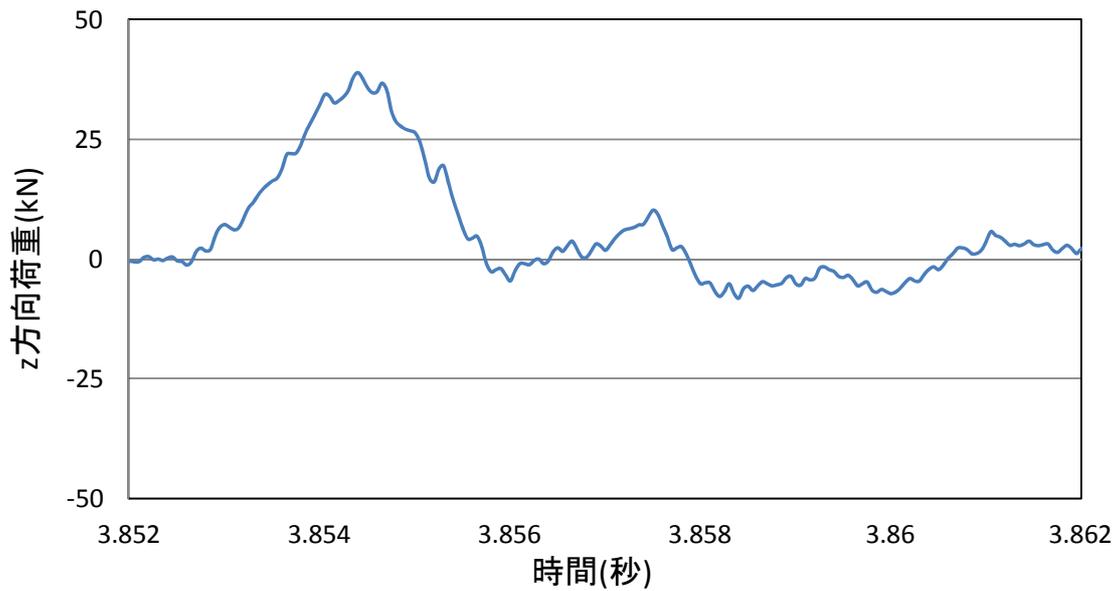
図 9. 3. 69 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 7 岩塊（凹凸有）

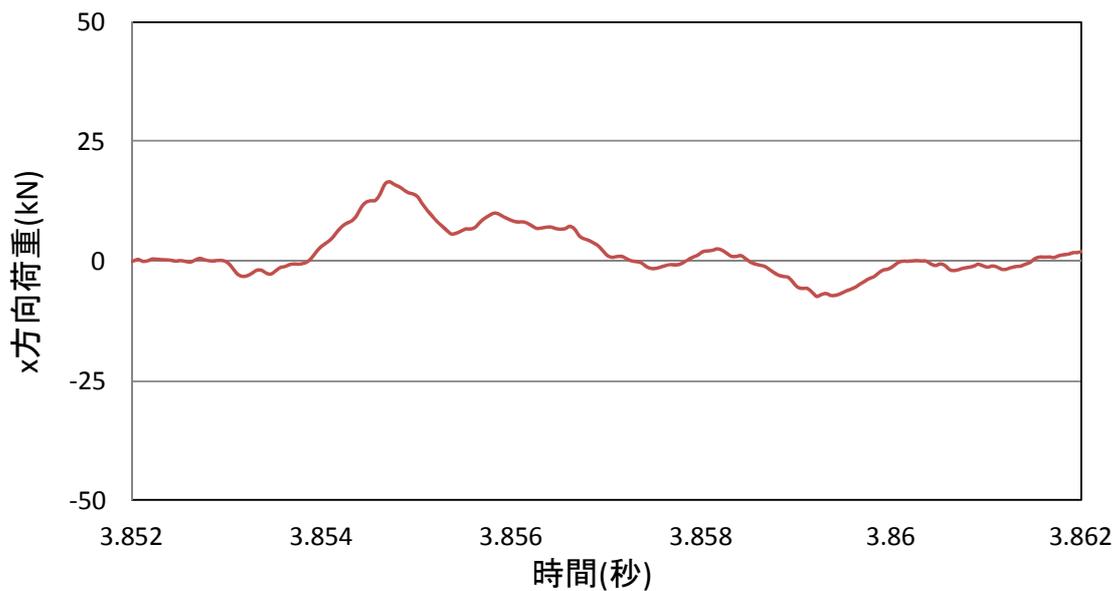
本節では、岩塊（凹凸有）の計測結果（2 ケース）について示す。なお、レーザー変位計の位置とチャンネル番号の対応は図 9. 3. 1 に示す通りである。

