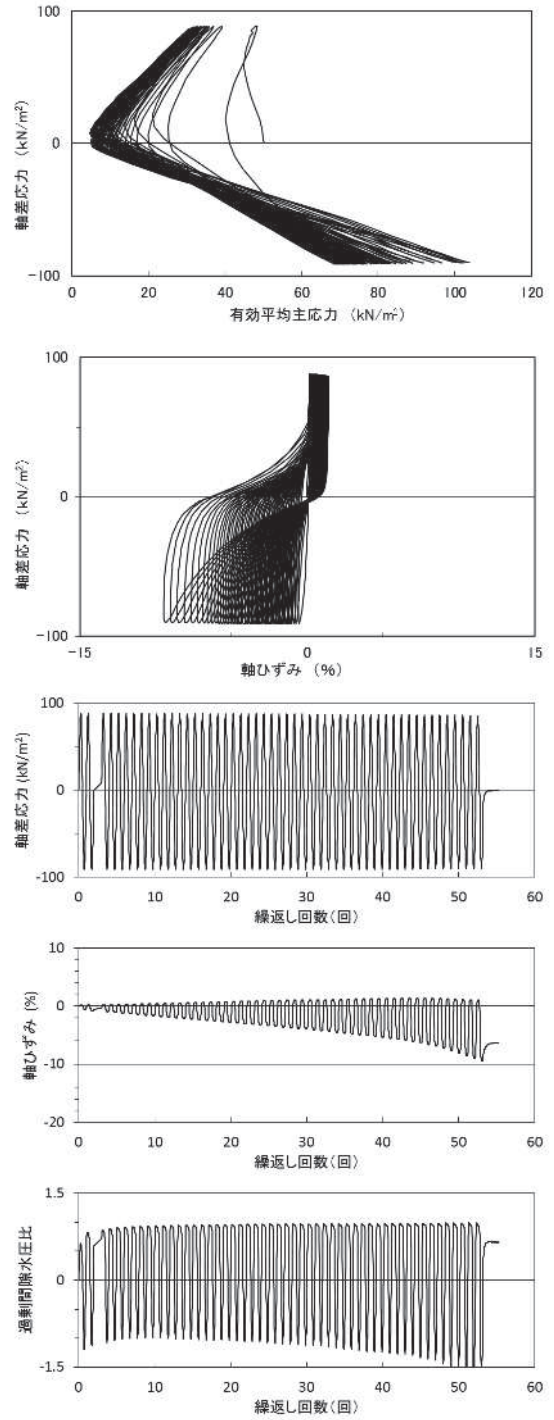


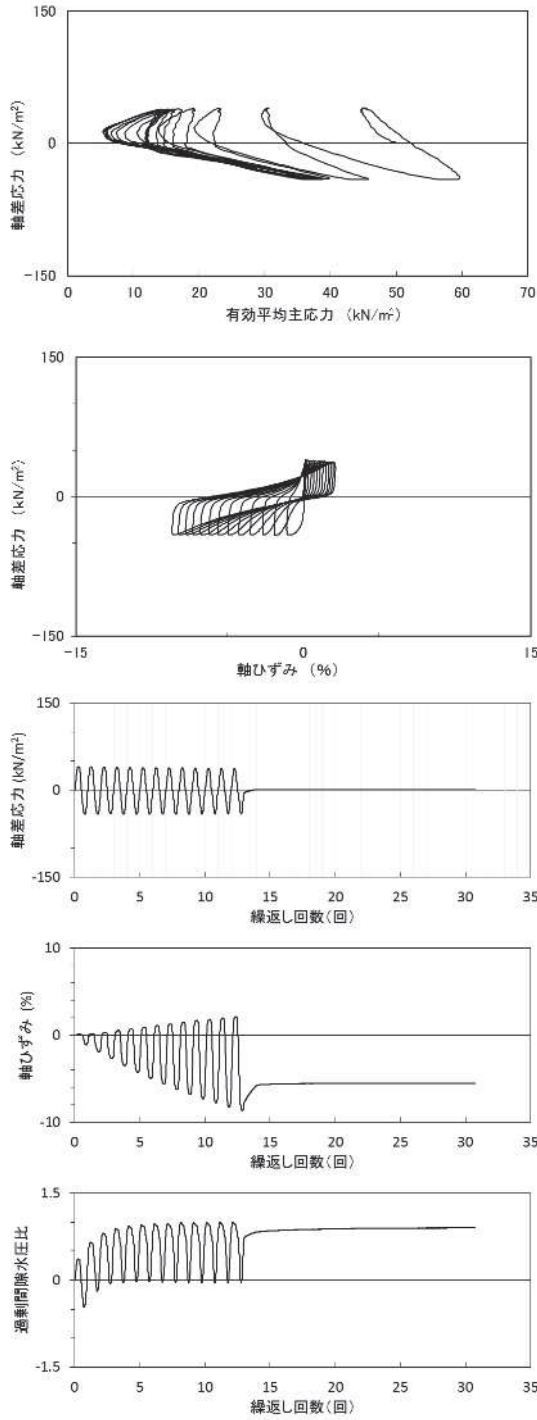
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-19 液状化強度試験結果  
(B-2-1 試料 (供試体 No. 3) )



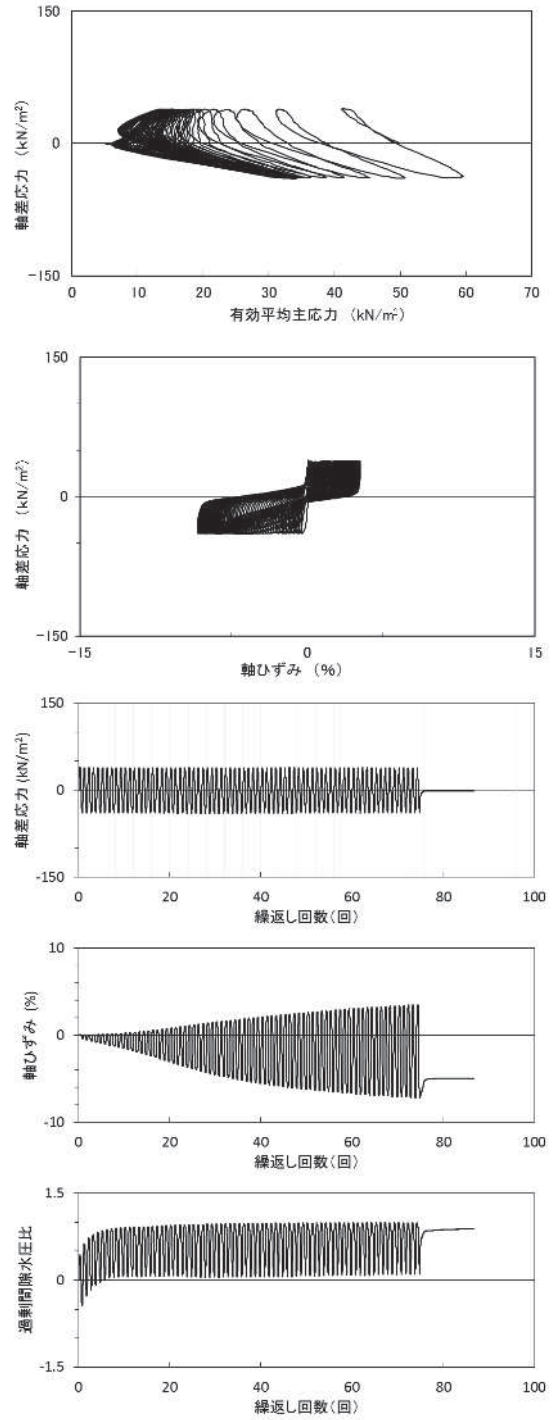
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-20 液状化強度試験結果  
(B-2-1 試料 (供試体 No. 4) )



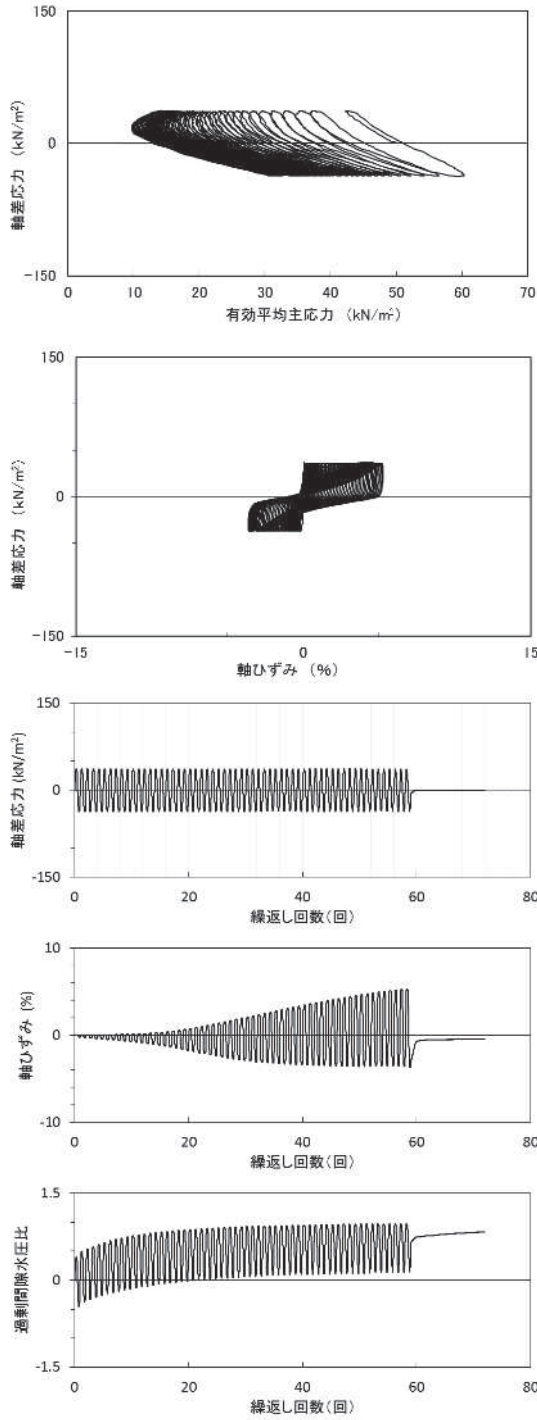
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-21 液状化強度試験結果  
(B-2-2 試料 (供試体 No. 1) )



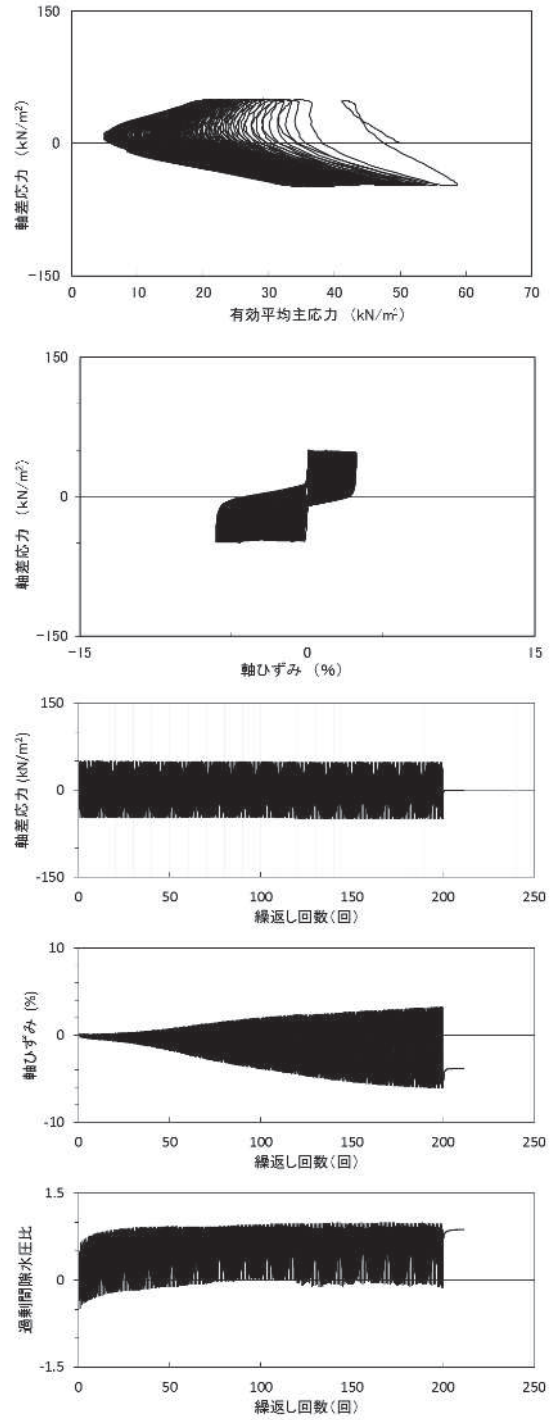
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-22 液状化強度試験結果  
(B-2-2 試料 (供試体 No. 2) )



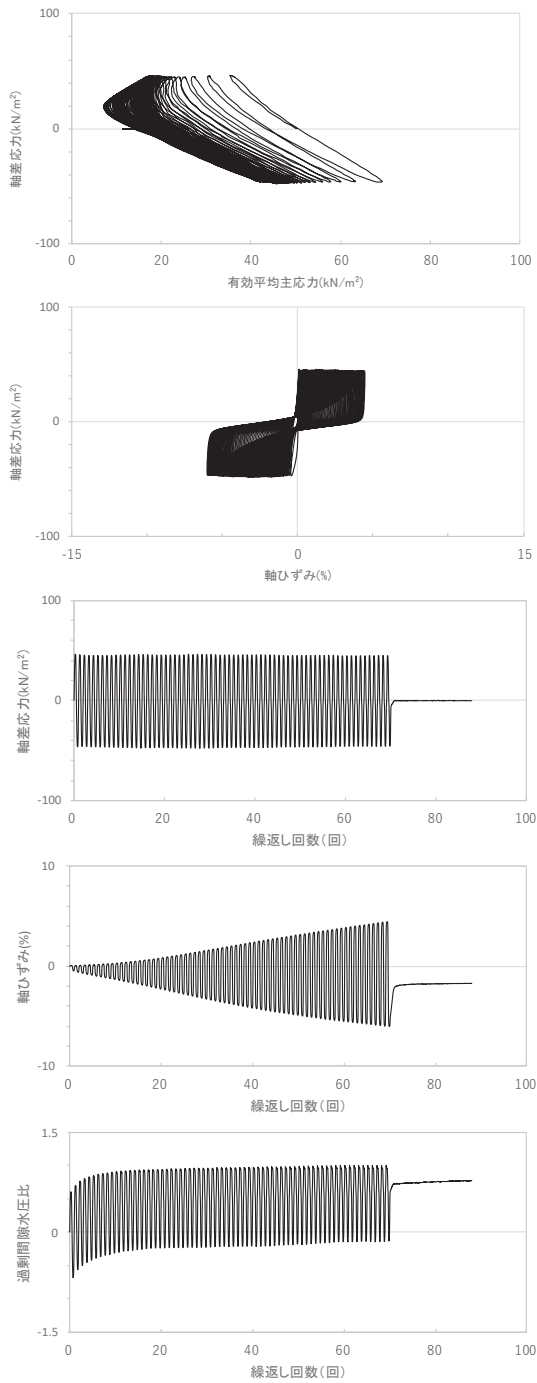
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-23 液状化強度試験結果  
(B-2-2 試料 (供試体 No. 3) )



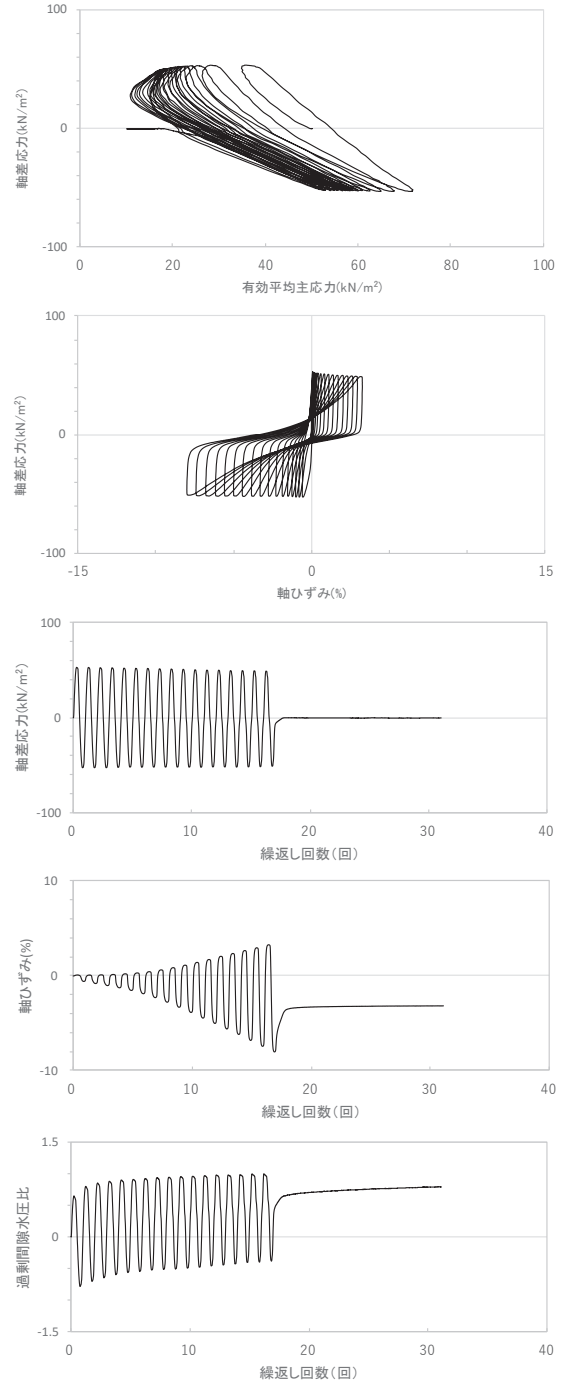
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-24 液状化強度試験結果  
(B-2-2 試料 (供試体 No. 4) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

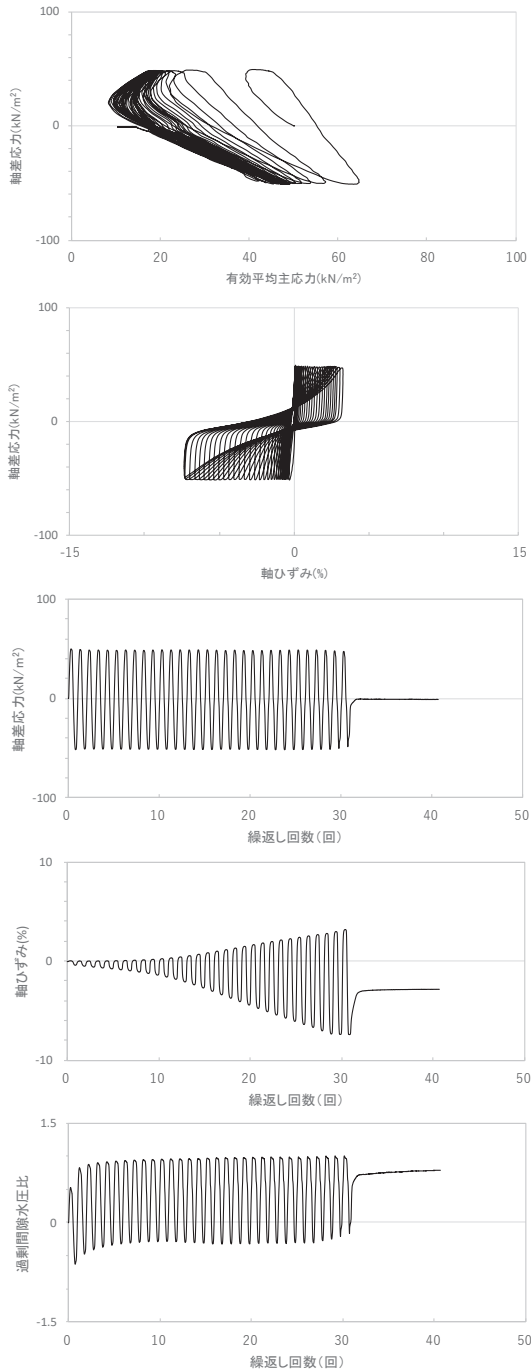
図 2.1-25 液状化強度試験結果  
(B-3 試料 (供試体 No. 1) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

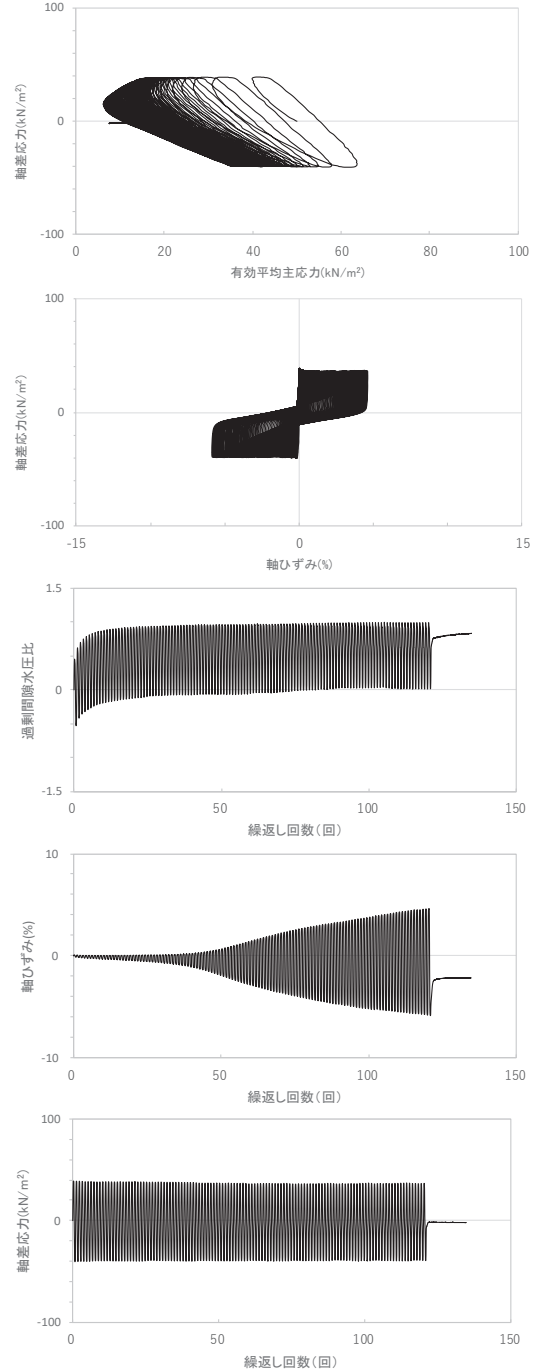
図 2.1-26 液状化強度試験結果  
(B-3 試料 (供試体 No. 2) )





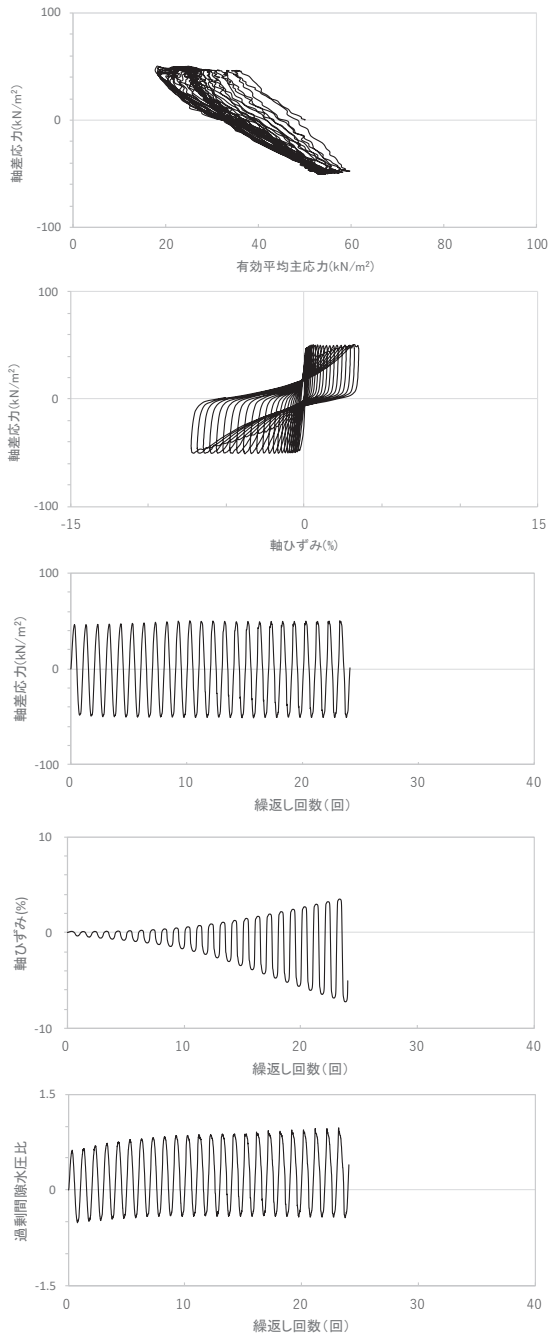
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-27 液状化強度試験結果  
(B-3 試料 (供試体 No. 3) )