（1） No.33 塊状 20cm

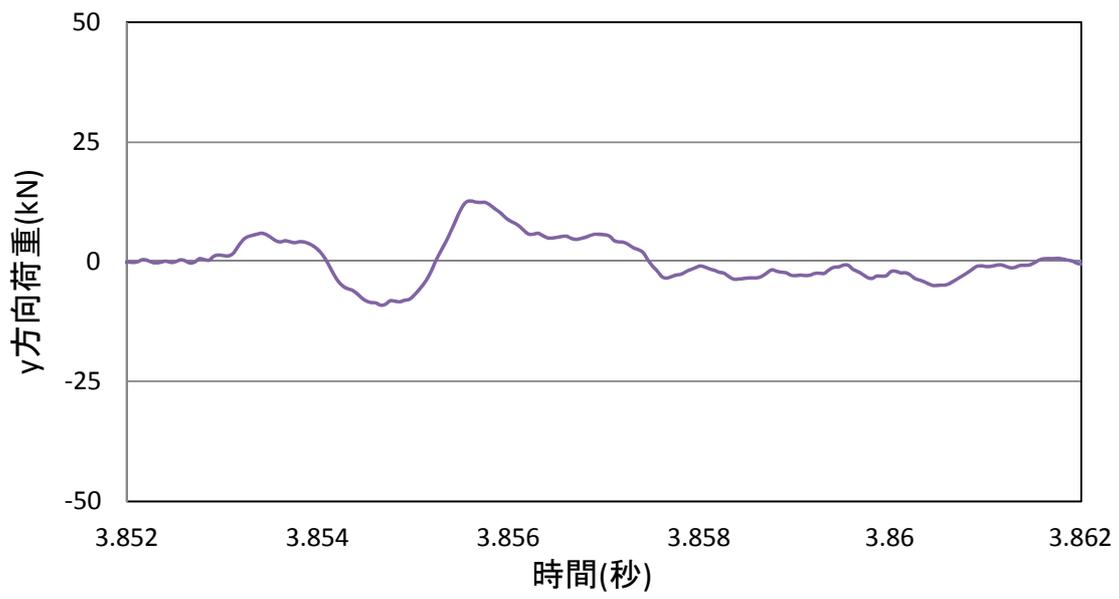
図 9. 3. 70 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また、図 9. 3. 71 にレーザー変位計で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 70 各荷重計で計測した分力の時刻歴

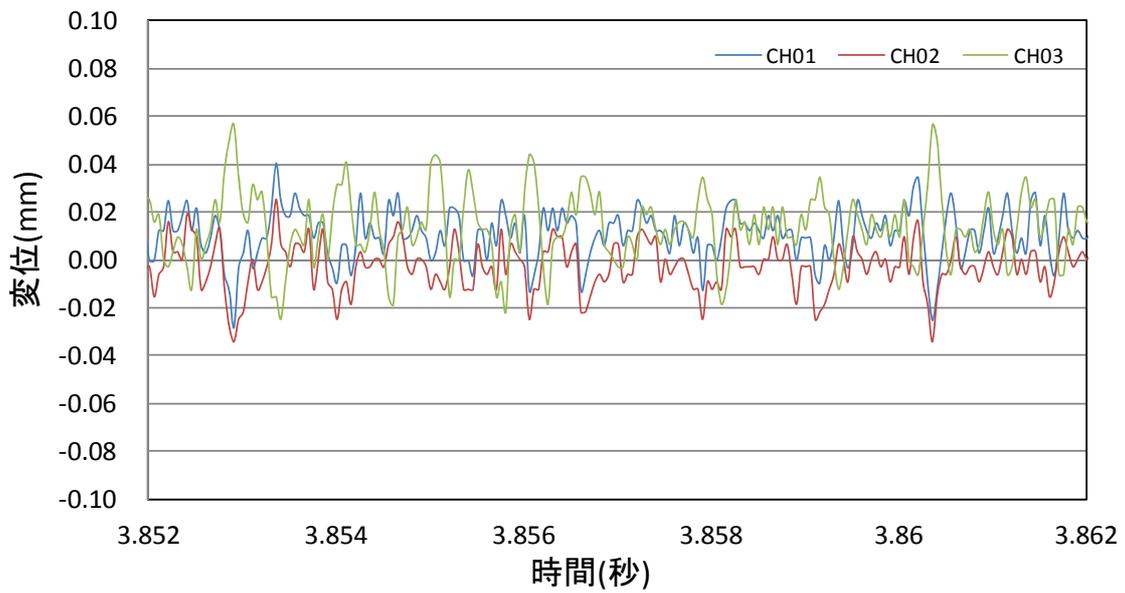
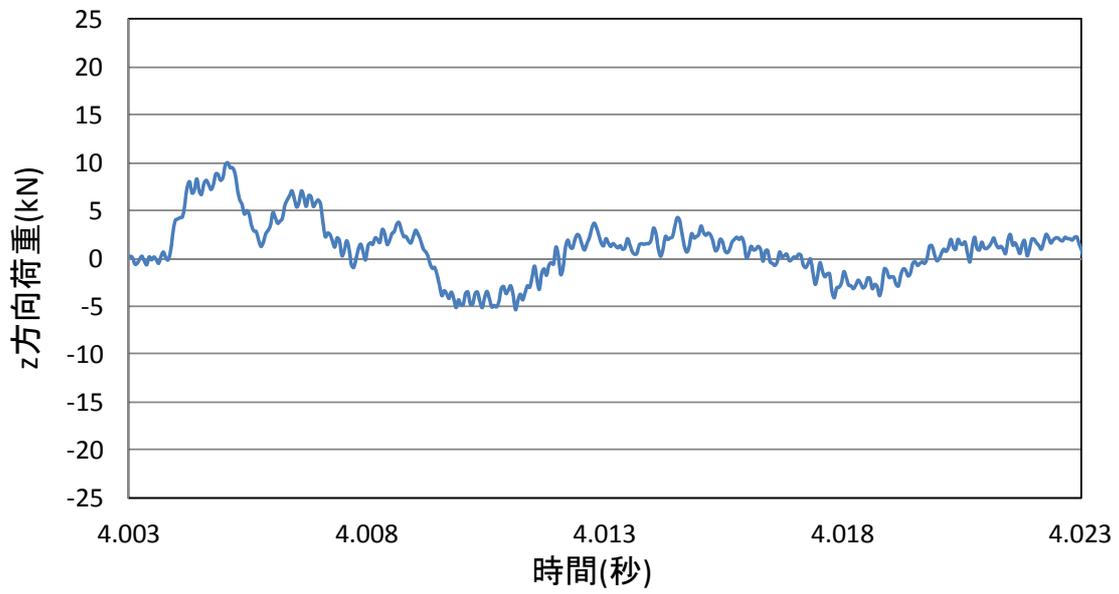


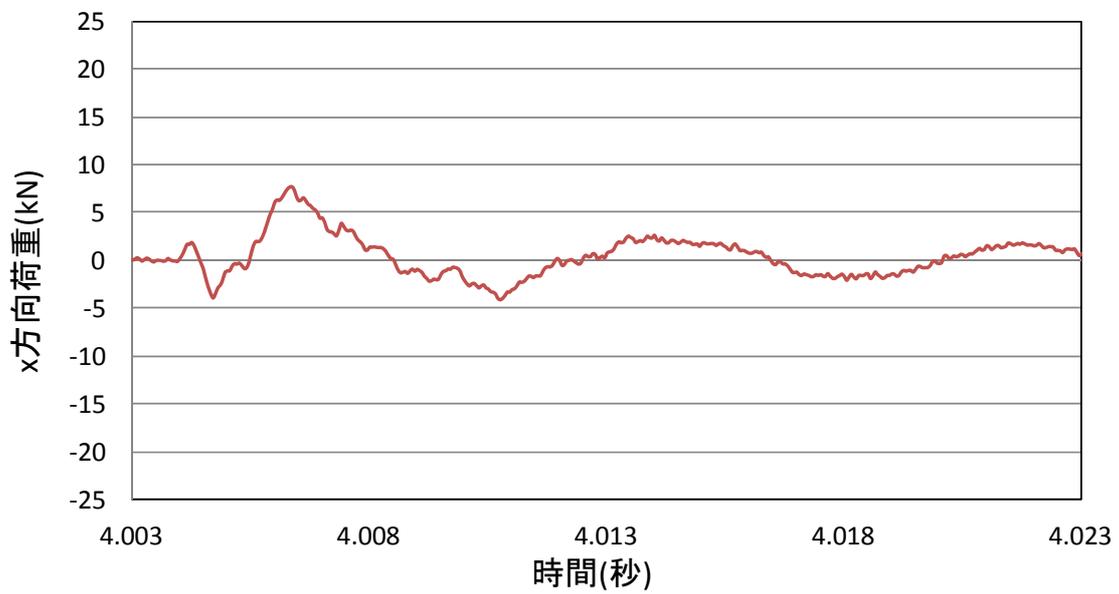
図 9. 3. 71 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