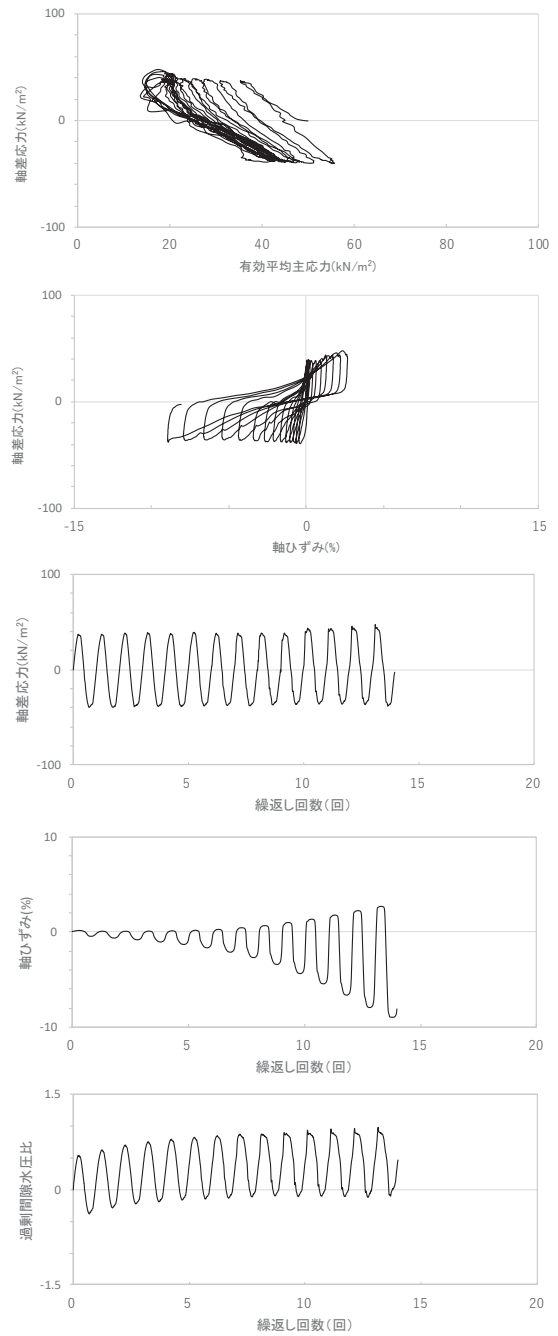
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-28 液状化強度試験結果  
(B-3 試料 (供試体 No. 4) )



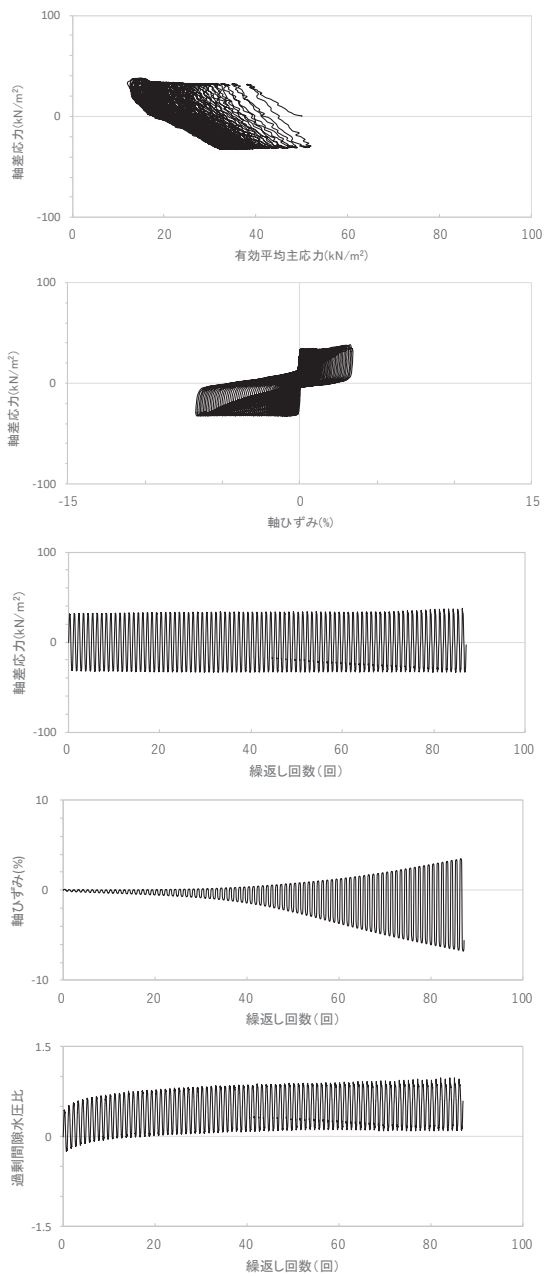
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-29 液状化強度試験結果  
(B-4 試料 (供試体 No. 1) )



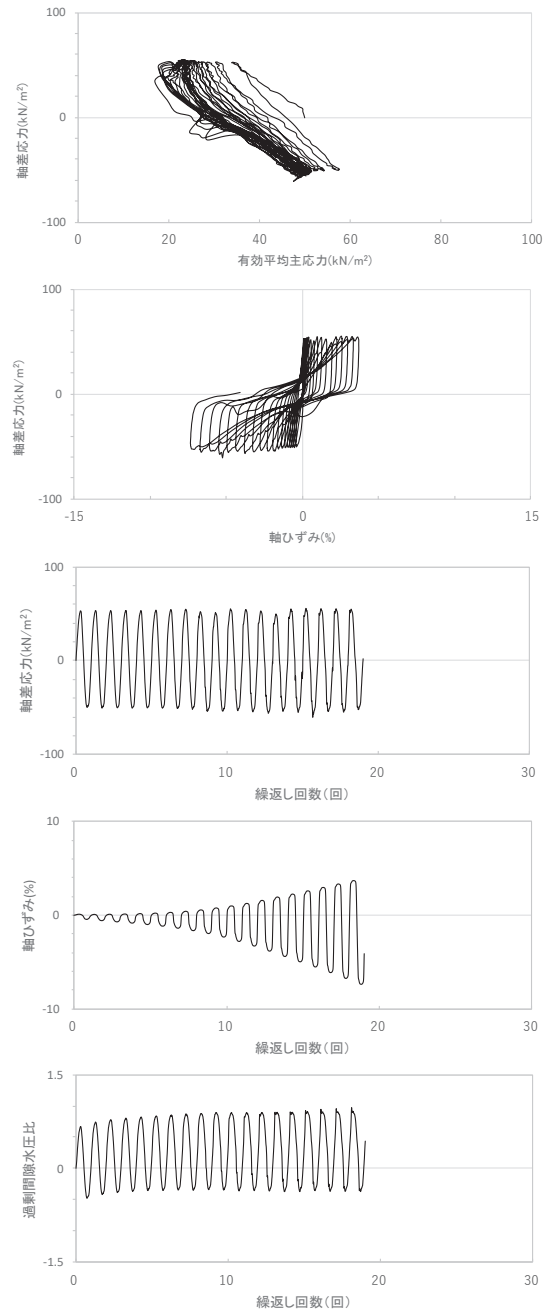
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-30 液状化強度試験結果  
(B-4 試料 (供試体 No. 2) )



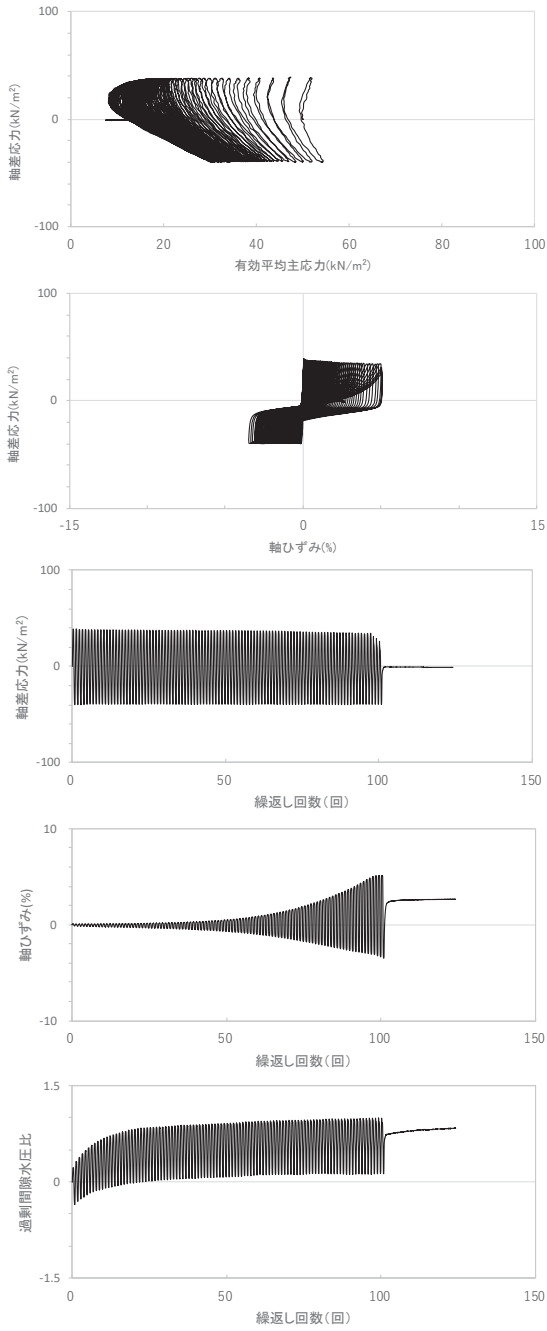
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-31 液状化強度試験結果  
(B-4 試料 (供試体 No. 3) )



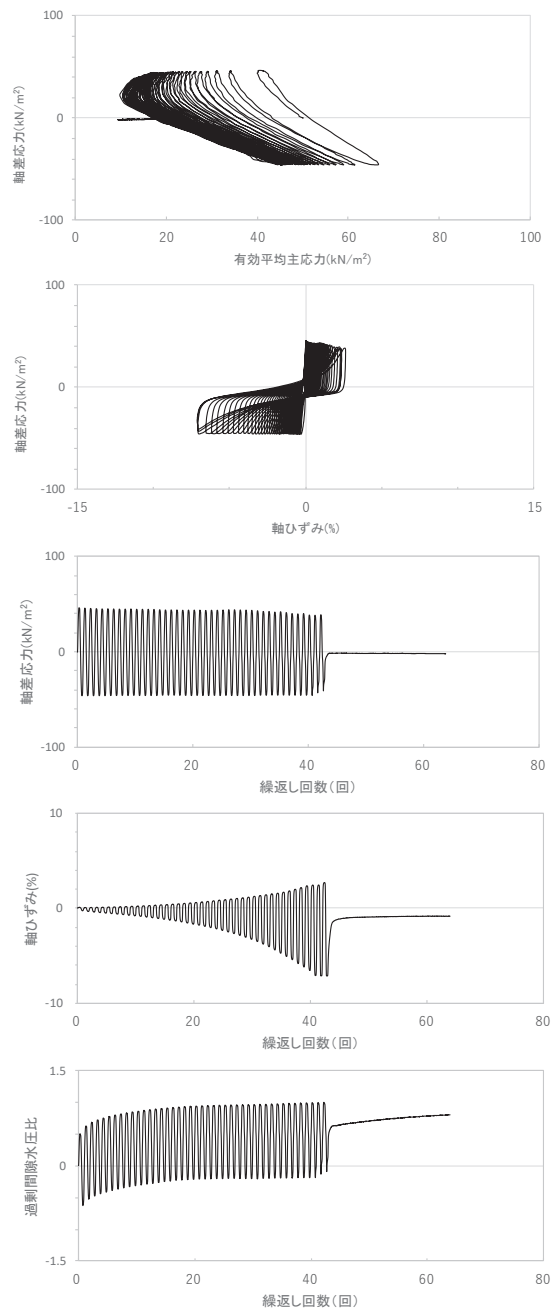
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-32 液状化強度試験結果  
(B-4 試料 (供試体 No. 4) )



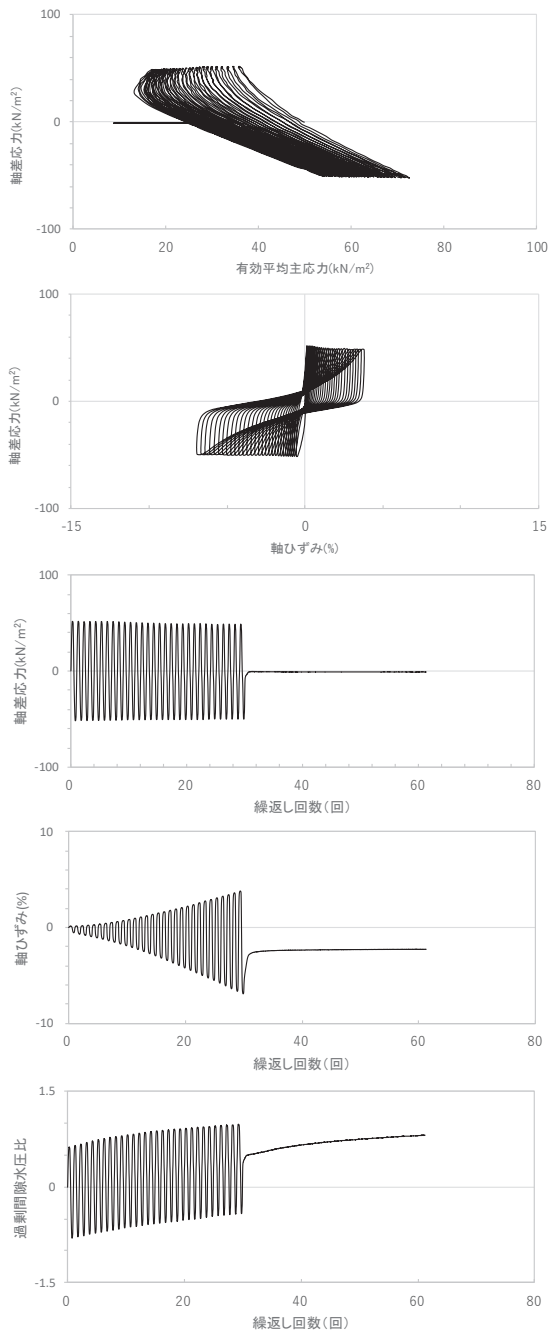
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-33 液状化強度試験結果  
(B-5 試料 (供試体 No. 1) )



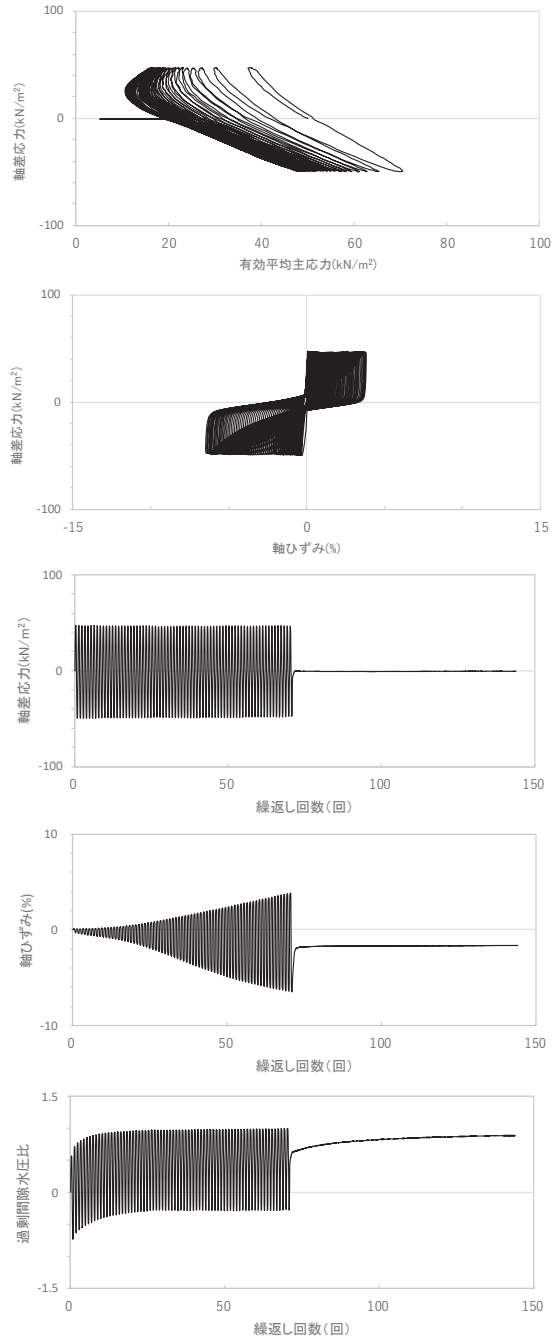
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-34 液状化強度試験結果  
(B-5 試料 (供試体 No. 2) )



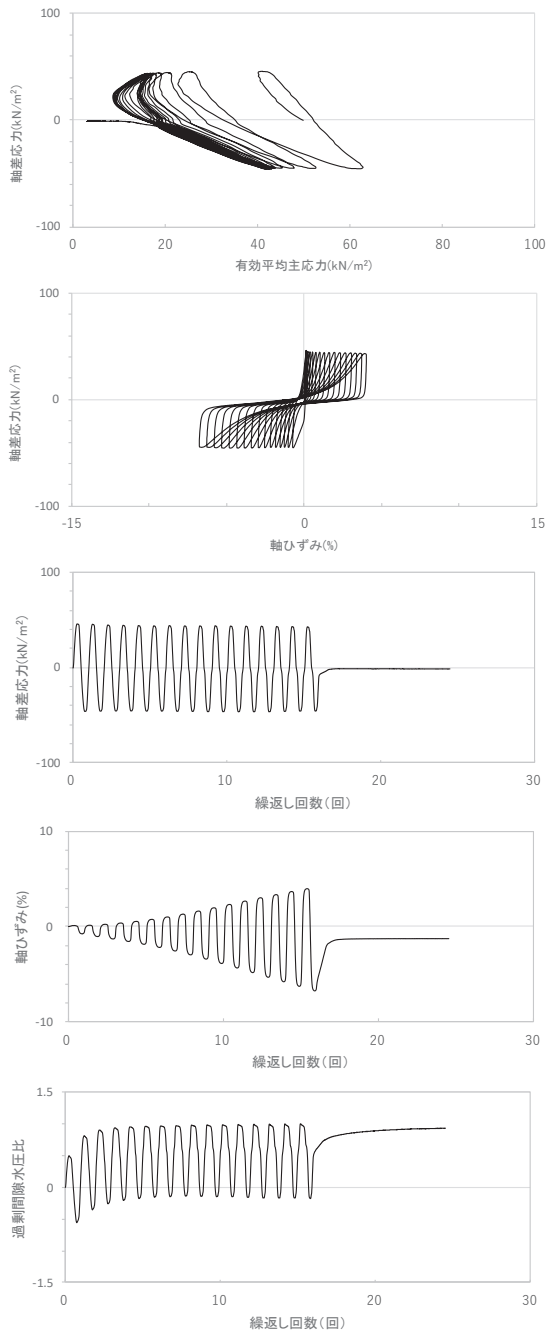
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-35 液状化強度試験結果  
(B-5 試料 (供試体 No. 3) )



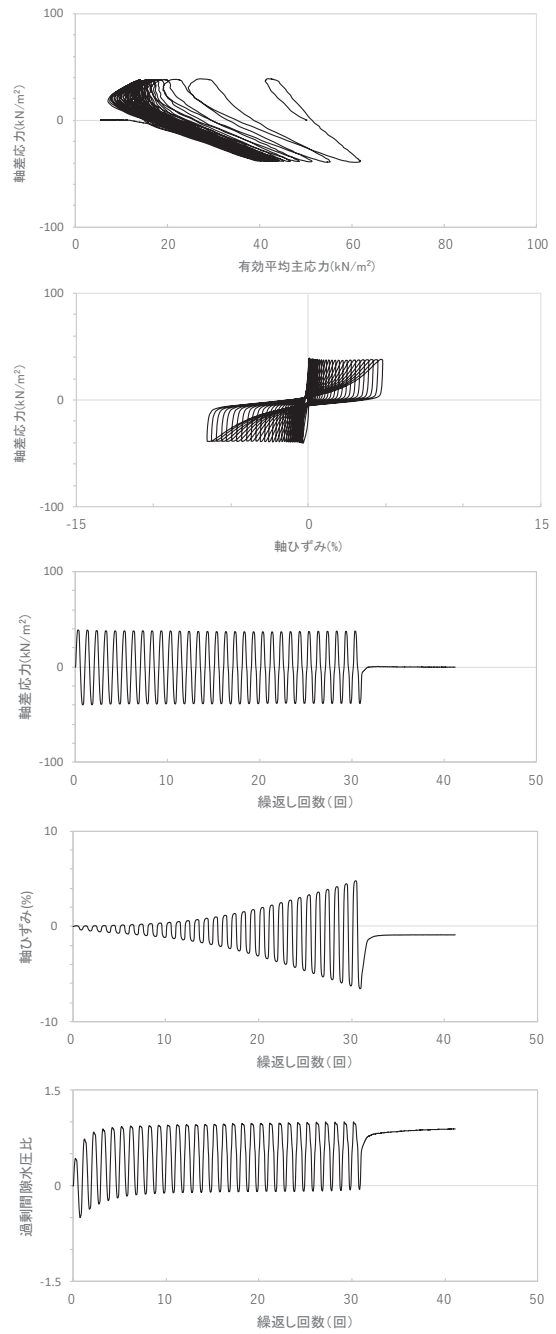
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-36 液状化強度試験結果  
(B-5 試料 (供試体 No. 4) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

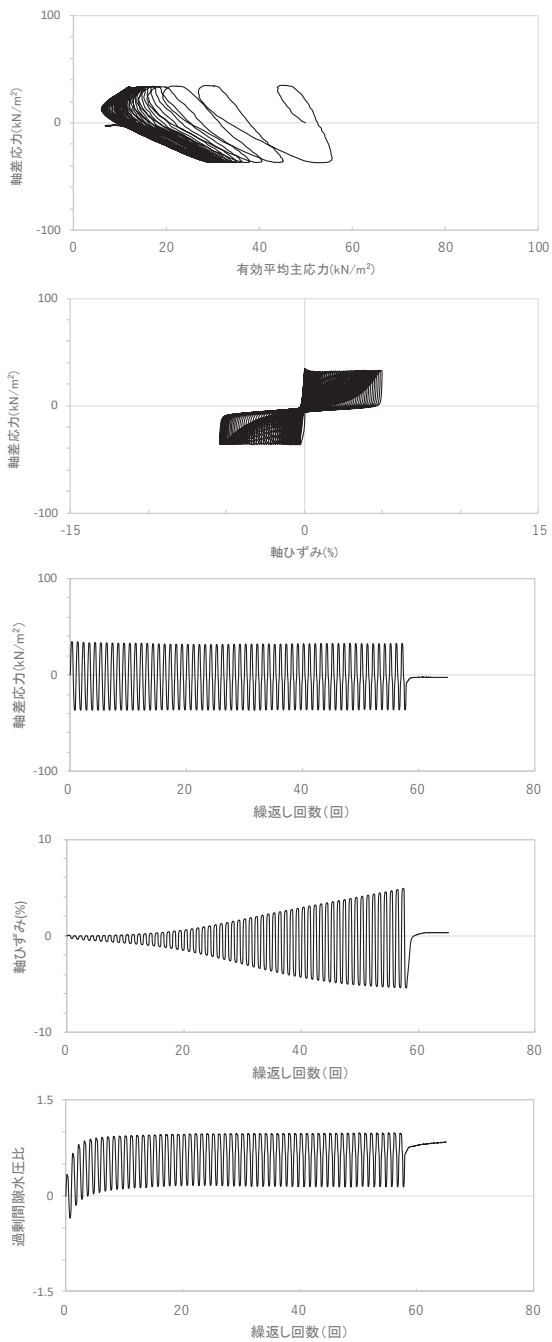
図 2.1-37 液状化強度試験結果  
(B-6 試料 (供試体 No. 1) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