(2) No.34 板状 20cm

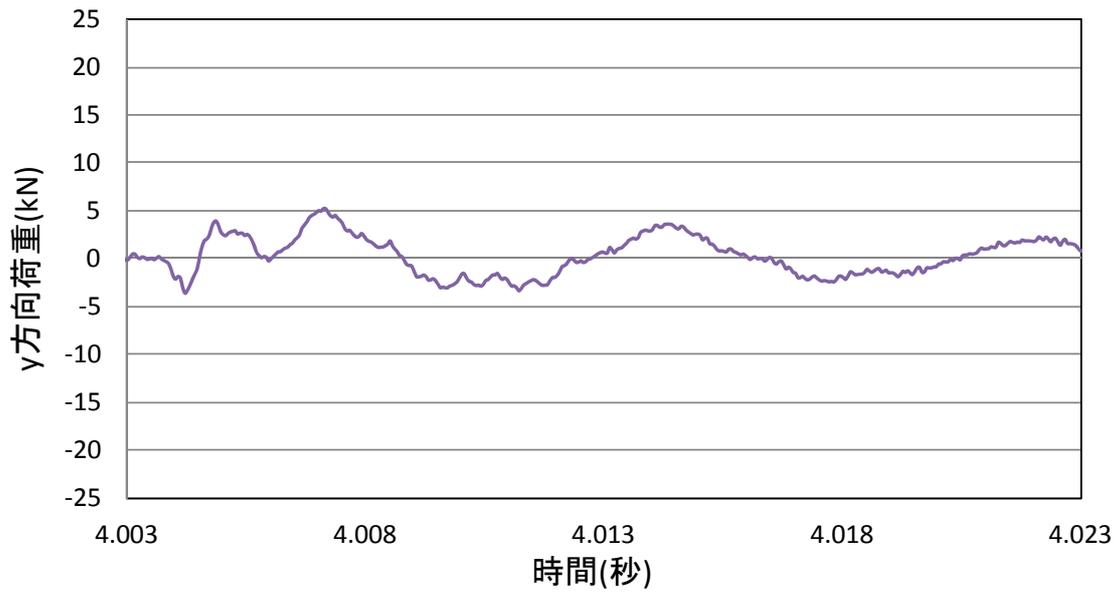
図 9.3.72 に荷重の 3 方向成分の時刻歴を示す。また，図 9.3.73 にレーザー変位計で計測した変位の時刻歴を示す。



(a) z 方向荷重



(b) x 方向荷重



(c) y 方向荷重

図 9. 3. 72 各荷重計で計測した分力の時刻歴

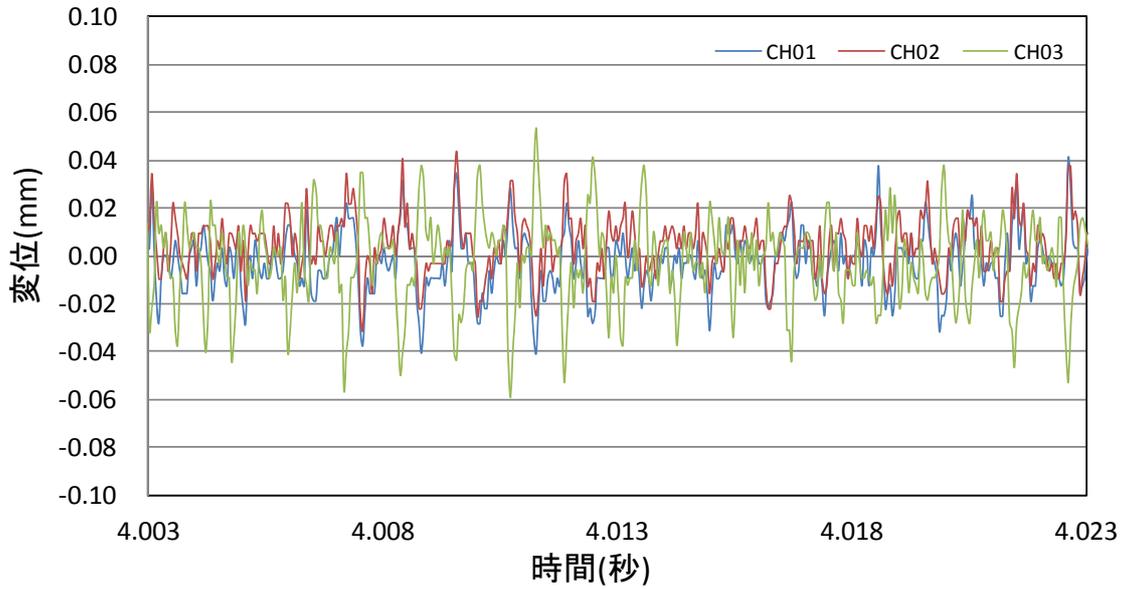


図 9. 3. 73 レーザー変位計で計測した変位の時刻歴

9. 3. 8 計測結果のまとめ

以上示した計測結果より、最大荷重の大きさを、衝突時と斜面移動時の挙動とともにまとめたものを表 9.3.2 に示す。

表 9.3.2 計測結果一覧

試験 No.	形状	体積 (m ³) サイズ	衝突時	流路	衝突時間 (s)	最大荷重 (kN)			
						衝突方向	衝突直交方向	上下方向	合力
1	碎石	1.0			5.500	4.83	0.00	0.00	4.83
2		0.5			5.700	2.48	0.00	0.00	2.48
3	土砂	0.5			5.200	0.00	0.00	0.00	0.00
4		1.0			5.200	2.35	0.00	0.00	2.35
5	球形	20cm			3.000	101.84	23.69	29.02	108.51
6					3.120	99.93	17.22	23.84	104.17
7					3.050	125.52	34.69	42.93	137.12
8	塊状		滑動	滑動	3.240	-59.63	-17.46	-12.42	63.36
9			転動	転動	3.120	52.94	-10.04	-12.64	55.35
10	板状		滑動	滑動	3.220	34.71	18.33	18.08	43.22
11	球形	40cm			3.200	363.54	63.63	81.36	377.93
12					3.194	590.16	48.59	100.39	600.61
13	塊状		転動	滑動	3.032	115.30	10.57	40.48	122.66
14	板状		転動	滑動	3.022	228.54	93.70	71.14	257.04
15	板状	20cm	滑動	転動	3.116	37.94	9.43	13.69	41.42
16			滑動	滑動	3.214	69.63	-21.83	-17.68	75.08
17	塊状	40cm	転動	転動	2.958	108.83	-26.78	29.34	115.85
18			滑動	転動	2.998	157.87	-25.70	-15.46	160.69
19	板状		滑動	滑動	3.034	106.91	19.91	5.92	108.91
20	球形				3.500	1416.36	123.13	192.38	1434.66
21	板状		転動	滑動	3.080	86.84	25.48	18.54	92.38
22	塊状	20cm	滑動	転動	3.628	42.94	14.30	23.03	50.78
23	塊状	20cm	転動	滑動	3.568	35.37	-12.33	-10.37	38.87
24		40cm	転動	滑動	3.664	99.63	34.61	50.77	117.05
25		20cm	転動	滑動	3.912	53.90	-26.09	-15.55	61.87

26			転動	転動	5.310	38.82	16.30	11.99	43.78
27	球形	40cm			3.584	143.53	36.72	51.72	156.92
28					3.762	355.60	55.30	64.56	365.62
29	塊状	20cm	転動	滑動	4.866	29.27	11.54	14.26	34.54
30			滑動	転動	3.590	36.40	21.85	7.93	43.19
31			転動	転動	4.634	25.00	13.02	7.45	29.16
32	板状	40cm	滑動	滑動	4.756	92.65	-18.43	21.92	96.98
33	塊状	20cm	転動	転動	3.852	38.90	16.37	12.31	43.96
34	板状		転動	転動	4.006	9.93	7.65	5.24	13.59

・ 砕石、土砂

砕石、土砂については、砕石の方が土砂よりも大きな荷重となった。これは、砕石の方が、反力壁前面に衝突した土塊の量が大きかったためである。荷重の時刻歴の傾向としては、衝突した土塊の体積が大きいほど、短周期の衝撃波形が現れ、最大荷重が大きくなる。よって、砕石、土砂による衝撃荷重を評価する際は、特に土塊の体積量大きいときに衝撃的な荷重が生じる可能性が大きいことに注意する必要がある。

・ 球形 20cm

球形岩塊模型の 20cm 径模型について、最大荷重の大きさをまとめたものを図 9.3.74 に示す。衝突直交方向<上下方向<衝突方向の順で荷重が大きくなり、特に衝突方向の荷重が占める割合が大きい。これは、球形岩塊の場合、荷重の作用方向が衝突方向一方向になる傾向が高いことを示している。また、アンクル材を設置した、試験 No. 27 における荷重が大きい。これは、アンクル材に衝突し、跳ね上がったまま衝突したためである。

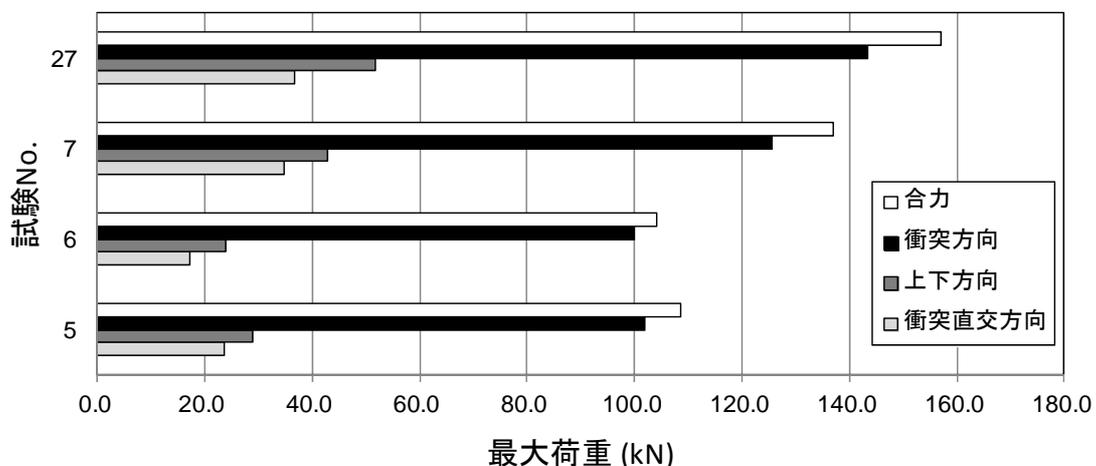


図 9.3.74 球形岩塊模型 (20cm 径) の最大荷重

・球形 40cm

球形岩塊模型の 40cm 径模型について，最大荷重の大きさと落下位置と反力壁までのおおよその距離の関係をまとめたものを図 9.3.75 に示す。40cm 径模型においても，衝突方向成分の割合が大きい。距離の大きさに対し，双曲線的に荷重が増加する傾向がある。