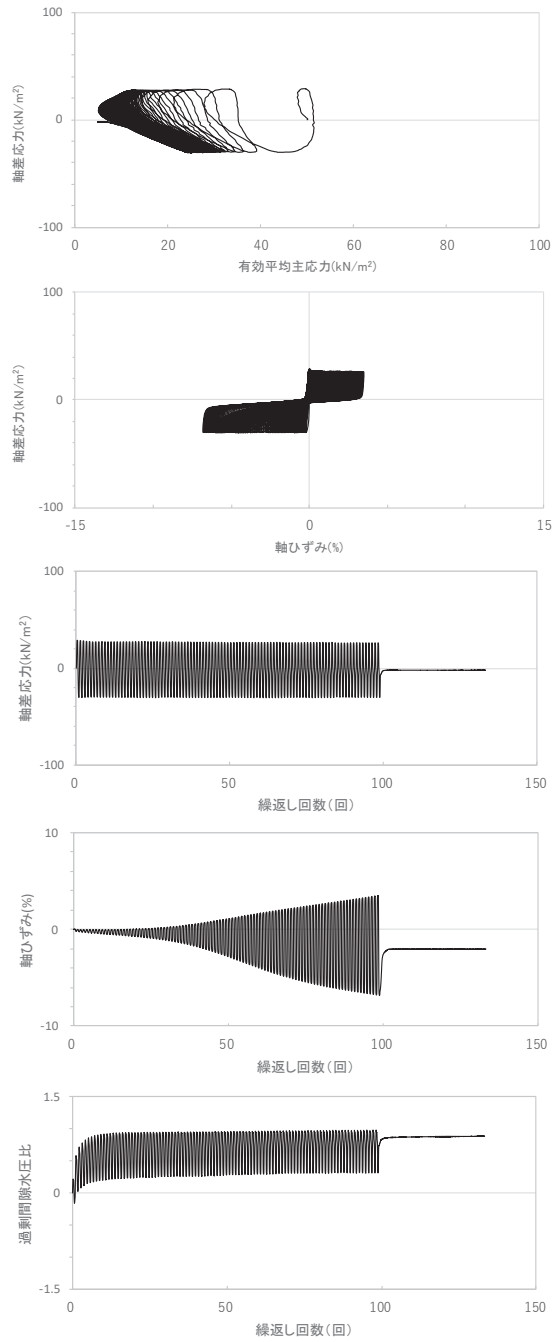
図 2.1-38 液状化強度試験結果  
(B-6 試料 (供試体 No. 2) )





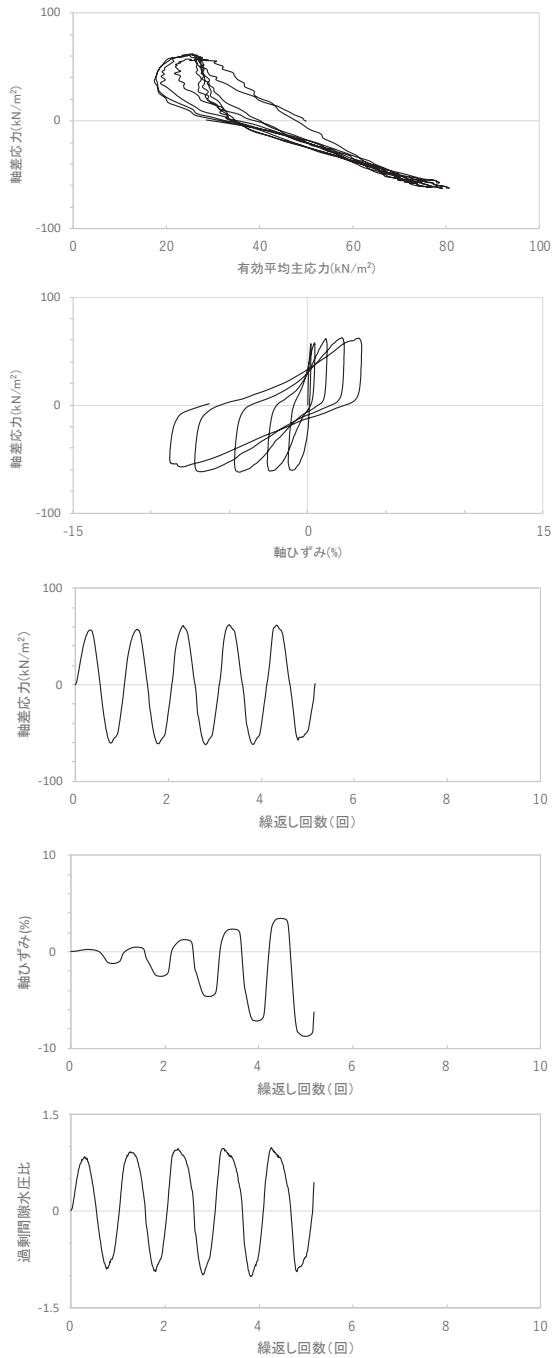
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-39 液状化強度試験結果  
(B-6 試料 (供試体 No. 3) )



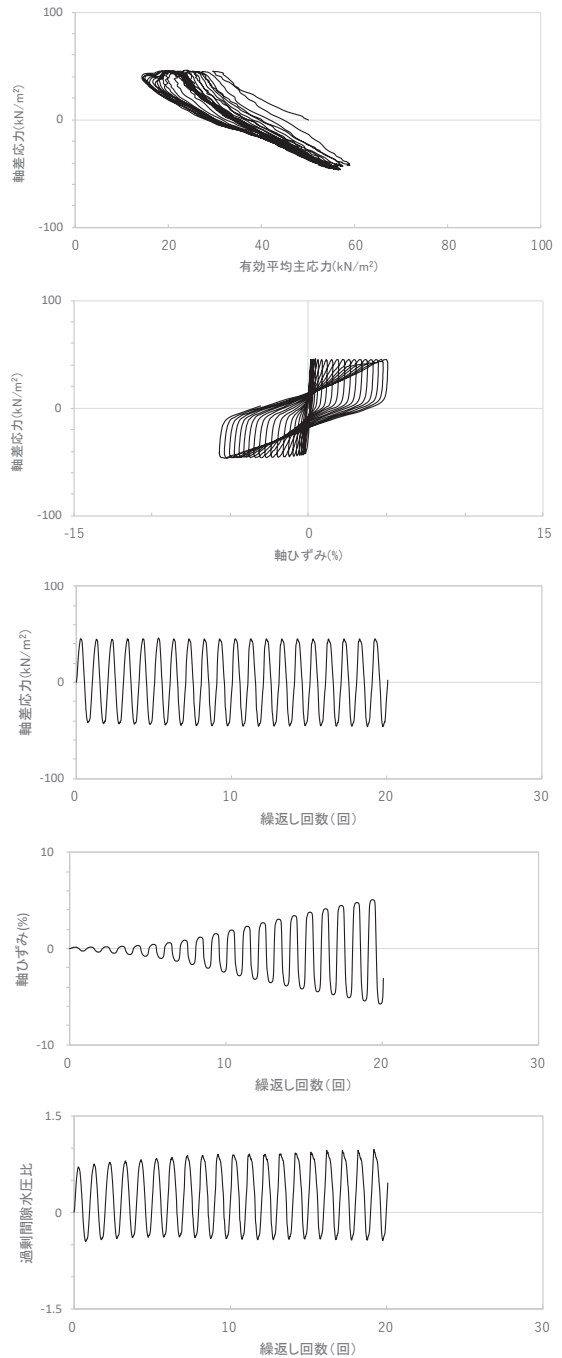
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-40 液状化強度試験結果  
(B-6 試料 (供試体 No. 4) )



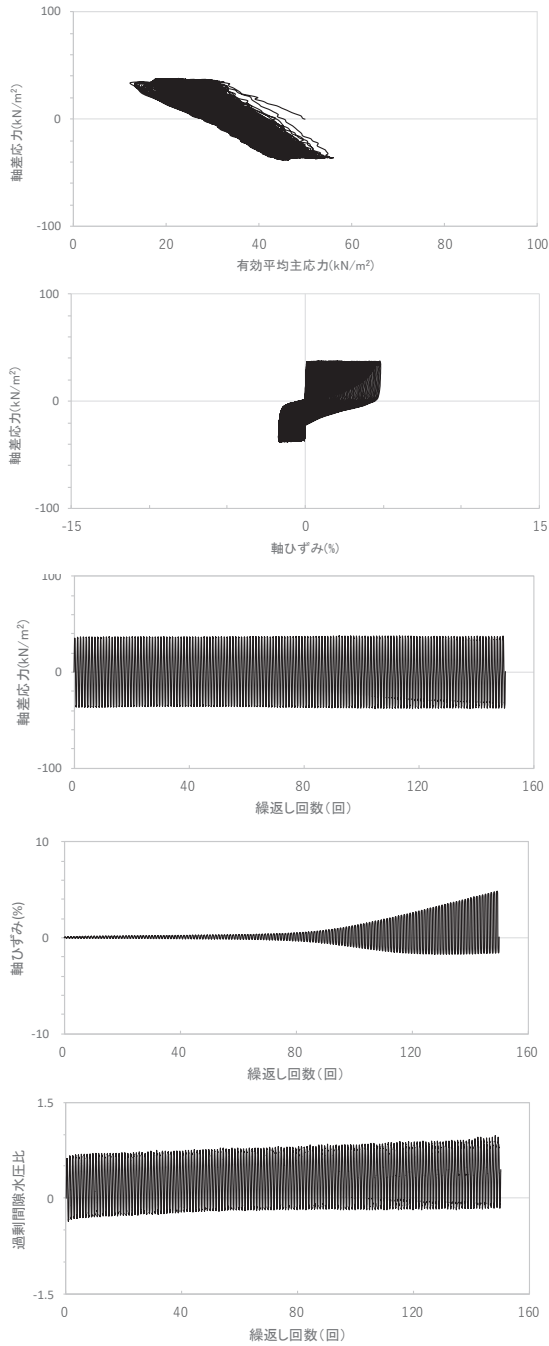
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-41 液状化強度試験結果  
(B-7 試料 (供試体 No. 1) )



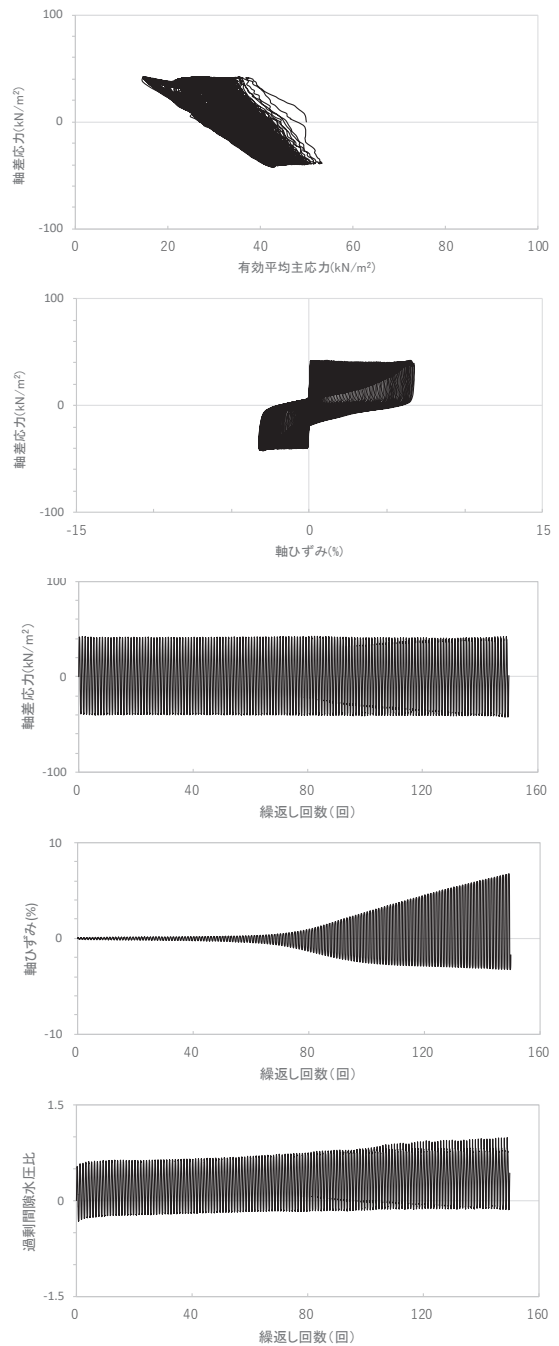
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-42 液状化強度試験結果  
(B-7 試料 (供試体 No. 2) )



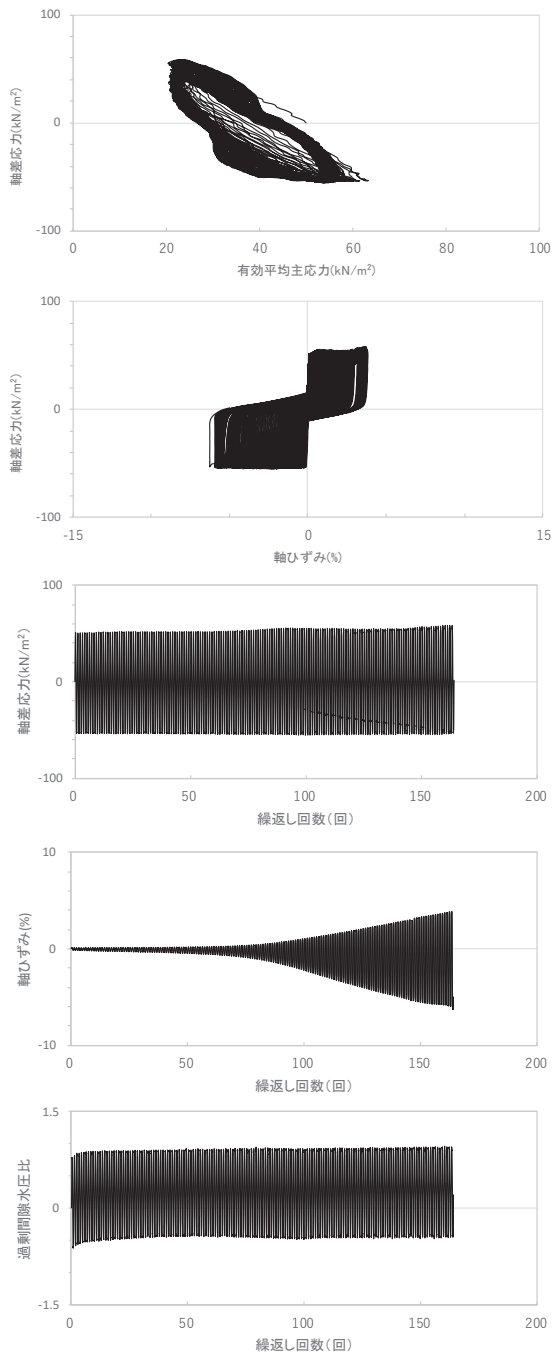
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-43 液状化強度試験結果  
(B-7 試料 (供試体 No. 3) )



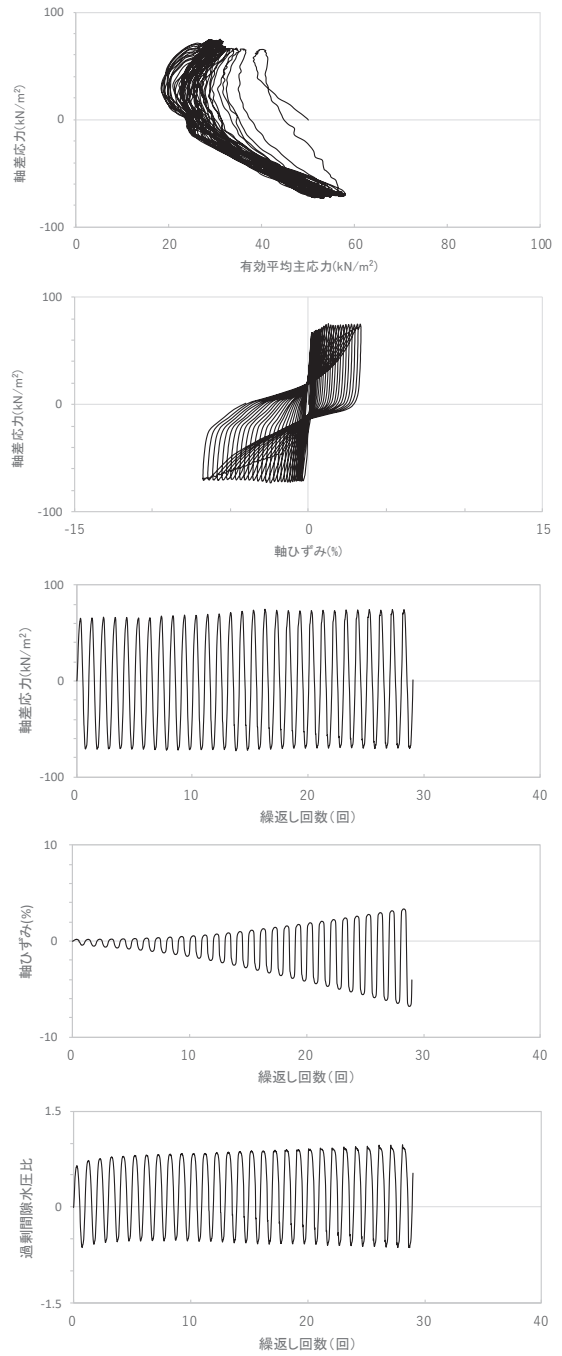
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-44 液状化強度試験結果  
(B-7 試料 (供試体 No. 4) )



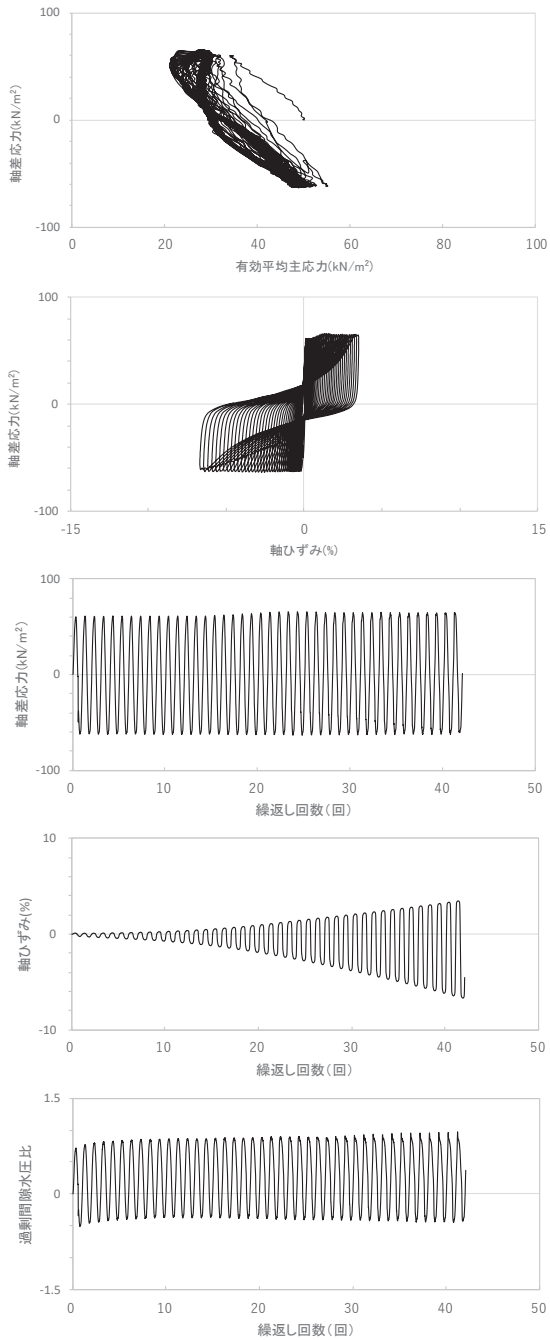
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-45 液状化強度試験結果  
(B-8 試料 (供試体 No. 1) )



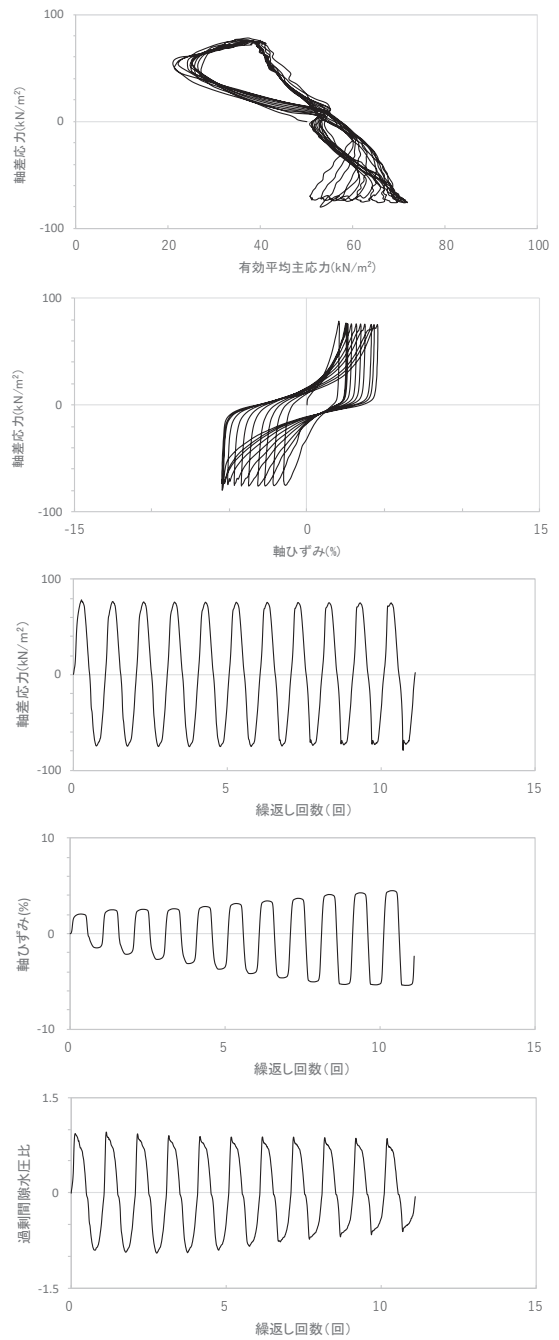
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-46 液状化強度試験結果  
(B-8 試料 (供試体 No. 2) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-47 液状化強度試験結果  
(B-8 試料 (供試体 No. 3) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-48 液状化強度試験結果  
(B-8 試料 (供試体 No. 4) )

## 2.2 旧表土の液状化強度試験結果



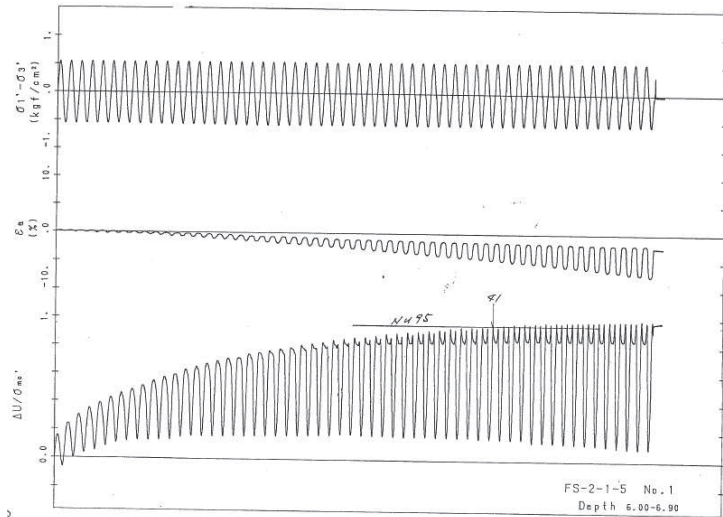


図 2.2-1 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 1))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\*間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

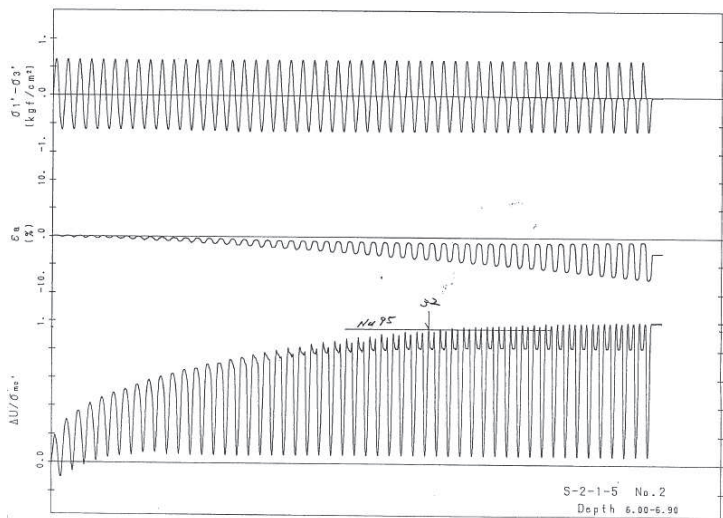


図 2.2-2 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 2))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\*間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

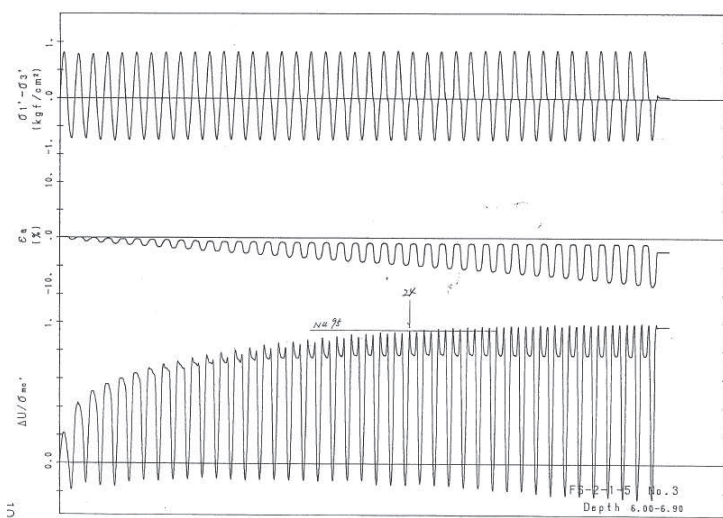


図 2.2-3 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 3))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\*間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス(負圧)まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。

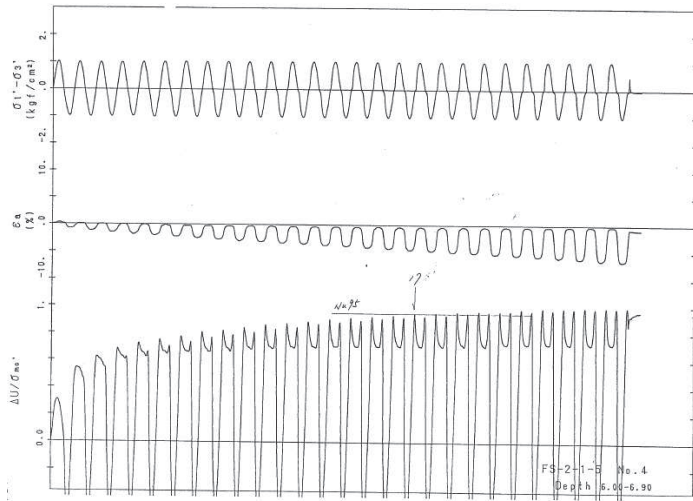


図 2.2-4 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 4) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス(負圧)まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

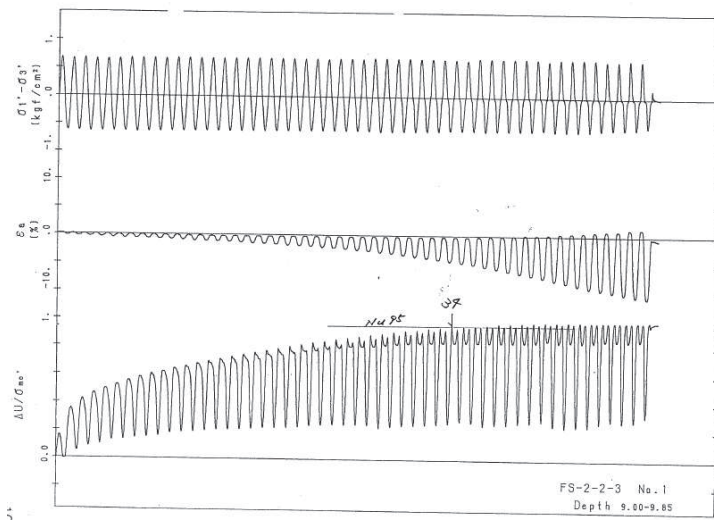


図 2.2-5 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 1) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

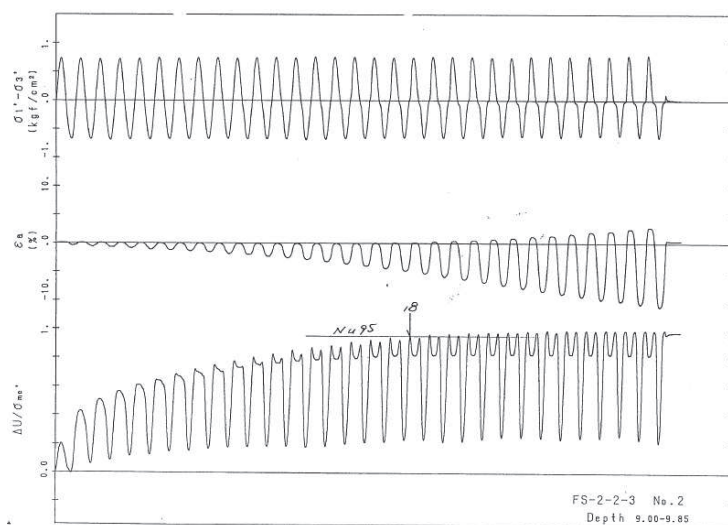


図 2.2-6 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 2) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。

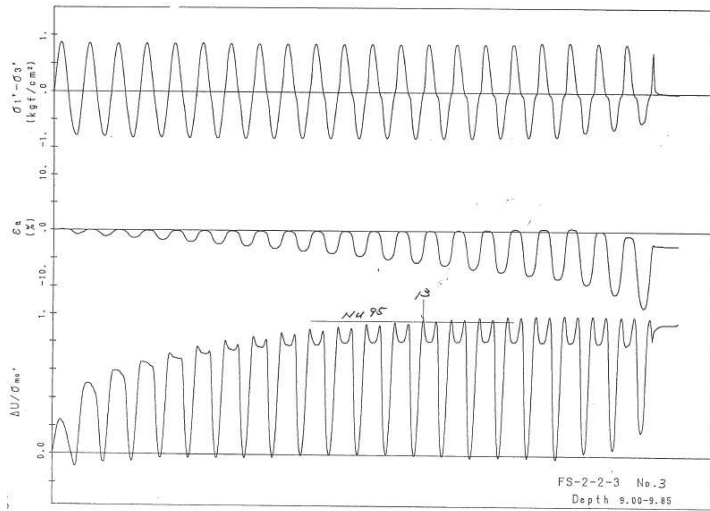


図 2.2-7 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 3) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス(負圧)まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

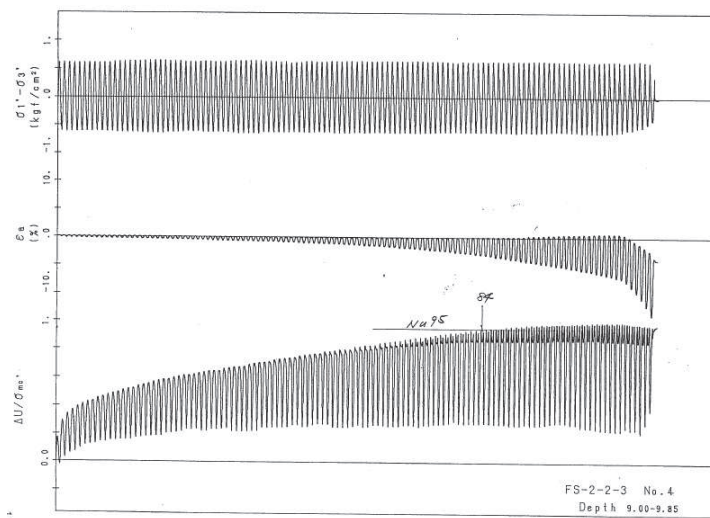


図 2.2-8 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 4) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。  
後半の7波ではせん断破壊あるいはネッキングが発生。

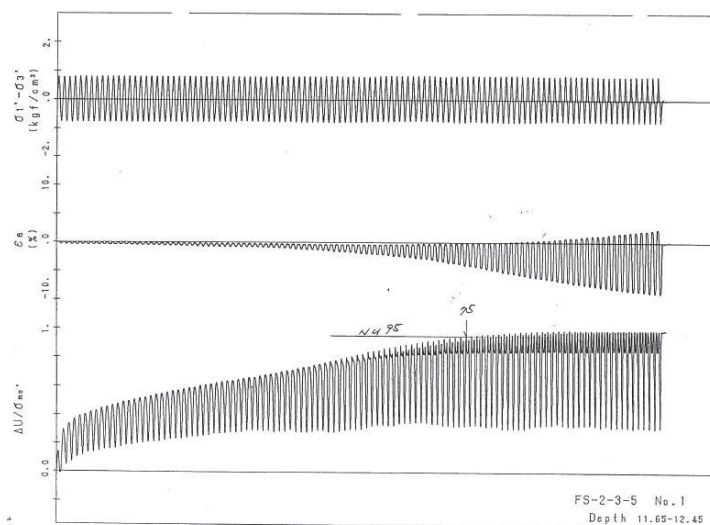


図 2.2-9 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 1) )

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。



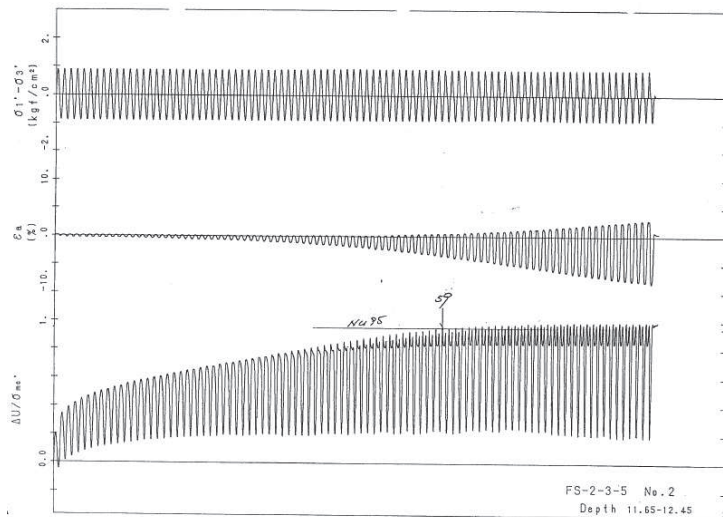


図 2.2-10 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 2))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

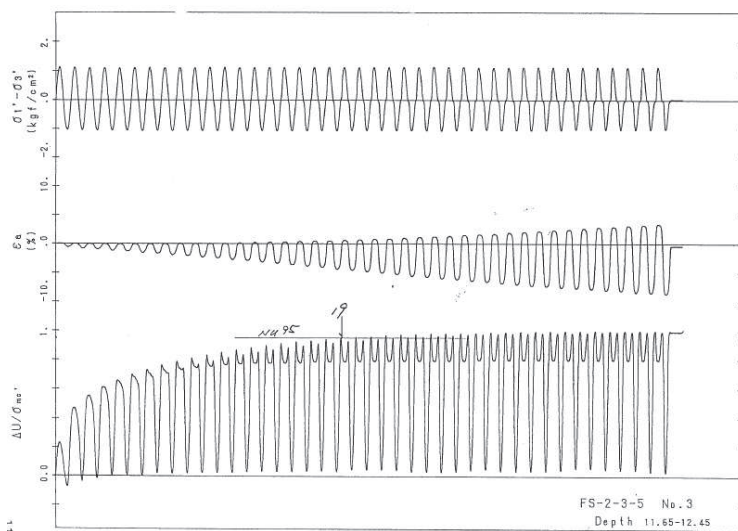


図 2.2-11 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 3))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

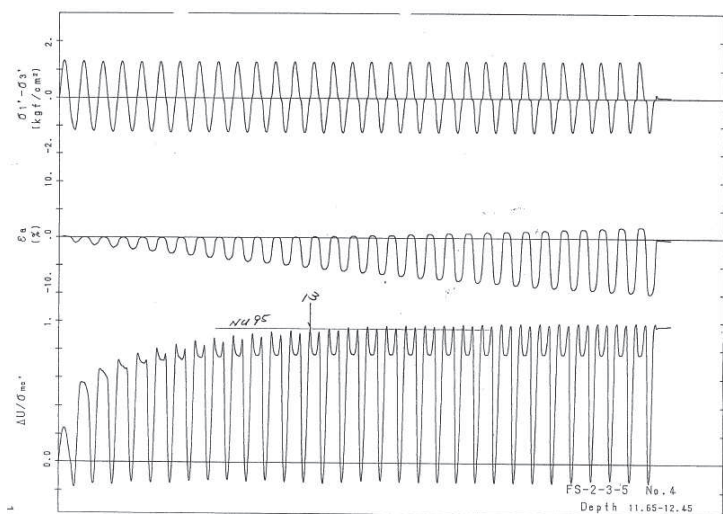
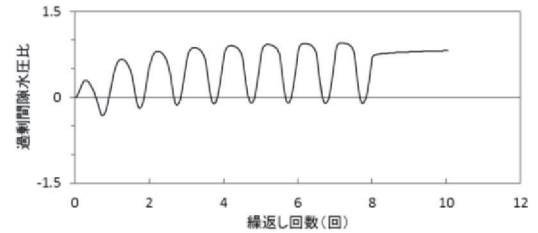
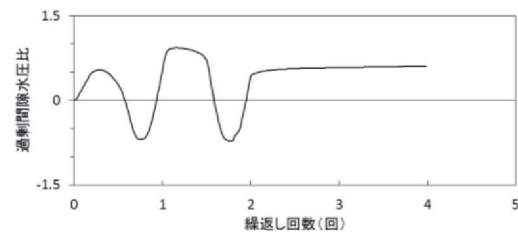
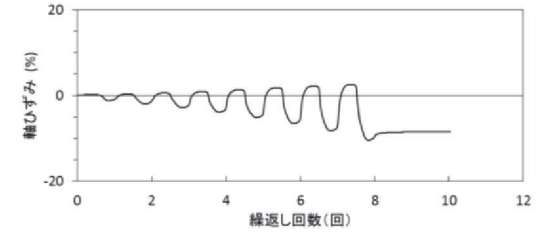
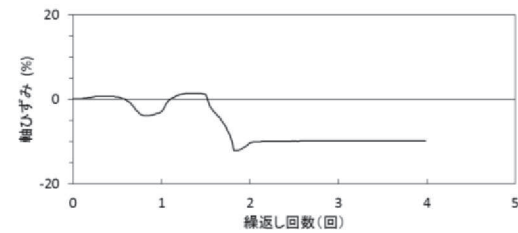
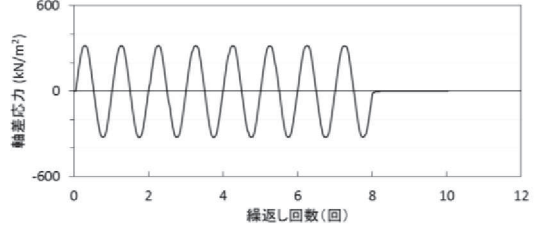
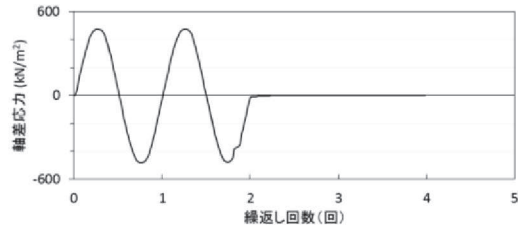
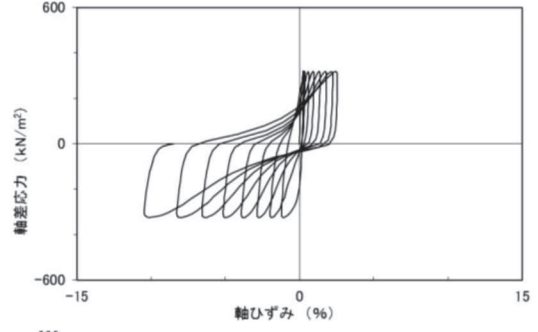
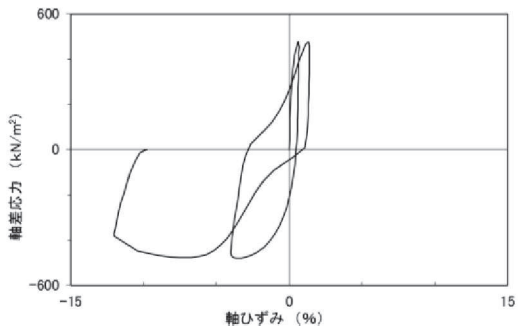
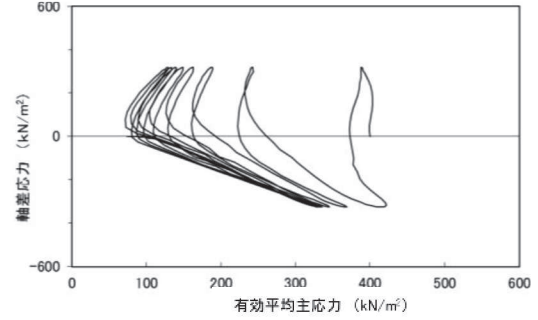
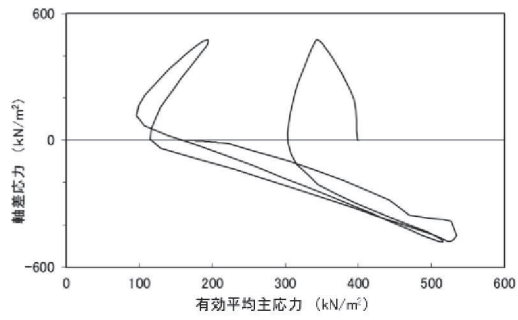


図 2.2-12 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 4))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

\* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス (負圧) まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。



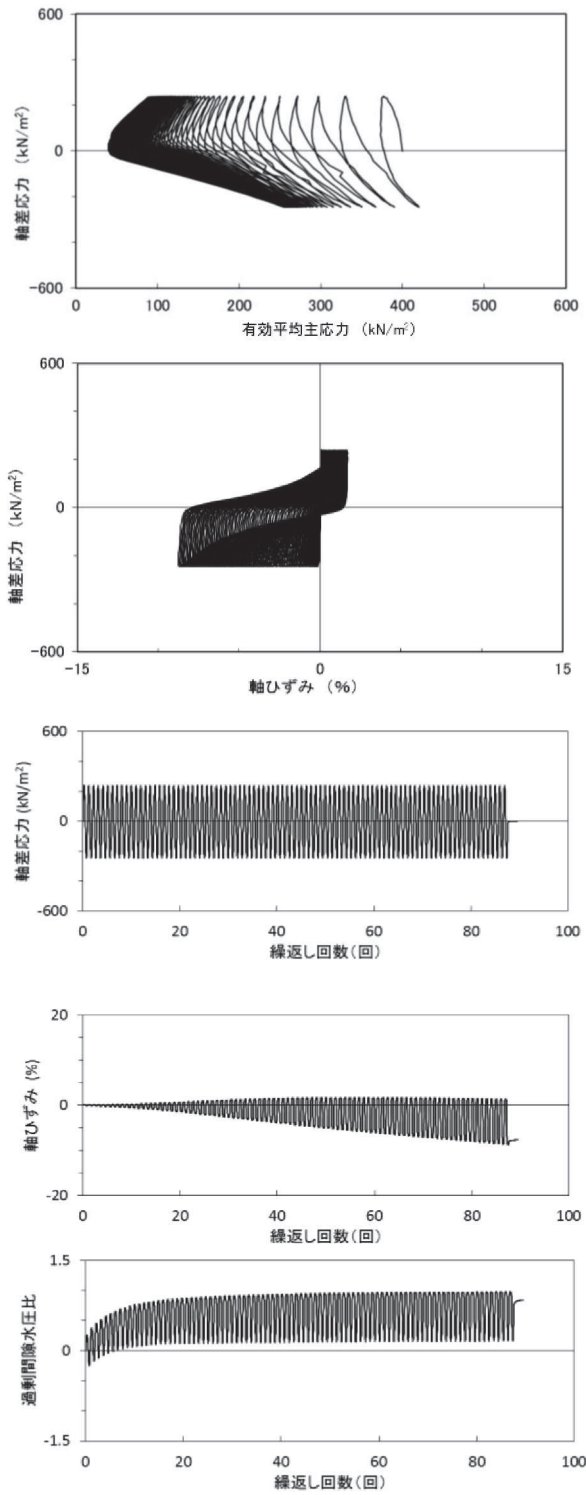
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\* 応力振幅が大きく、ネッキングによるひずみ発生。

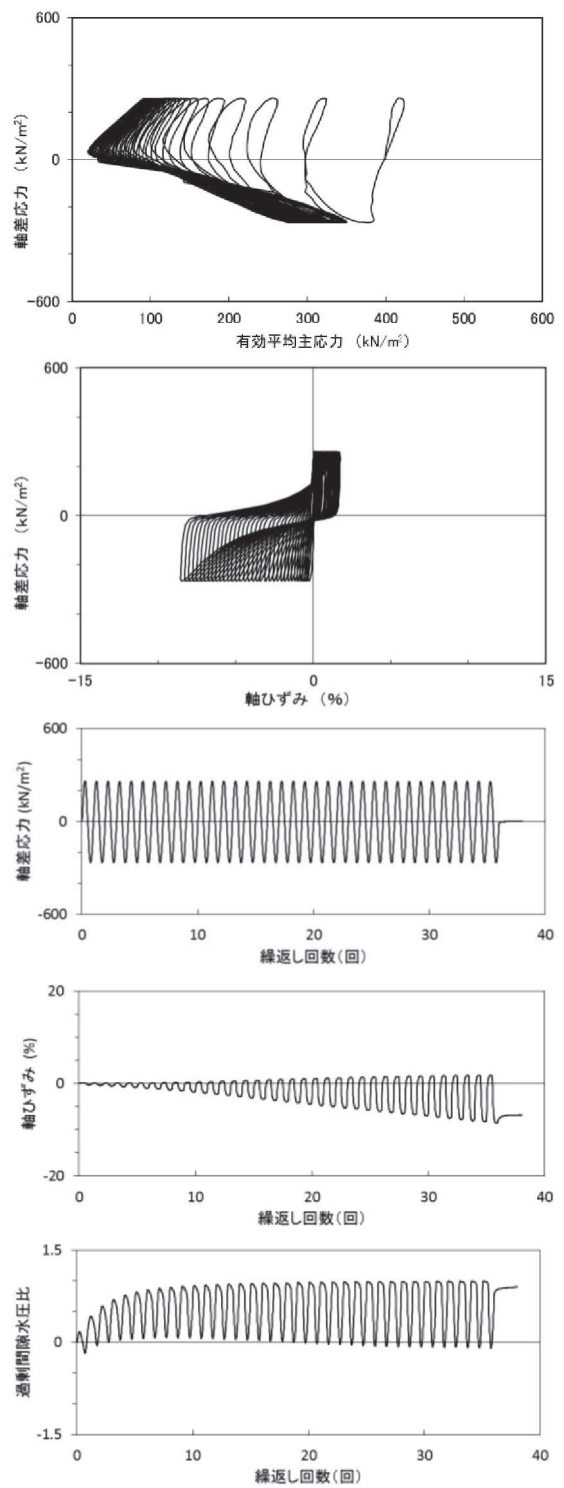
図 2.2-13 液状化強度試験結果  
(A-2 試料 (供試体 No. 1) )