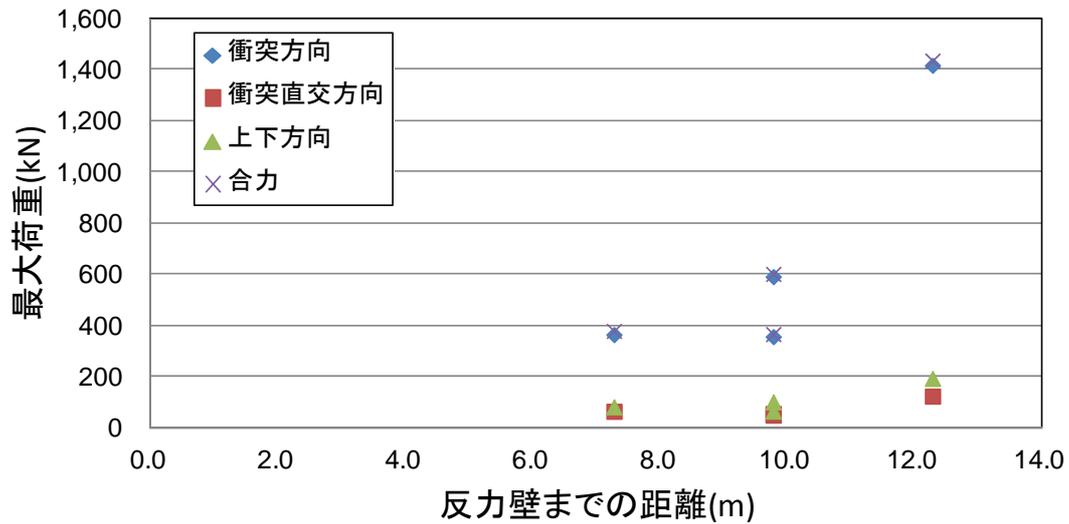


図 9.3.75 最大荷重と反力壁までの距離の関係

・塊状 20cm

塊状岩塊模型の 20cm 径模型について、最大荷重の大きさをまとめたものを図 9.3.76 に示す。球形模型の場合と異なり、上下方向<衝突直交方向<衝突方向の順で荷重が大きい傾向がある。これは、塊状岩塊の作用荷重の方向は、衝突方向一方向のみになりにくいことを示している。その理由としては、岩塊模型が角ばっており、衝突した際、衝突面が平らでないため、荷重が一方向に作用しないためと考えられる。

また、試験 No. 8, 22, 30 は、滑動挙動の形で衝突したケースであり、その他のケースは、転動挙動の形で衝突したものである。全体的に、衝突時の挙動が、滑動、転動に拘わらず、最大荷重の大きさに大きな違いは生じないことが分かる。ただし、滑動挙動の場合の方が、比較的大きい荷重になる傾向はある。