図 2.2-14 液状化強度試験結果  
(A-2 試料 (供試体 No. 2) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

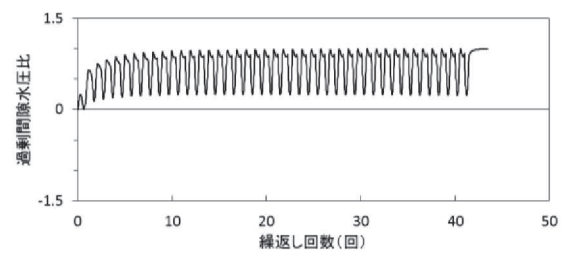
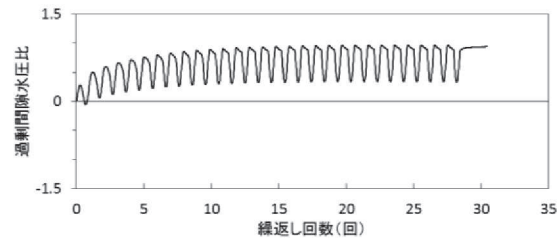
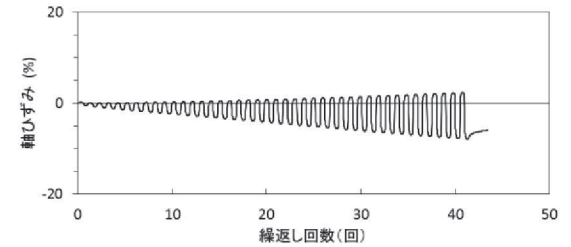
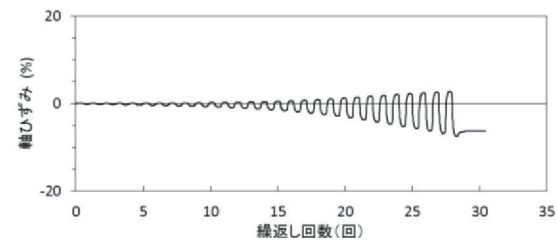
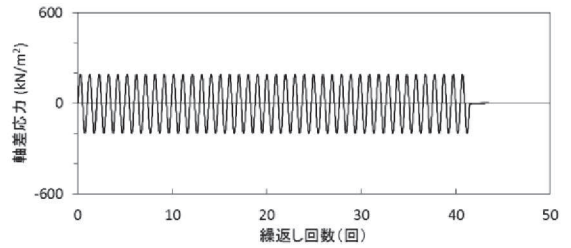
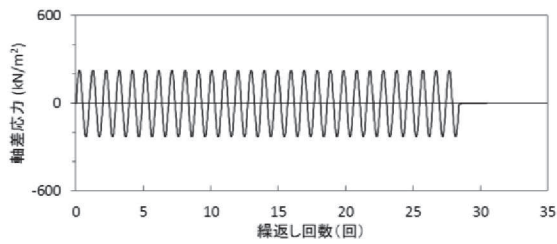
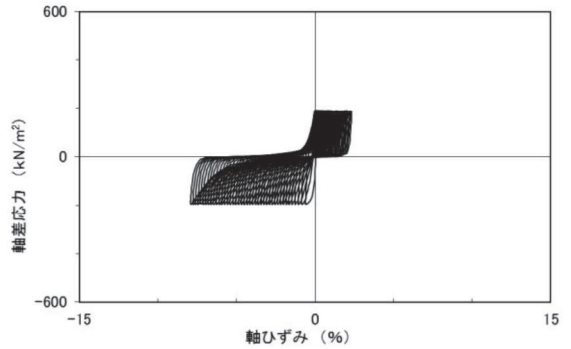
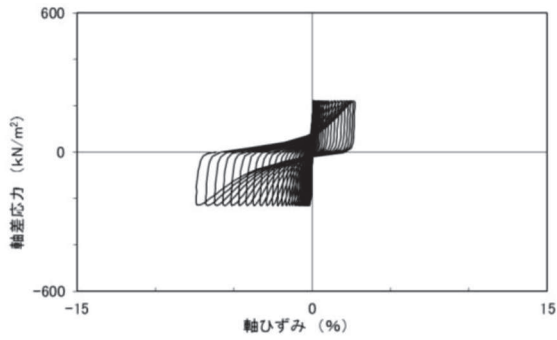
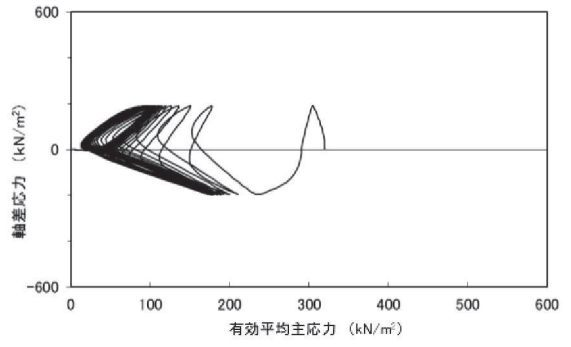
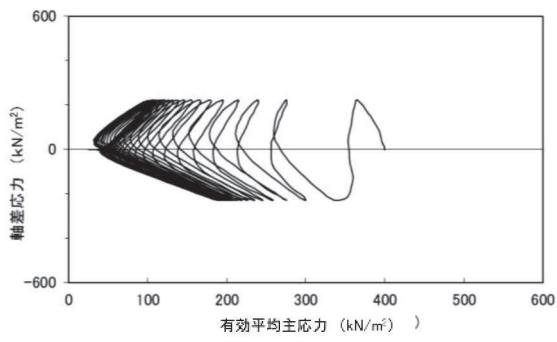
図 2.2-15 液状化強度試験結果  
(A-2 試料 (供試体 No. 3) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-16 液状化強度試験結果  
(A-2 試料 (供試体 No. 4) )



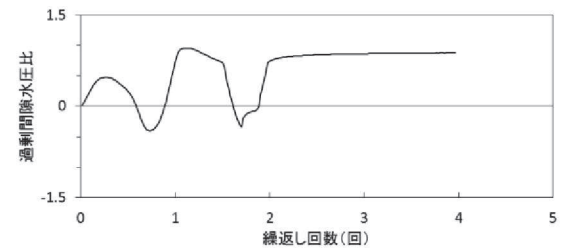
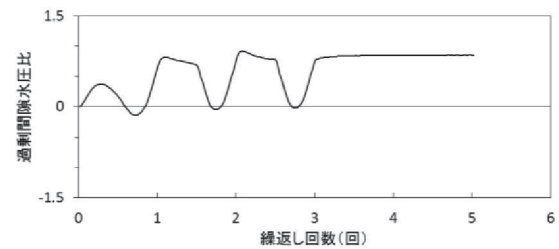
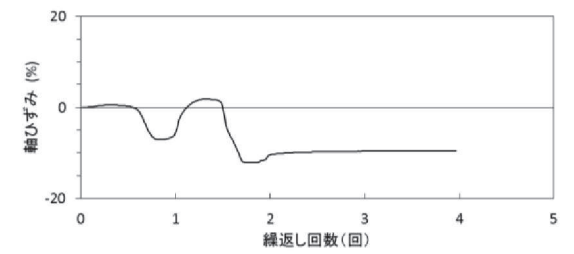
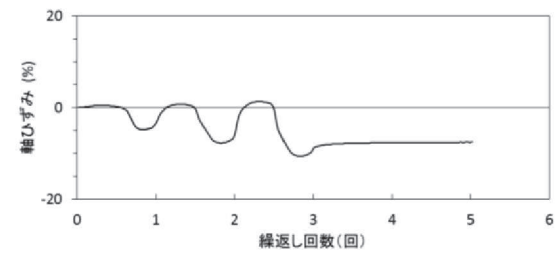
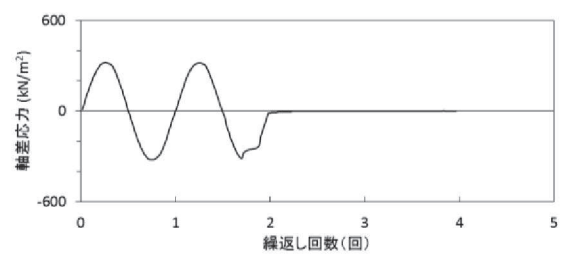
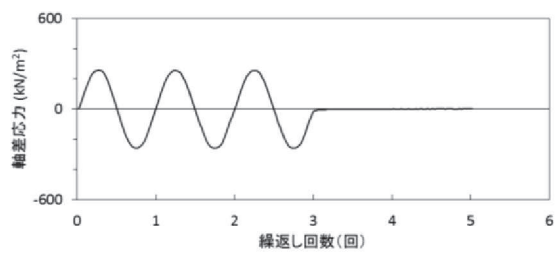
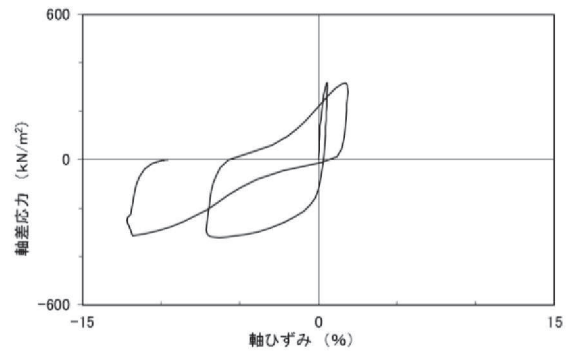
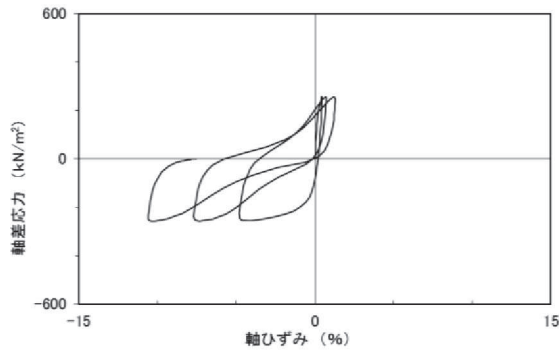
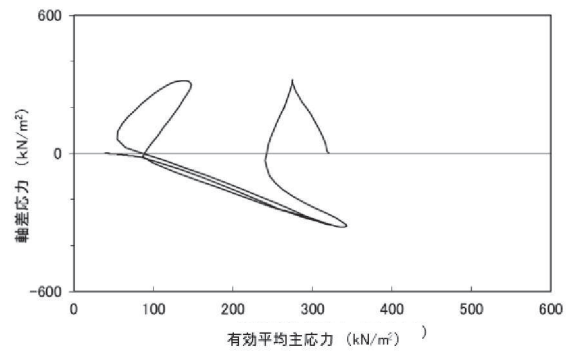
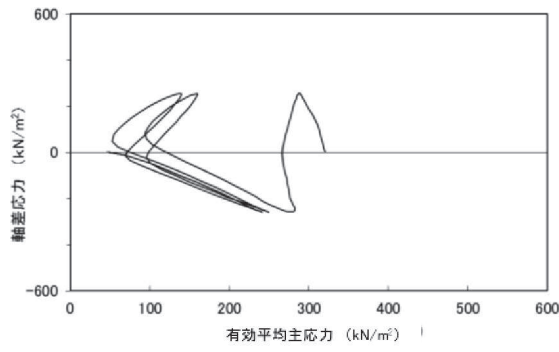


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-17 液状化強度試験結果  
(A-2 試料 (供試体 No. 5) )

図 2.2-18 液状化強度試験結果  
(A-3 試料 (供試体 No. 1) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

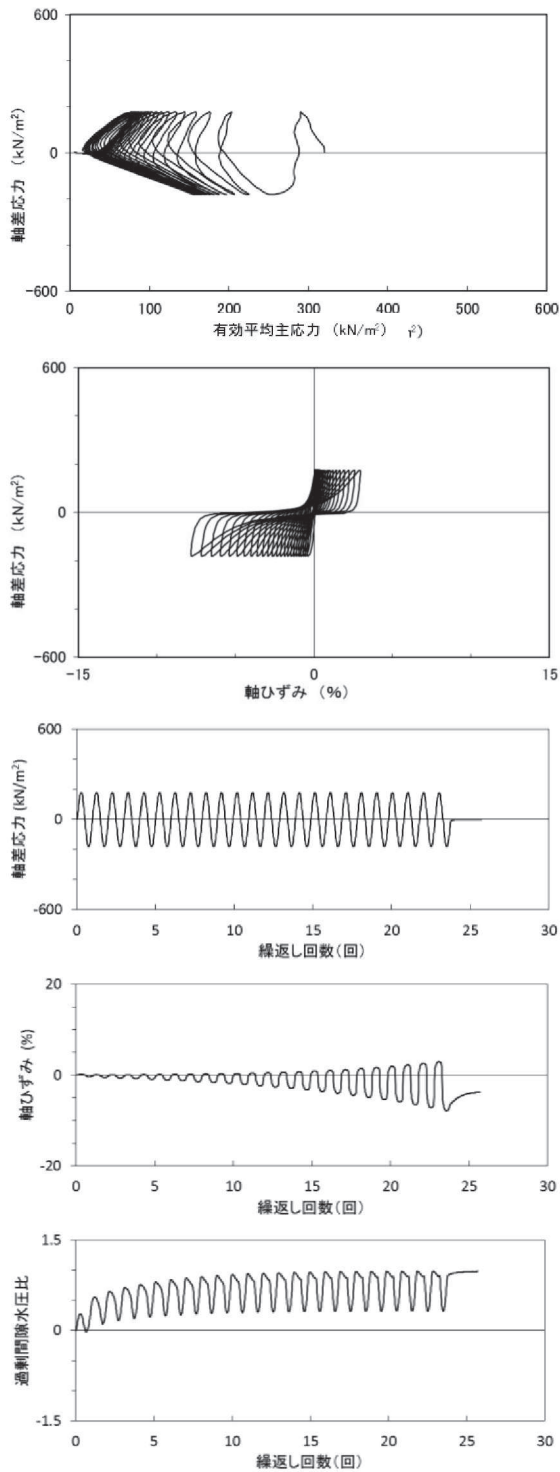
\*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

\*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

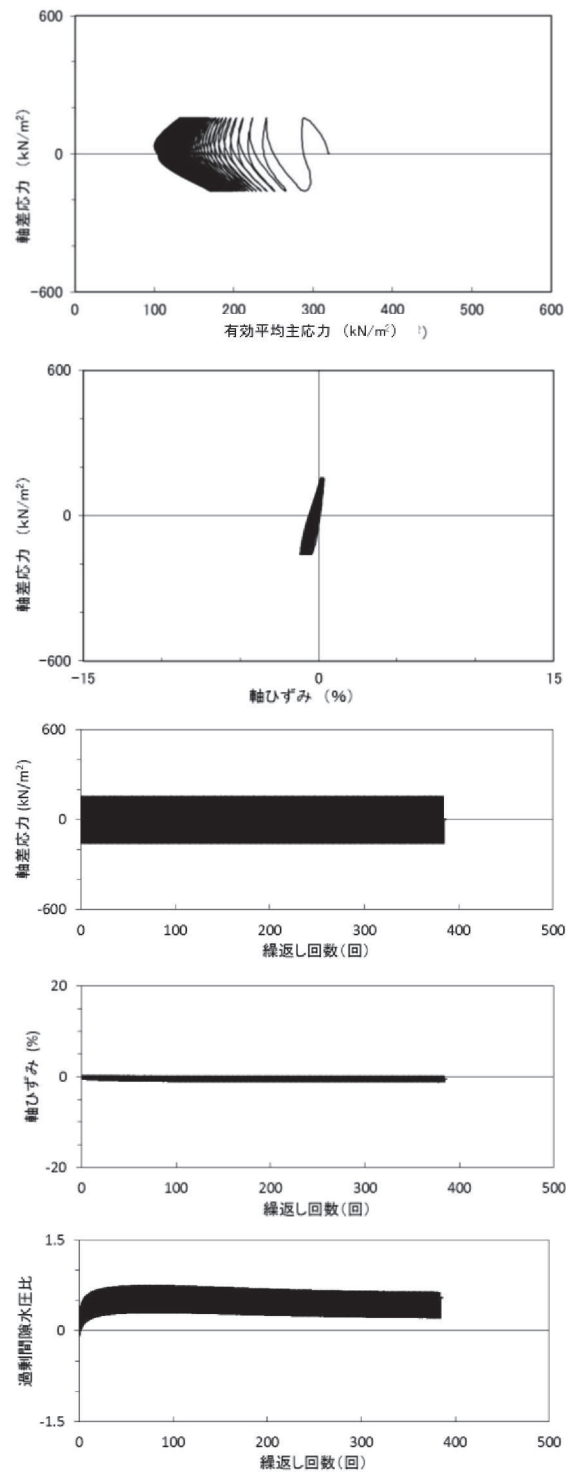
図 2.2-19 液状化強度試験結果  
(A-3 試料 (供試体 No. 2) )

図 2.2-20 液状化強度試験結果  
(A-3 試料 (供試体 No. 3) )



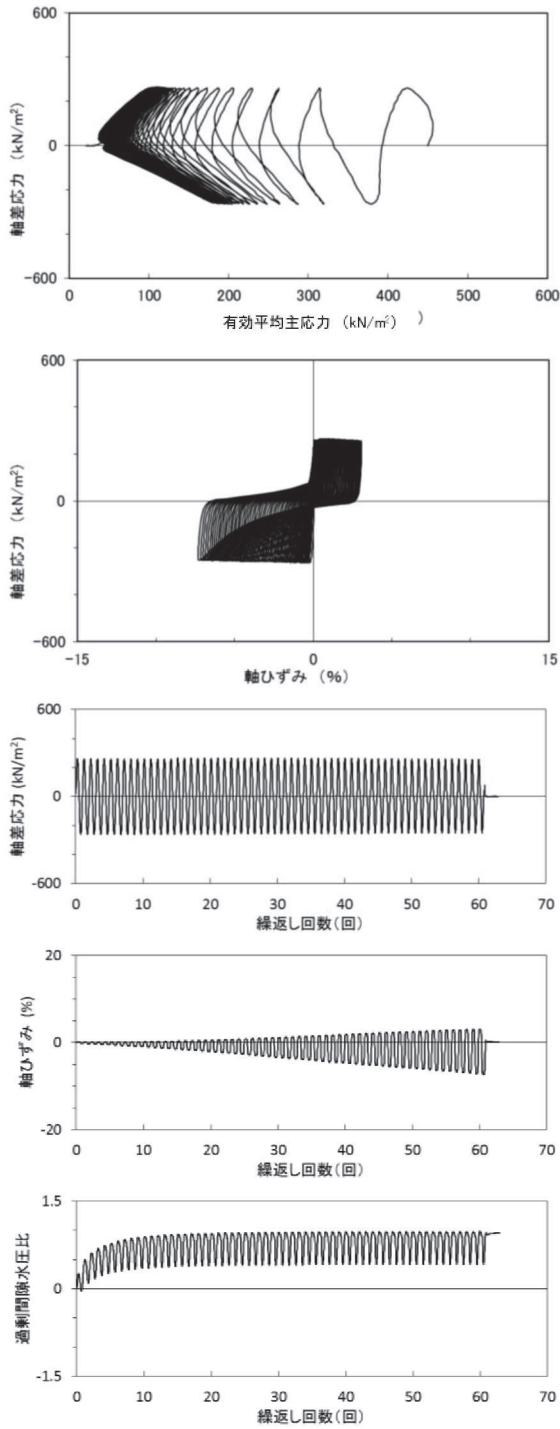
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-21 液状化強度試験結果 (A-3 試料 (供試体 No. 4) )



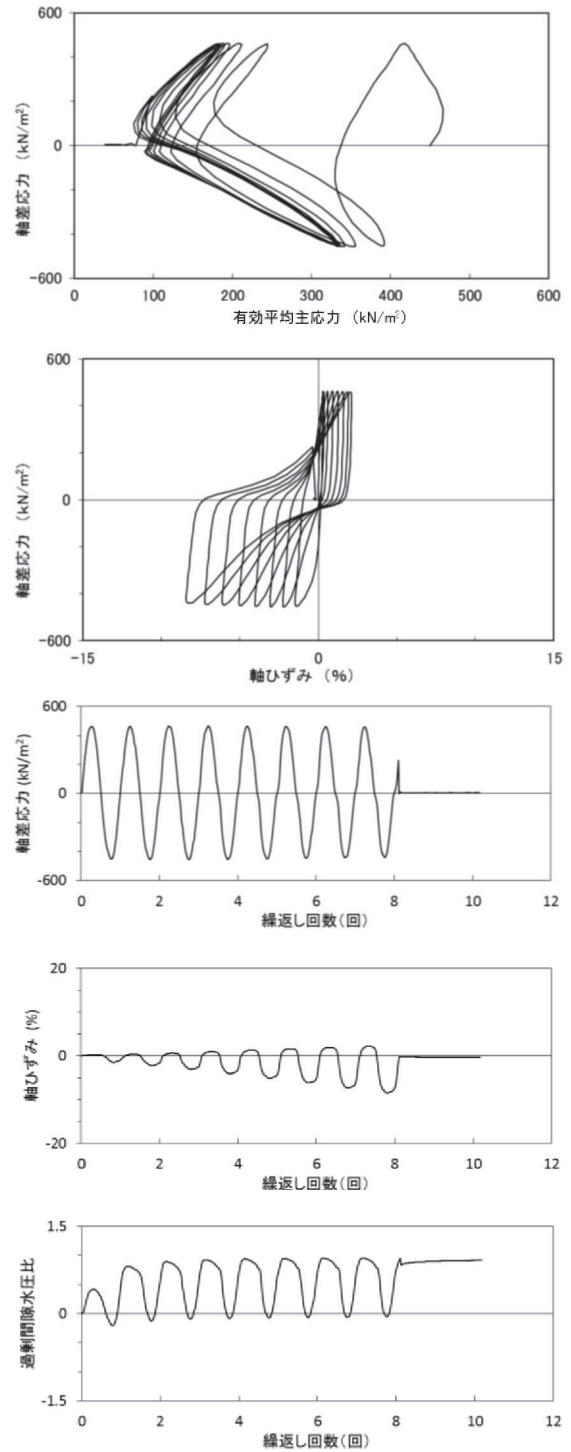
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-22 液状化強度試験結果 (A-3 試料 (供試体 No. 5) )



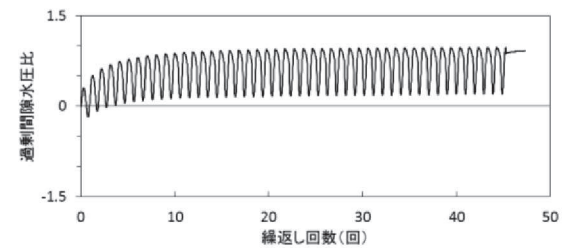
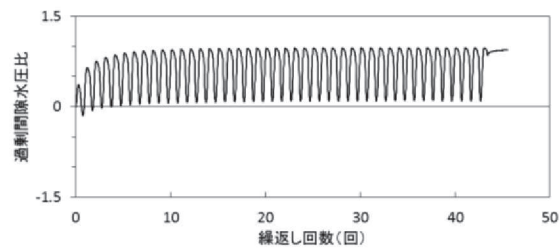
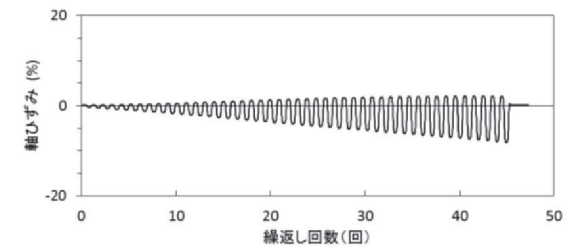
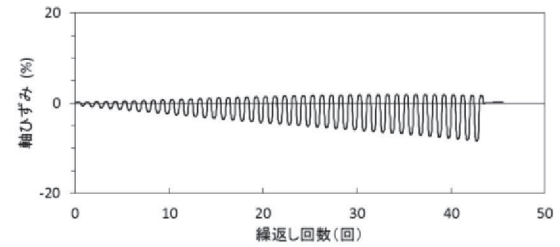
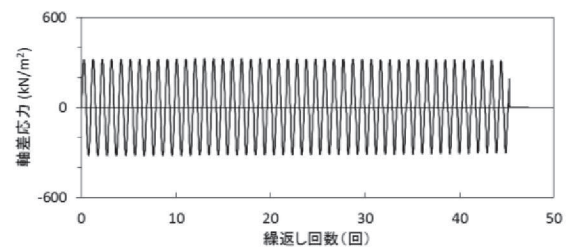
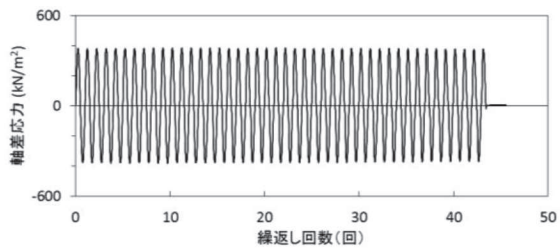
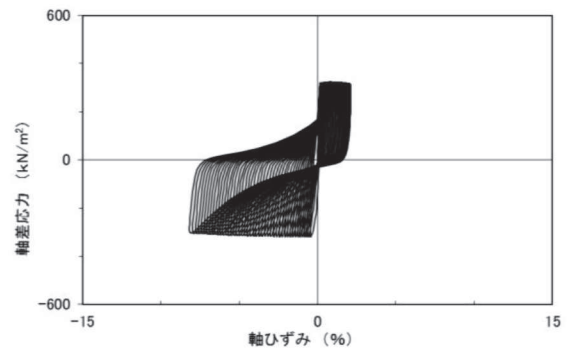
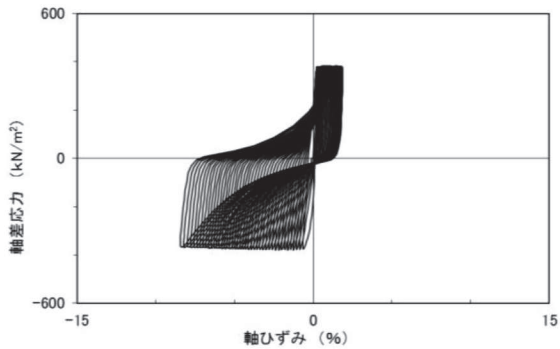
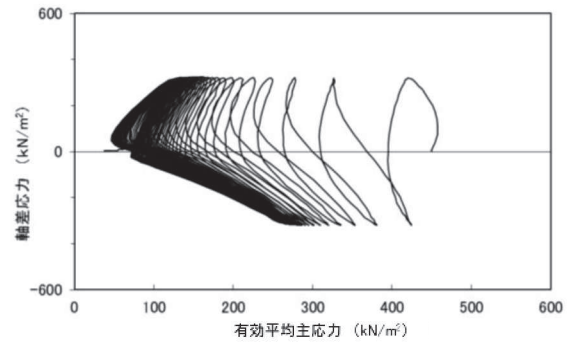
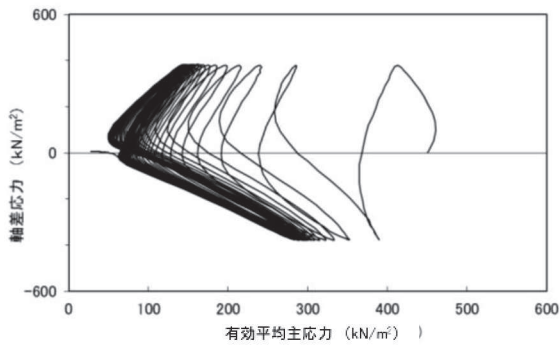
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-23 液状化強度試験結果  
(A-4 試料 (供試体 No. 1) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-24 液状化強度試験結果  
(A-4 試料 (供試体 No. 2) )

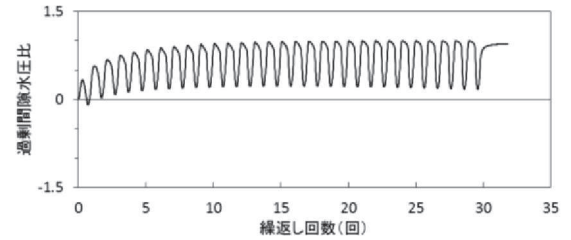
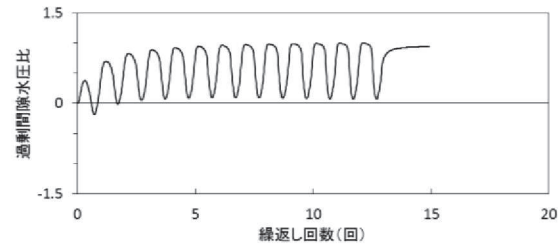
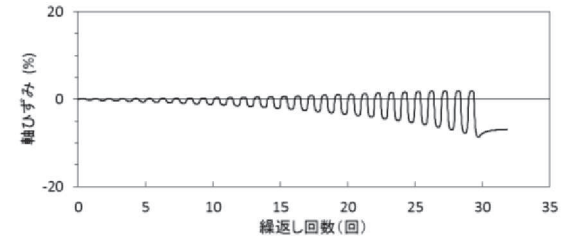
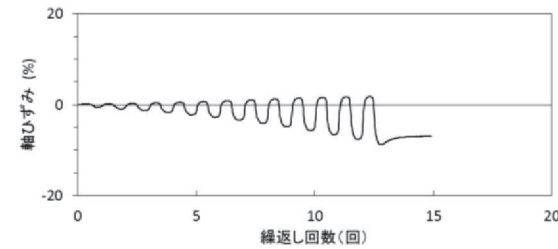
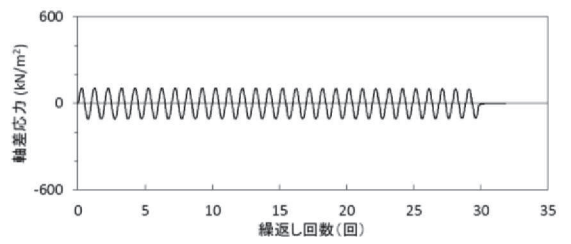
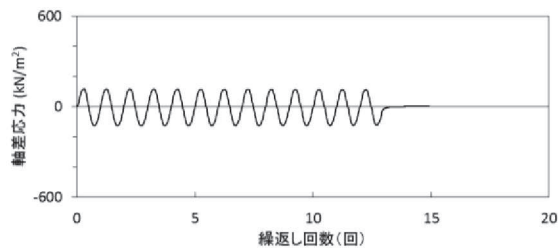
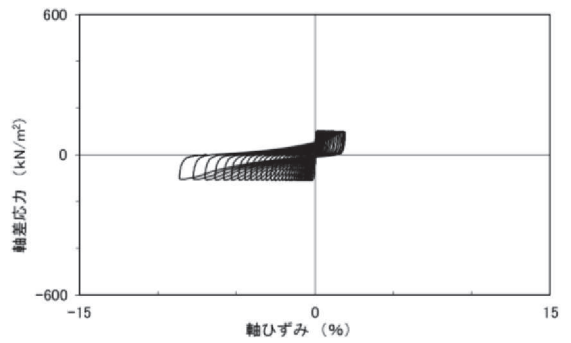
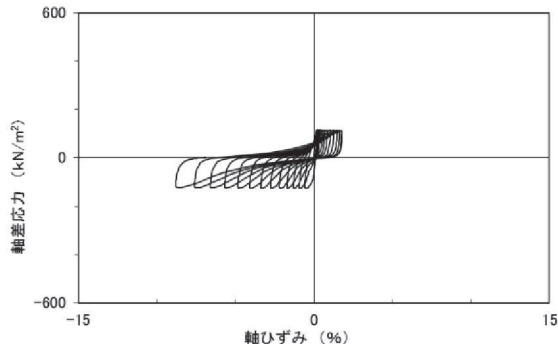
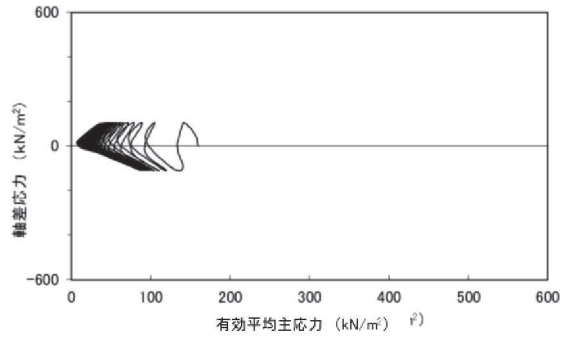
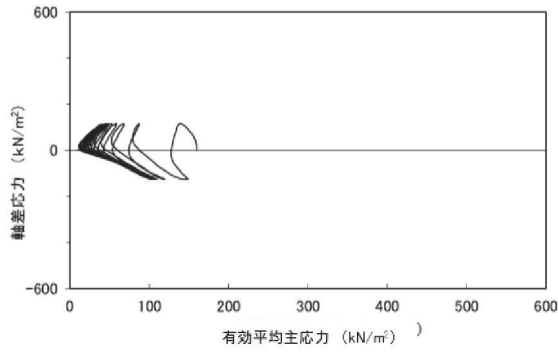


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-25 液状化強度試験結果  
(A-4 試料 (供試体 No. 3) )

図 2.2-26 液状化強度試験結果  
(A-4 試料 (供試体 No. 4) )



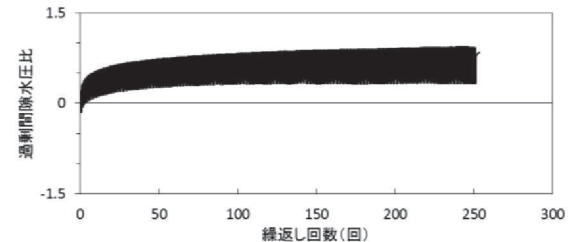
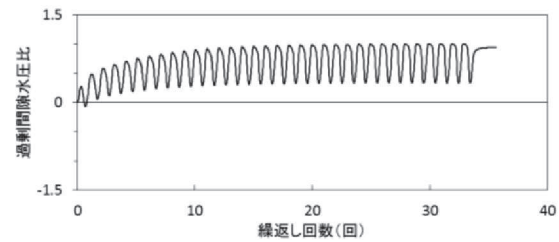
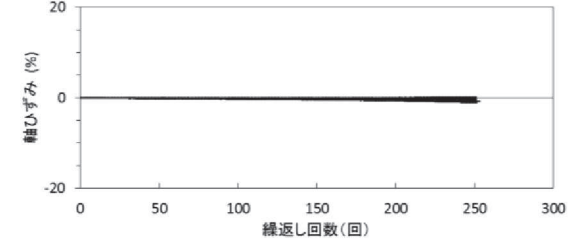
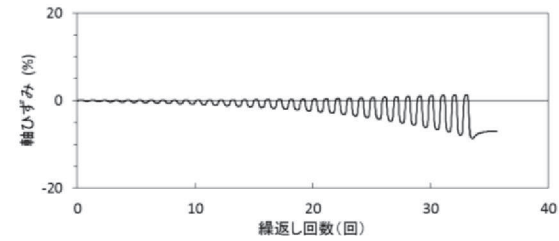
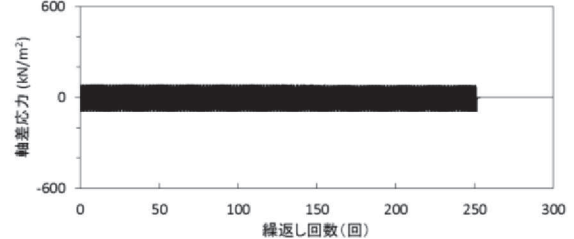
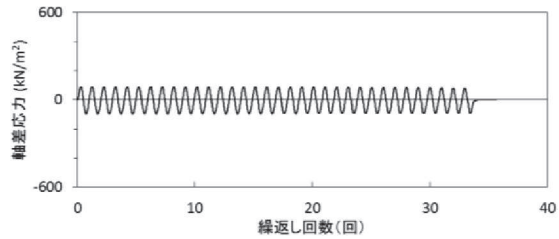
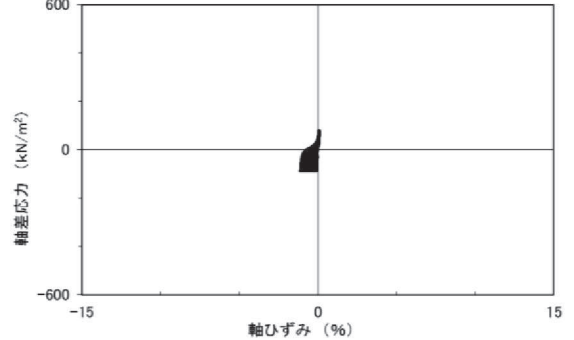
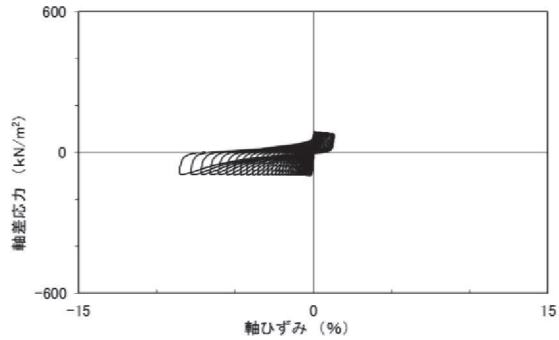
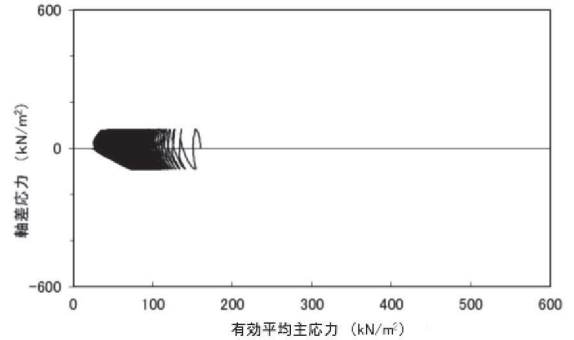
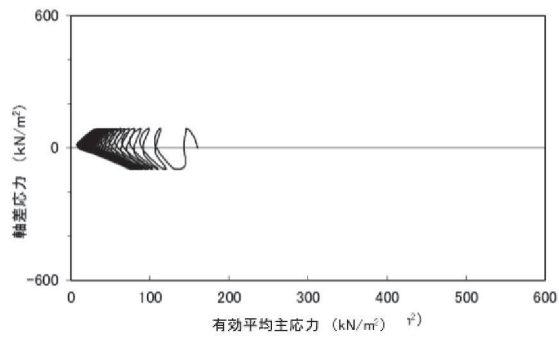
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-27 液状化強度試験結果  
(A-5-1 試料 (供試体 No. 1) )

図 2.2-28 液状化強度試験結果  
(A-5-1 試料 (供試体 No. 2) )



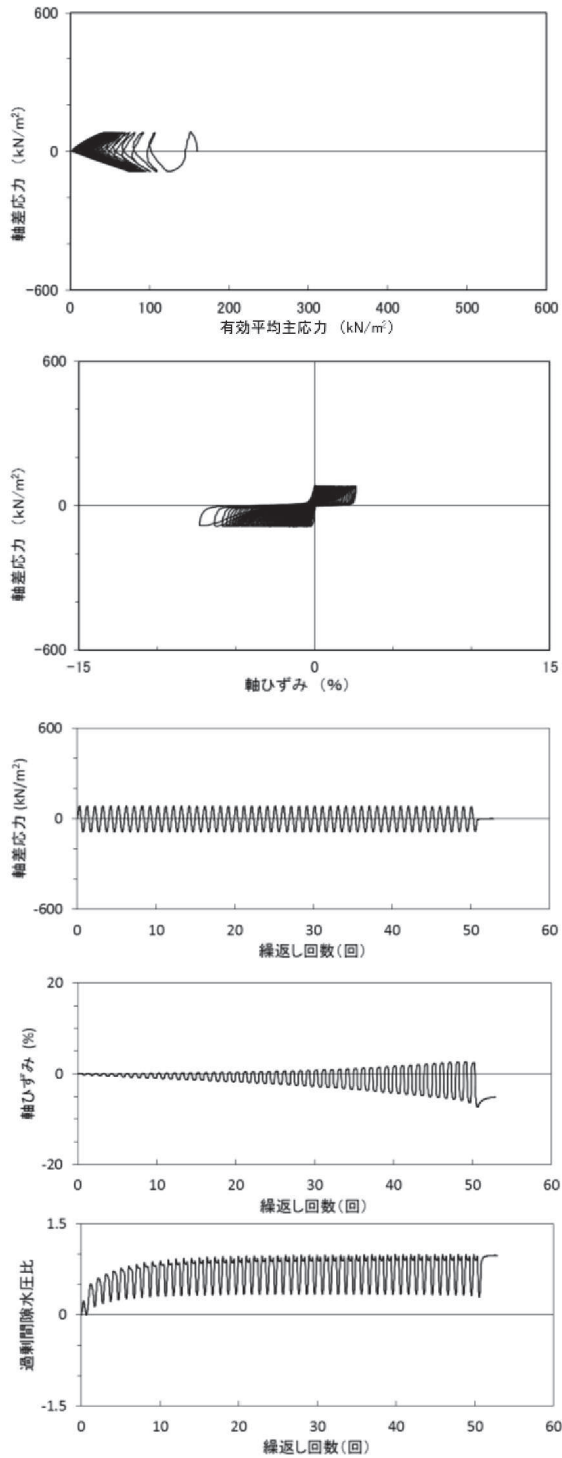


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

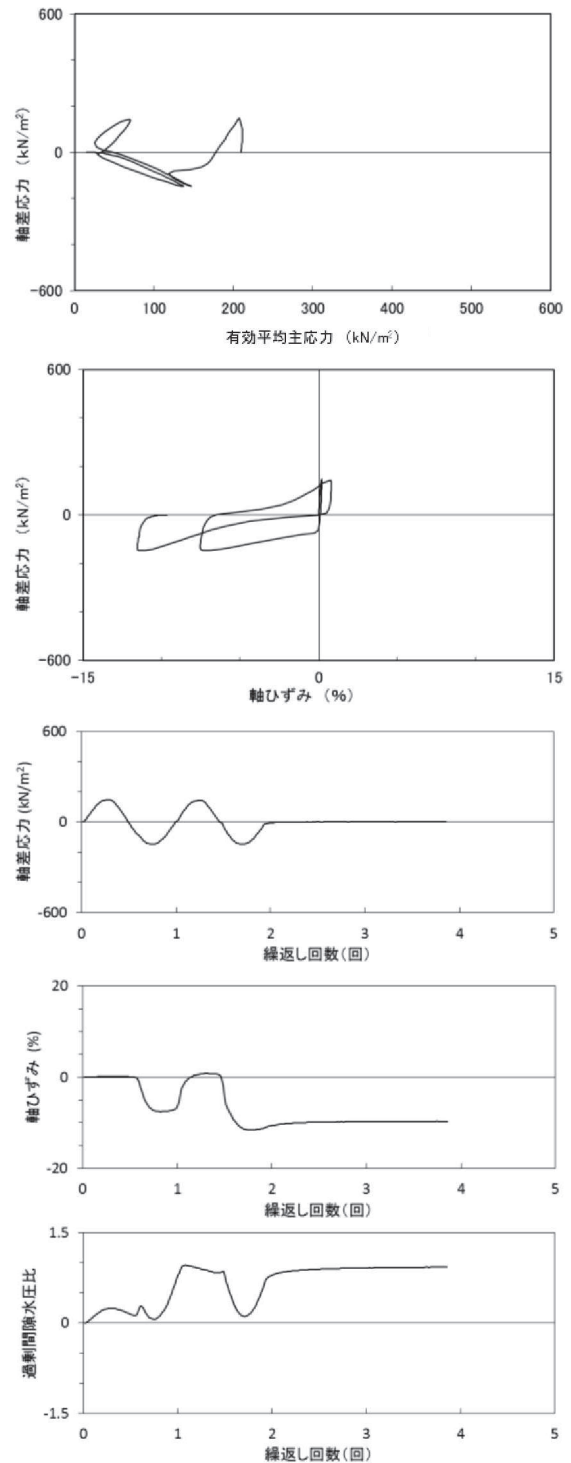
図 2.2-29 液状化強度試験結果  
(A-5-1 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-30 液状化強度試験結果  
(A-5-1 試料 (供試体 No. 4))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	○	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

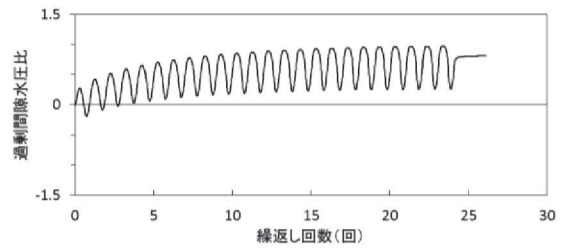
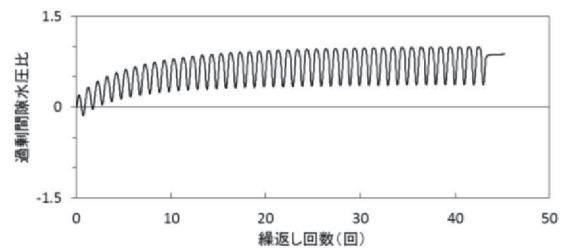
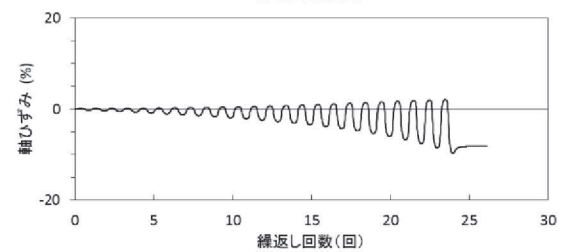
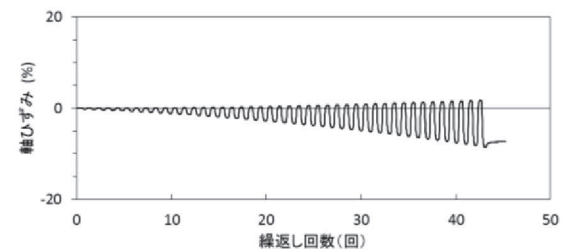
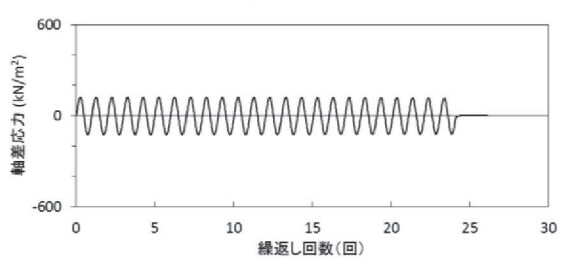
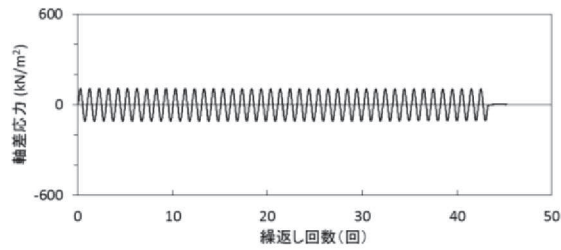
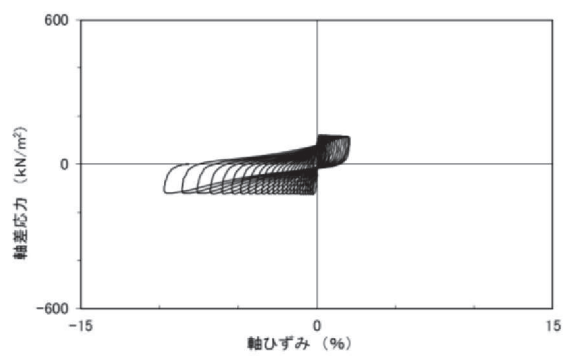
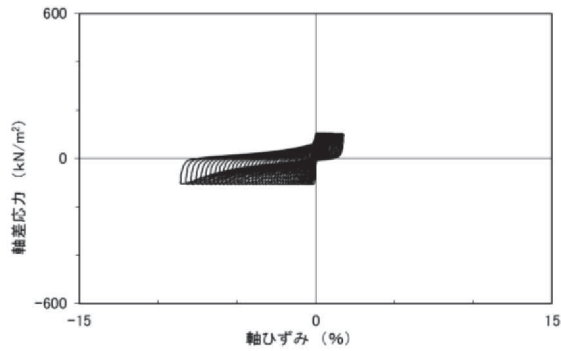
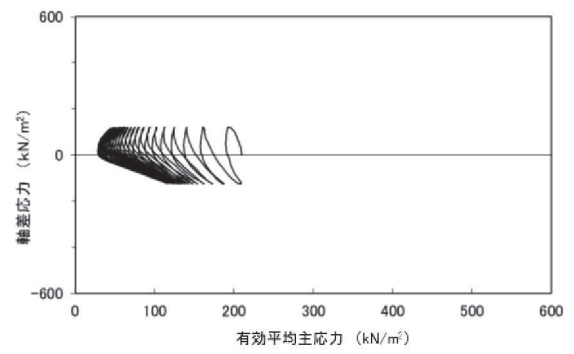
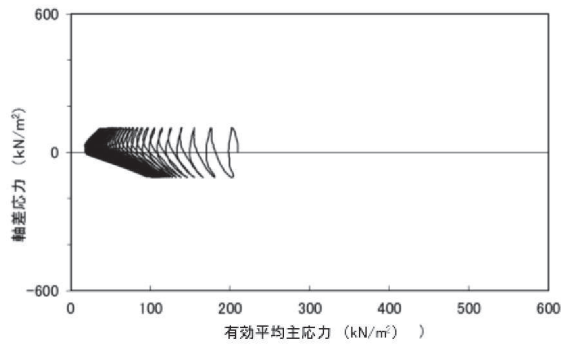
図 2.2-31 液状化強度試験結果 (A-5-1 試料 (供試体 No. 5) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