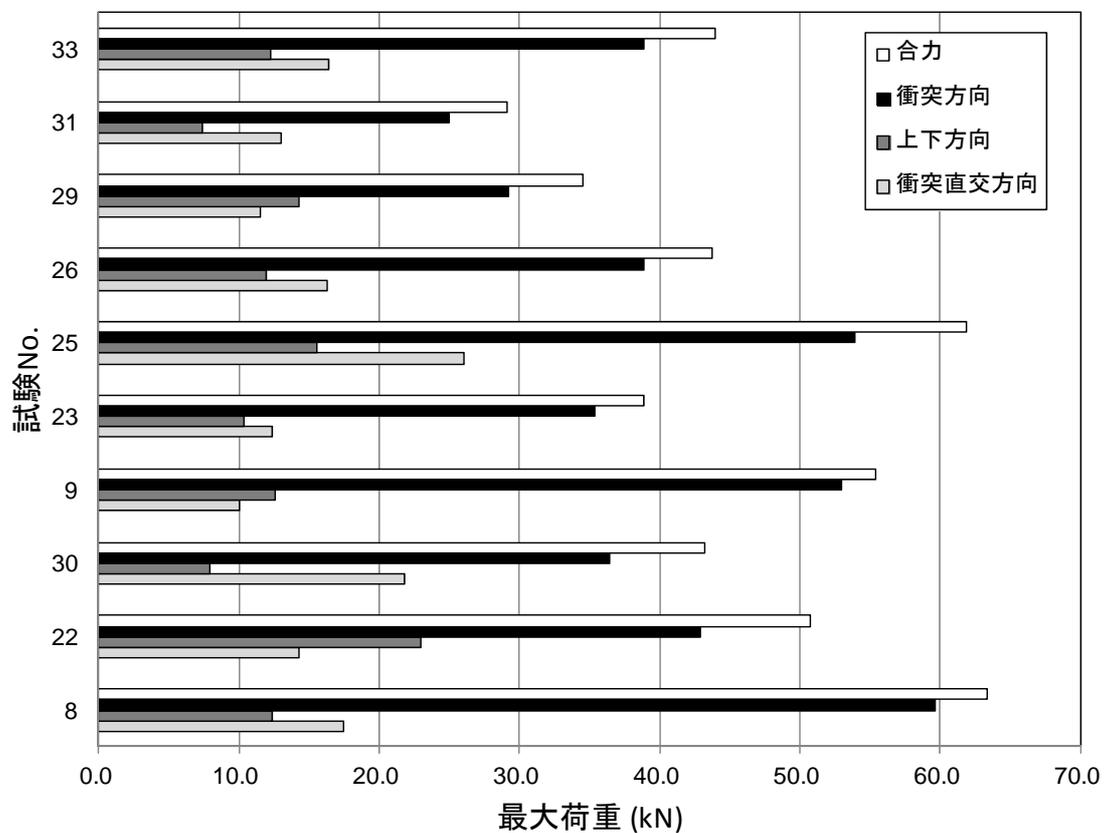


図 9.3.76 塊状岩塊模型（20cm 径）の最大荷重

・塊状 40cm

塊状岩塊模型の 40cm 径模型について、最大荷重の大きさをまとめたものを図 9.3.77 に示す。20cm 径の場合と異なり、衝突直角方向<上下方向<衝突方向の順で荷重が大きい傾向がある。これは、40cm 径の塊状岩塊では、衝突面が相対的に滑らかになり、作用方向が衝突方向一方向のみになりやすいことを示している。

また、試験 No. 18 は、滑動挙動の形で衝突したケースであり、その他のケースは、転動挙動の形で衝突したものである。滑動挙動の場合の方が、比較的大きい荷重になる傾向があるが、一データのみによる分析のため、今後詳細を確認する必要がある。

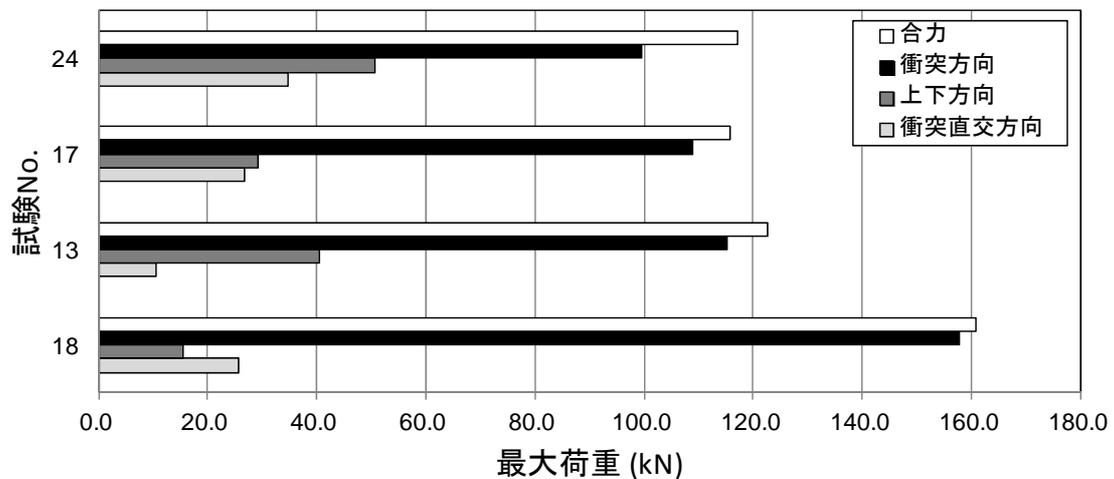


図 9.3.77 塊状岩塊模型（40cm 径）の最大荷重

・板状 20cm

板状岩塊模型の 20cm 径模型について、最大荷重の大きさをまとめたものを図 9.3.78 に示す。塊状模型の場合と同様に、上下方向<衝突直交方向<衝突方向の順で荷重が大きい傾向があるが、塊状模型の場合より、衝突方向成分の割合が大きい。これは、板状岩塊の作用荷重の方向は、塊状岩塊ほど衝突方向が一方向のみになりにくいわけではないことを示している。その理由としては、塊状岩塊ほどが表面の凹凸が少なく、衝突した際、衝突面が平らな面で衝突する可能性が大きいことが考えられる。

また、試験 No. 34 は、滑動挙動の形で衝突したケースであり、その他のケースは、転動挙動の形で衝突したものである。衝突時の挙動が滑動の場合、最大荷重の大きさが他の場合に比べ小さいが、このケースは荷重計端に衝突したせいで荷重が小さくなった可能性があり、今後詳細を検討する必要がある。