\*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

図 2.2-32 液状化強度試験結果 (A-5-2 試料 (供試体 No. 1) )

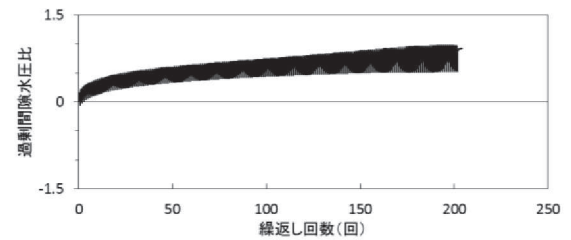
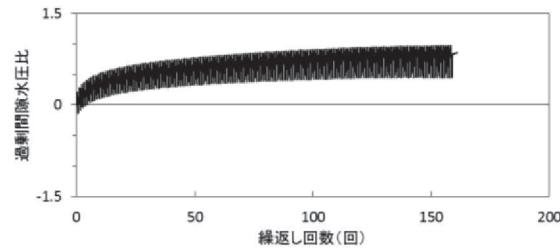
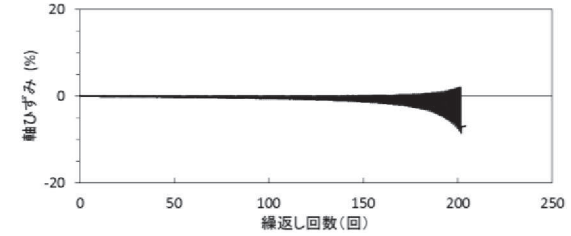
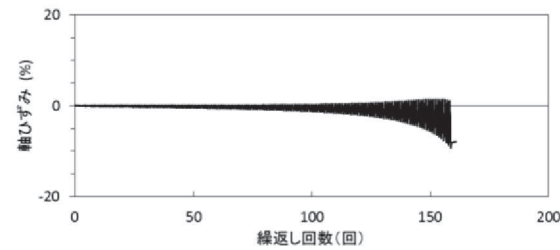
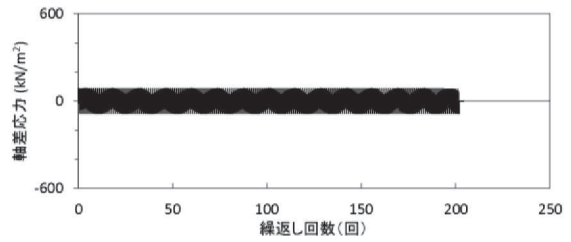
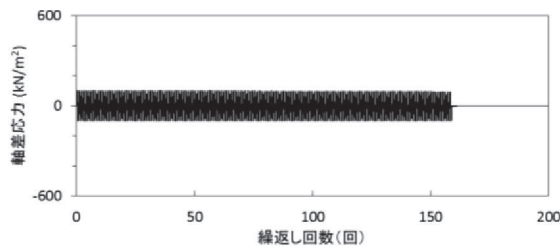
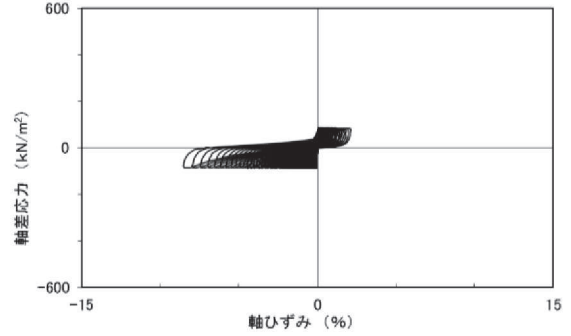
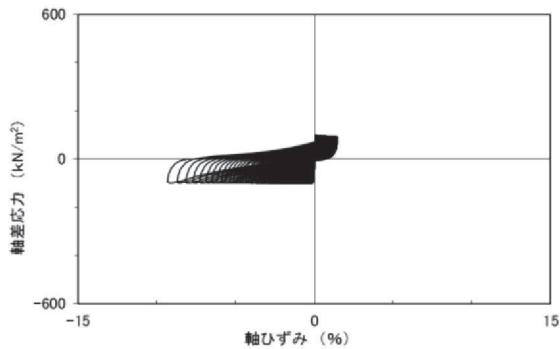
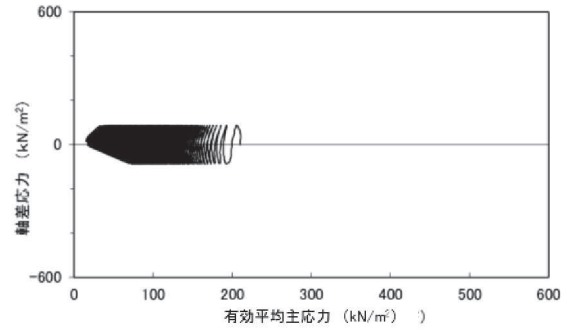
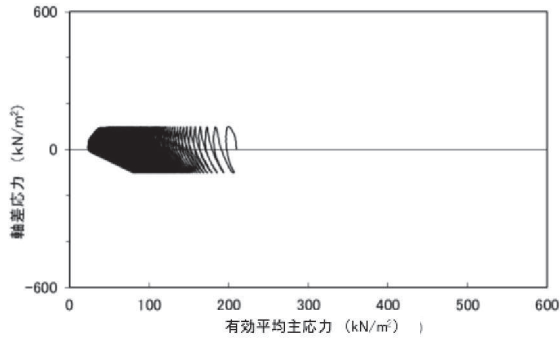


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-33 液状化強度試験結果  
(A-5-2 試料 (供試体 No. 2))

図 2.2-34 液状化強度試験結果  
(A-5-2 試料 (供試体 No. 3))

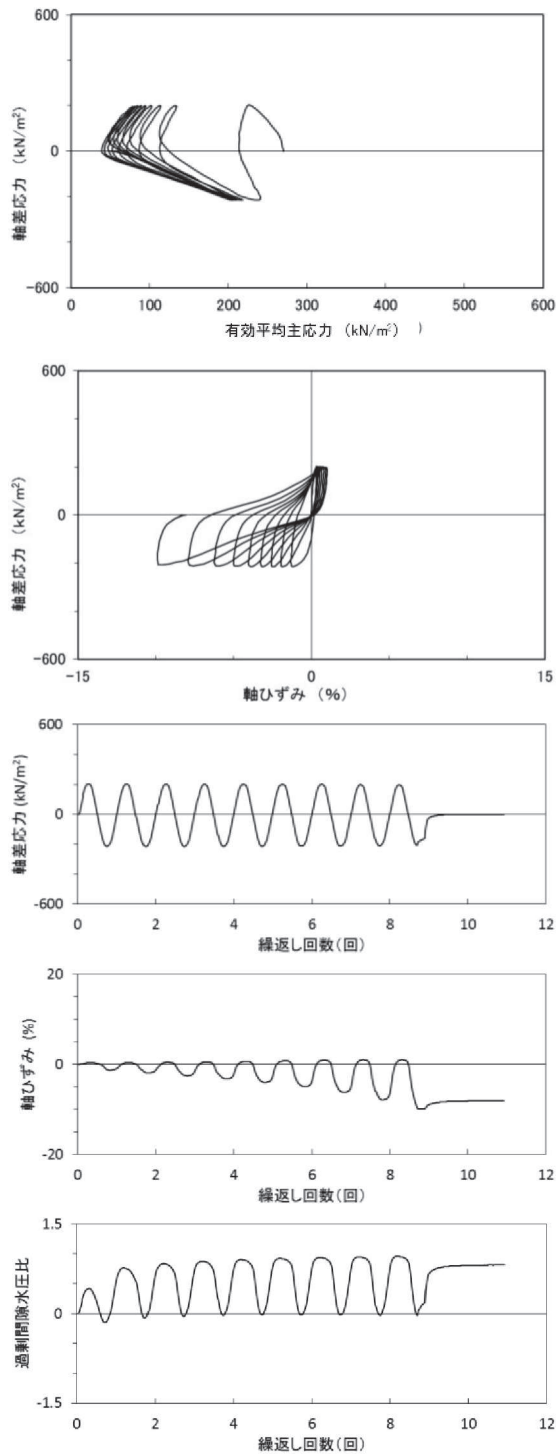


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

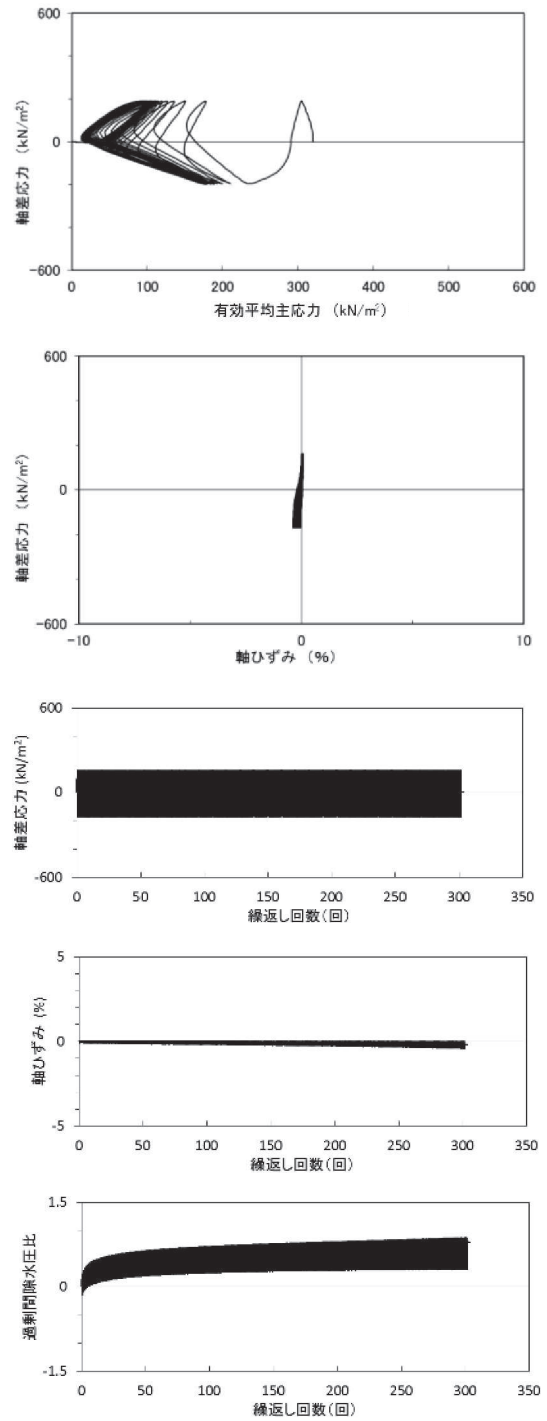
図 2.2-35 液状化強度試験結果  
(A-5-2 試料 (供試体 No. 4) )

図 2.2-36 液状化強度試験結果  
(A-5-2 試料 (供試体 No. 5) )



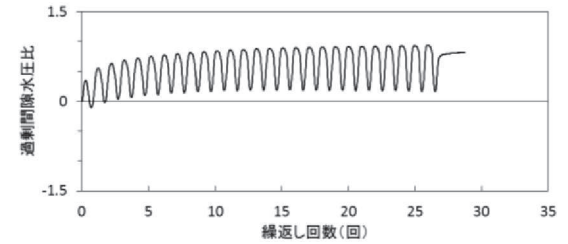
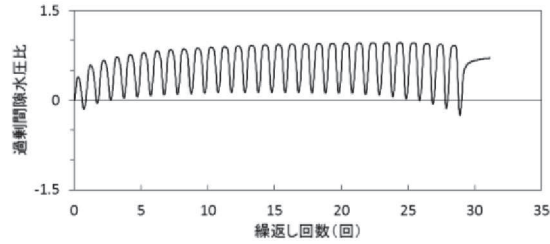
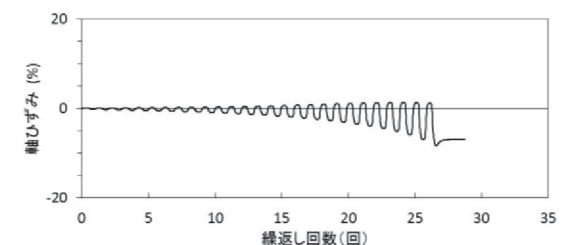
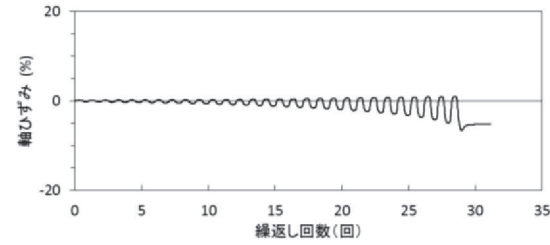
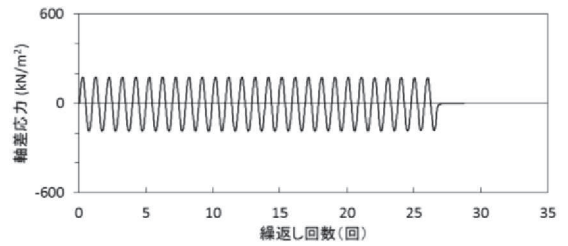
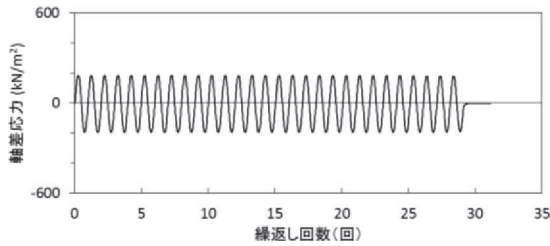
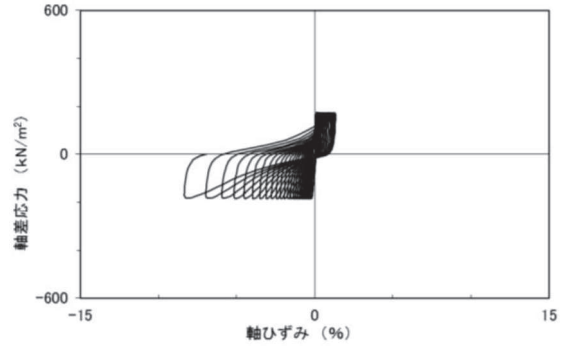
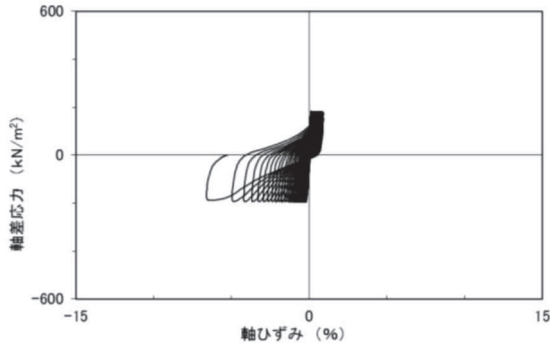
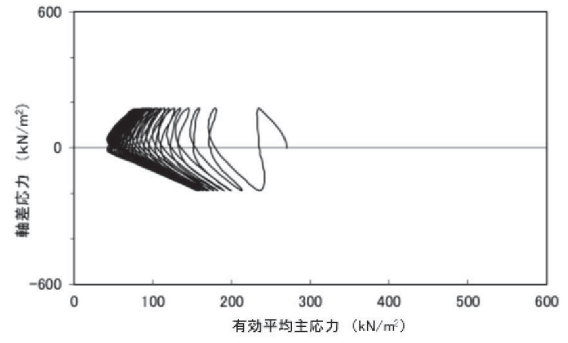
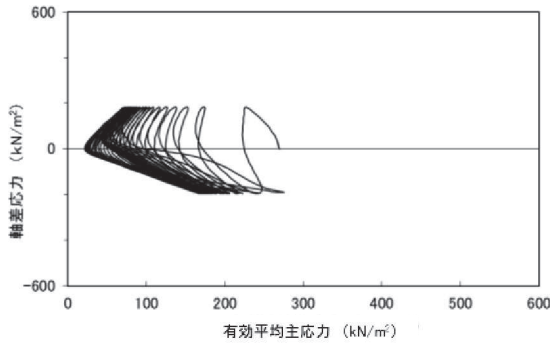
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-37 液状化強度試験結果  
(A-6 試料 (供試体 No. 1) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-38 液状化強度試験結果  
(A-6 試料 (供試体 No. 2) )

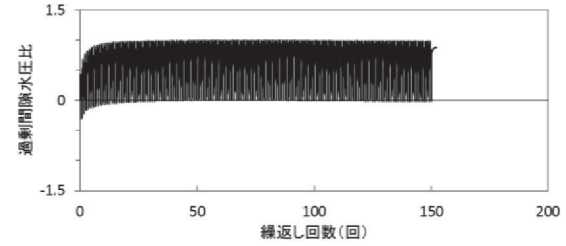
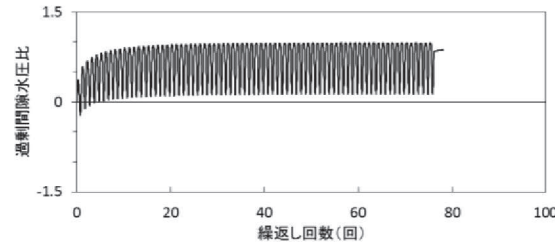
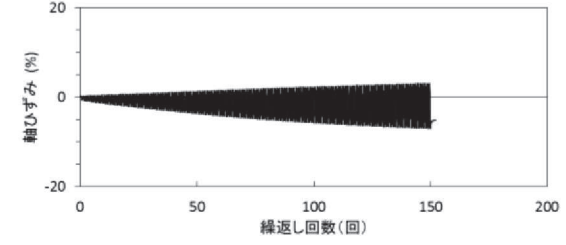
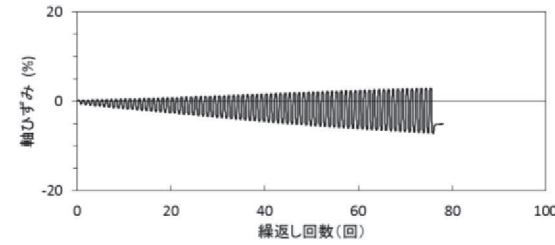
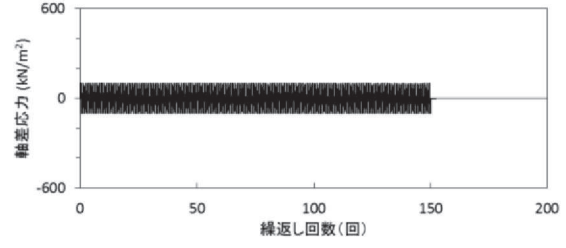
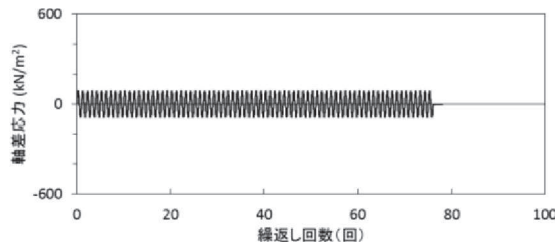
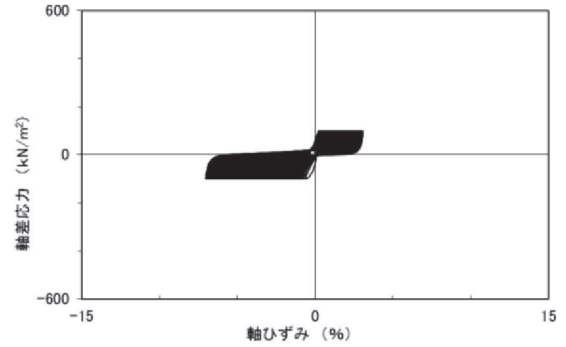
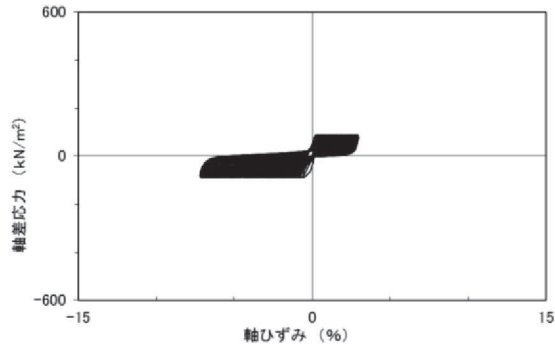
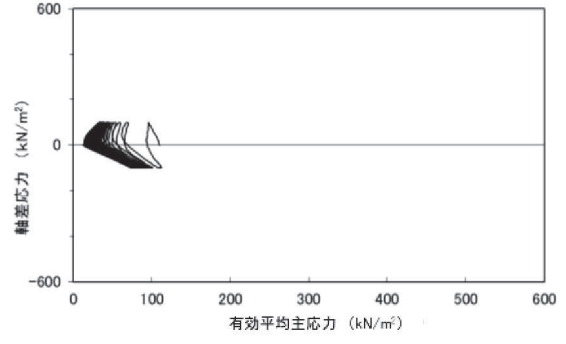
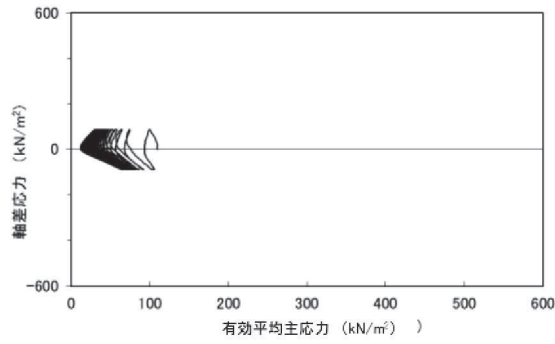


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-39 液状化強度試験結果  
(A-6 試料 (供試体 No. 3) )

図 2.2-40 液状化強度試験結果  
(A-6 試料 (供試体 No. 4) )