また、板状岩塊の場合、全体的に、メインの衝突荷重の後、サブの荷重の波が続く傾向がある。これは、岩塊が衝突した後、再度荷重計に岩塊が衝突する機会が多いことを示している。

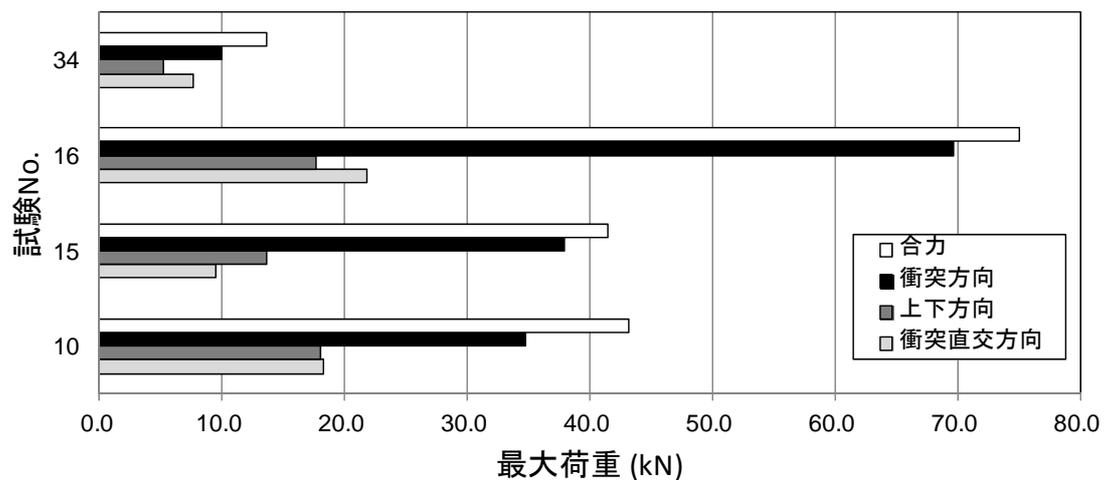


図 9.3.78 板状岩塊模型（20cm 径）の最大荷重

・板状 40cm

板状岩塊模型の 40cm 径模型について、最大荷重の大きさをまとめたものを図 9.3.79 に示す。20cm 径の場合と同様に、上下方向<衝突直交方向<衝突方向の順で荷重が大きい傾向があるが、衝突方向の割合が大きい。これは、40cm 径の板状岩塊では、40cm 径の塊状岩塊同様、衝突面が相対的に滑らかになり、作用方向が衝突方向一方向のみになりやすいことを示している。

また、試験 No. 14, 21 は、滑動挙動の形で衝突したケースであり、その他のケースは、転動挙動の形で衝突したものである。No. 14 は荷重が大きい、No. 21 は転動のケース大きく変わらない。よって、滑動の場合、荷重が大きくなる傾向はあるが、必ずしも大きくなるとは限らないことが考えられる。

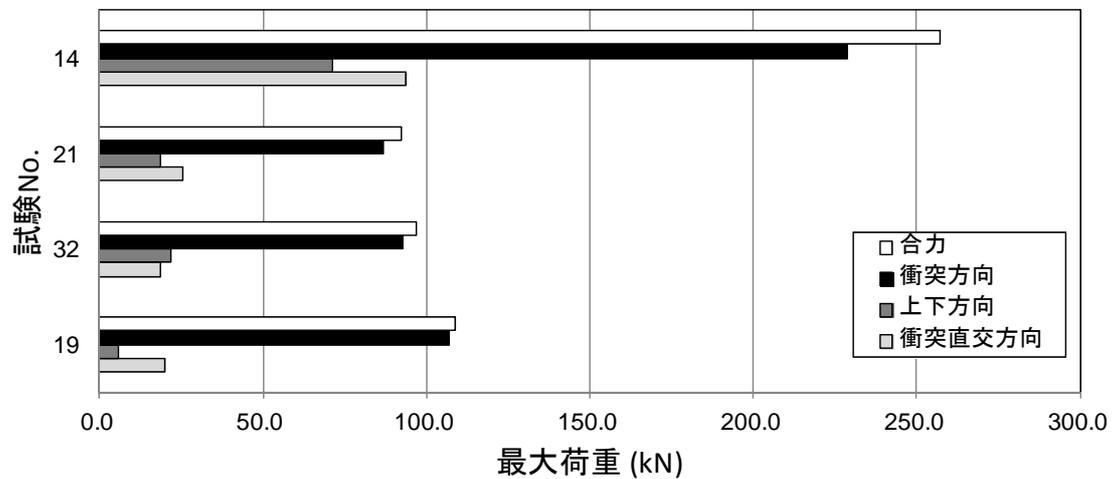


図 9.3.79 板状岩塊模型（40cm 径）の最大荷重