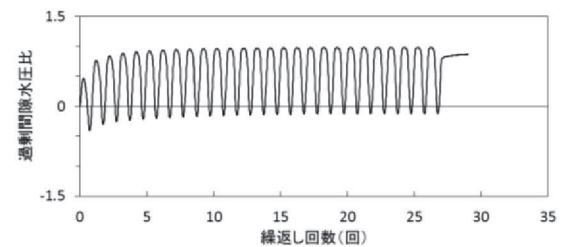
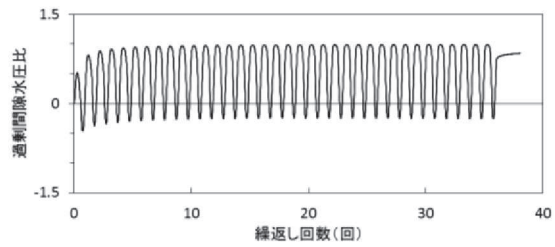
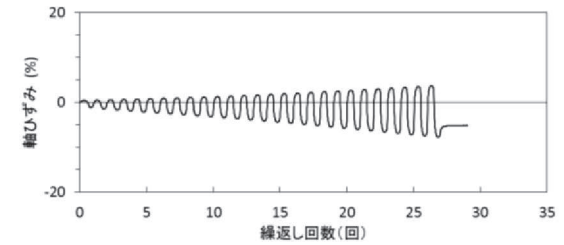
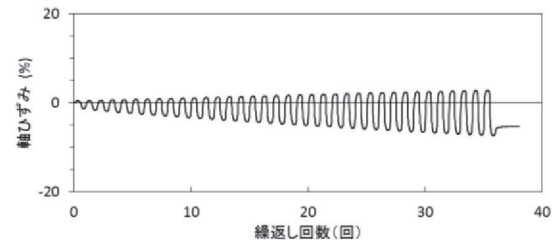
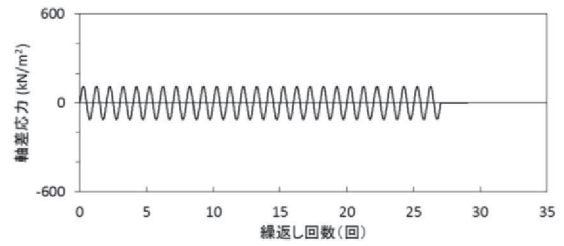
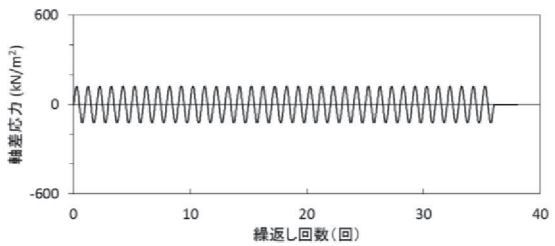
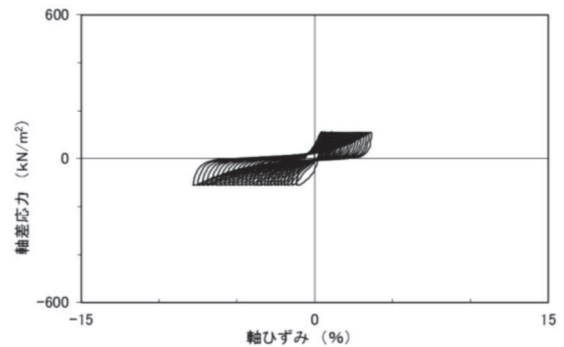
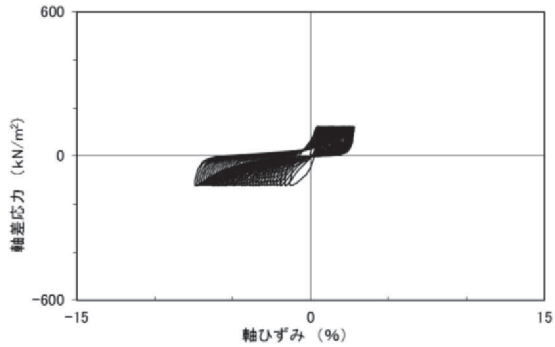
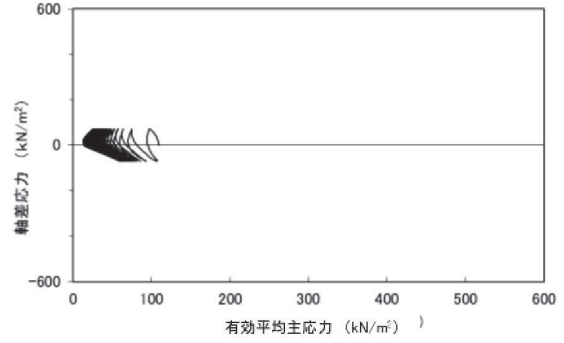
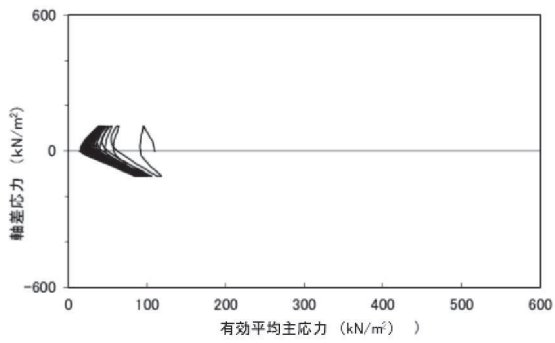
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-41 液状化強度試験結果  
(A-7-1 試料 (供試体 No. 1) )

図 2.2-42 液状化強度試験結果  
(A-7-1 試料 (供試体 No. 2) )



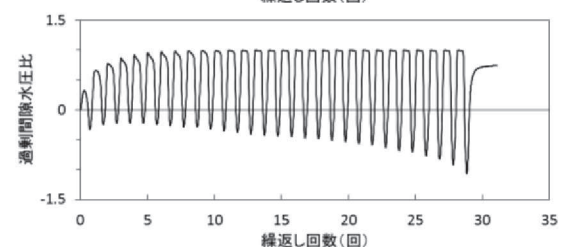
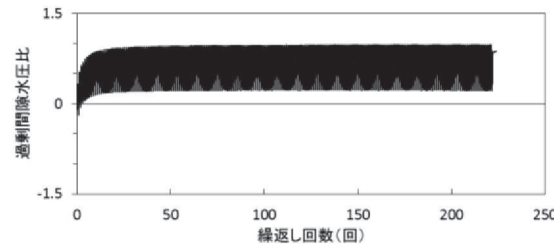
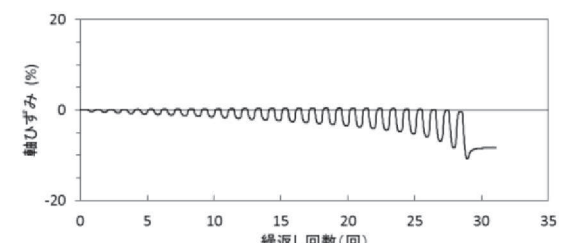
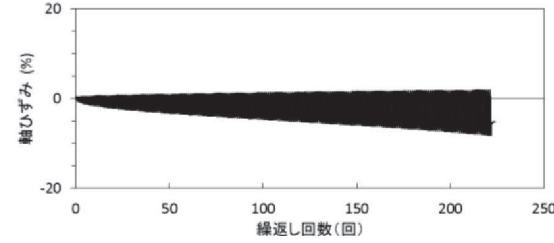
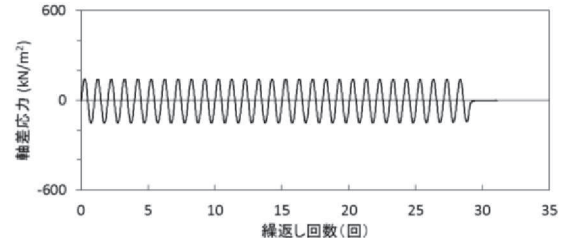
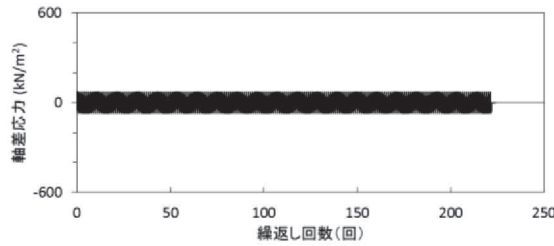
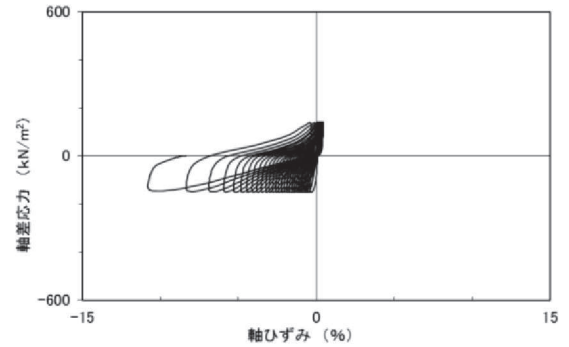
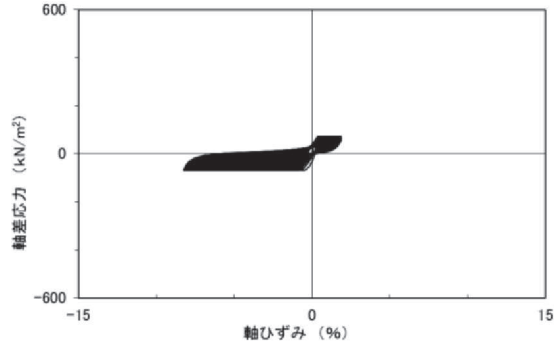
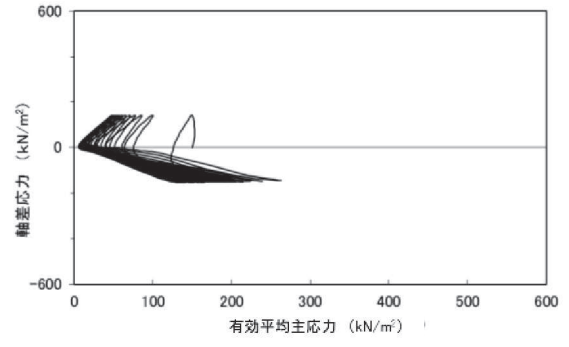
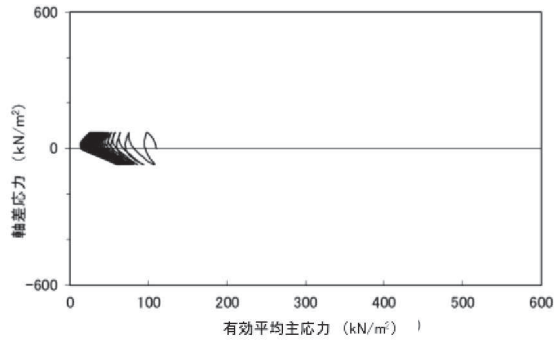


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-43 液状化強度試験結果  
(A-7-1 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-44 液状化強度試験結果  
(A-7-1 試料 (供試体 No. 4))

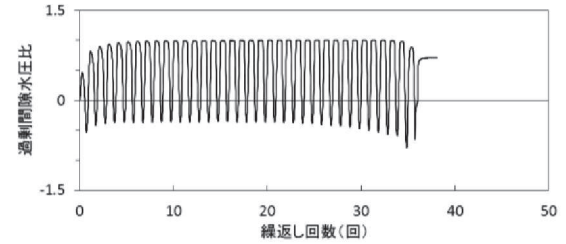
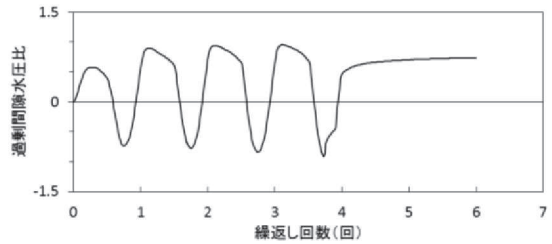
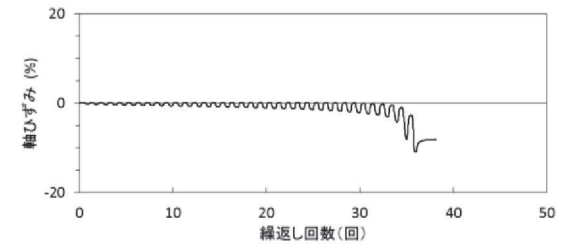
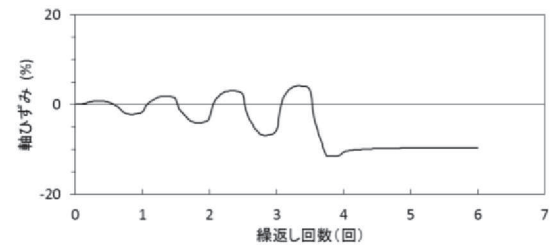
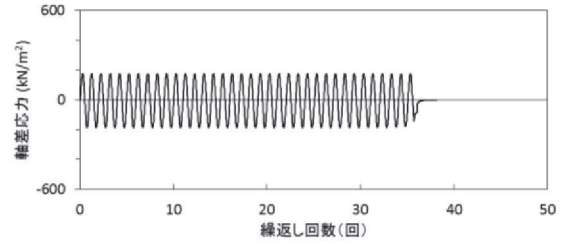
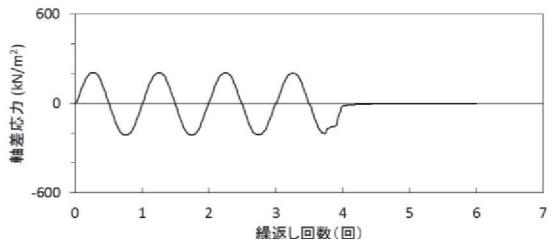
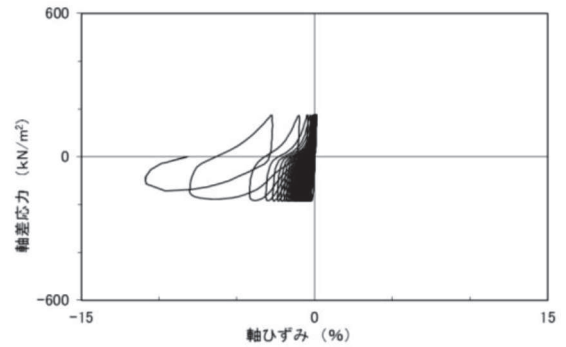
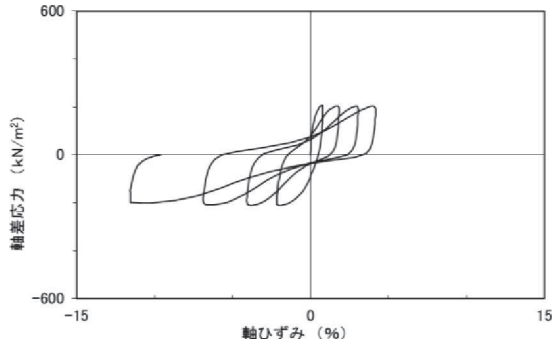
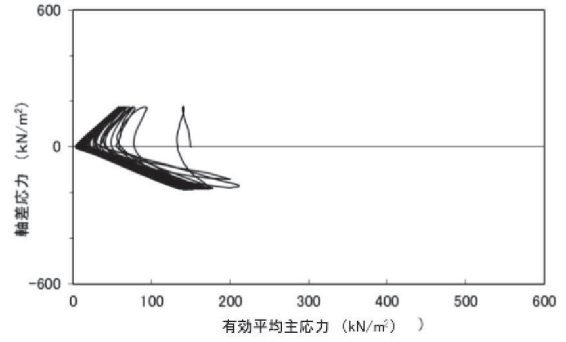
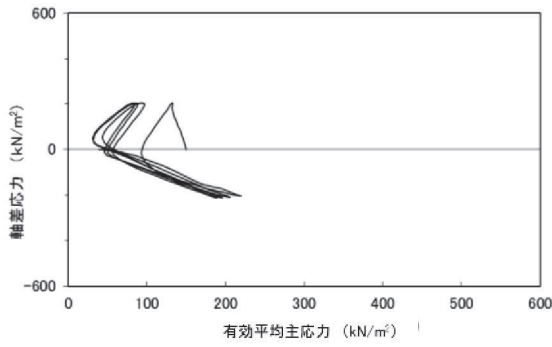


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-45 液状化強度試験結果  
(A-7-1 試料 (供試体 No. 5))

図 2.2-46 液状化強度試験結果  
(A-7-2 試料 (供試体 No. 1))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

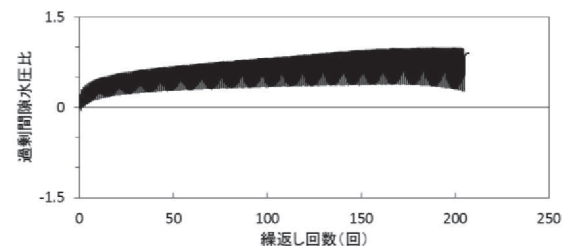
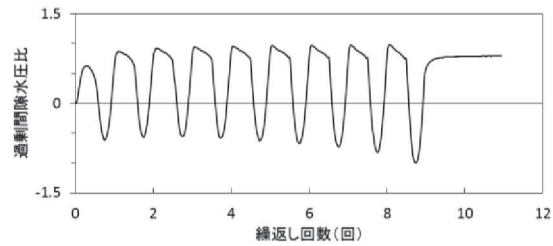
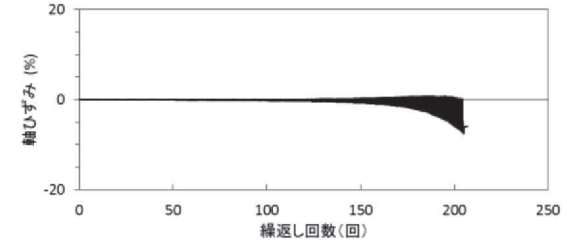
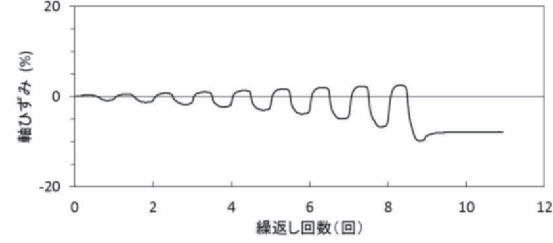
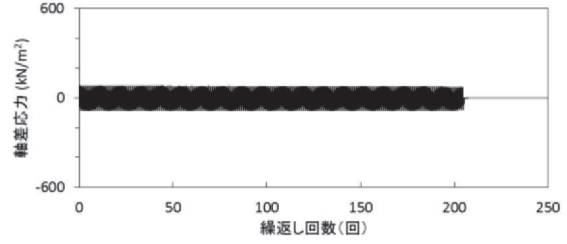
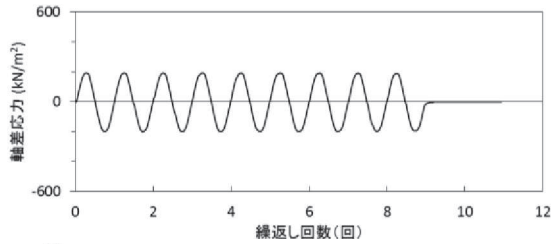
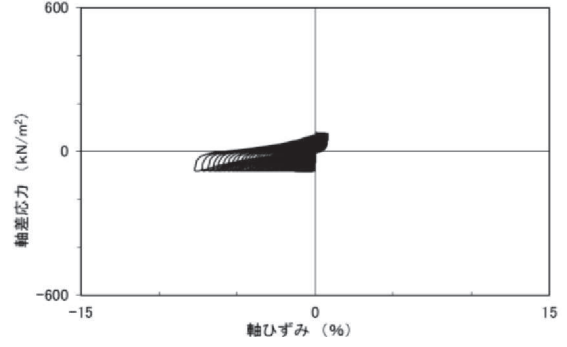
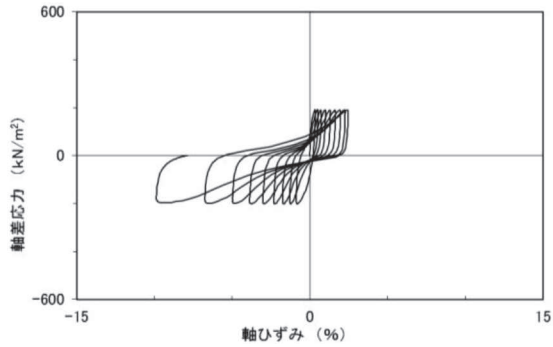
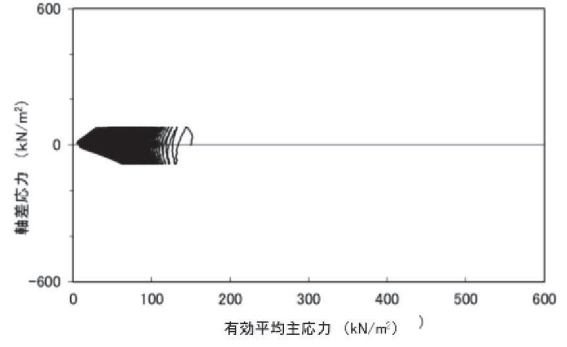
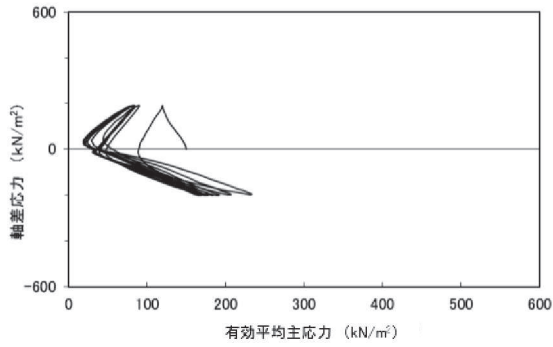
\*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	○	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\*ネッキングによるひずみ発生

図 2.2-47 液状化強度試験結果  
(A-7-2 試料 (供試体 No. 2) )

図 2.2-48 液状化強度試験結果  
(A-7-2 試料 (供試体 No. 3) )



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

\*応力振幅が大きく、ネッキングによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-49 液状化強度試験結果  
(A-7-2 試料 (供試体 No. 4) )

図 2.2-50 液状化強度試験結果  
(A-7-2 試料 (供試体 No. 5) )

### 2.3 液状化強度試験供試体写真






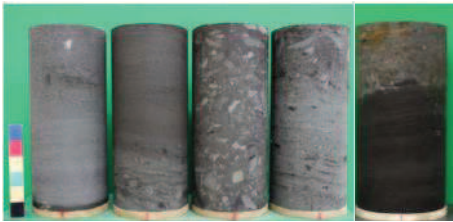



	試験前	試験後
A-1-1		—
A-1-2		—
A-1-3		—
A-2		
	左から1番目はネッキング。右から1番目は礫に沿ってせん断破壊。	
A-3		
A-4		

図 2. 3-1 液状化強度試験供試体写真 (旧表土) ①



	試験前	試験後
A-5-1		
	右から1番目はネッキング。	
A-5-2		
	—	
A-6		
	左から1番目は礫に沿ってせん断破壊。左から3番目は右下礫との境界面で変形が卓越。左から4番目はネッキング。	
A-7-1		
	—	
A-7-2		
	左から1, 3, 4, 5番目はネッキング。左から4, 5番目は礫に沿ってせん断破壊。	

図 2.3-2 液状化強度試験供試体写真 (旧表土) ②







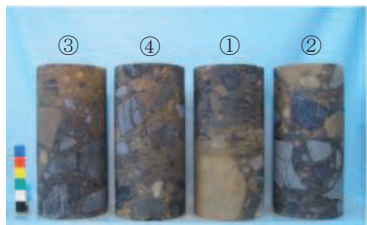
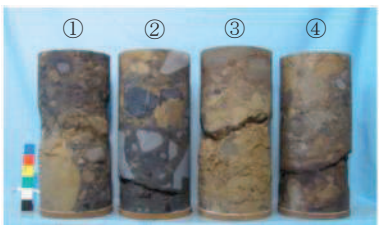






	試験前	試験後
B-1-1		
	—	
B-1-2		
	—	
B-1-3		
	左から 2, 3, 4 番目はせん断破壊。	
B-1-4		
	—	
B-2-1		
	右から 1 番目はネッキング。	
B-2-2		
	—	

図 2. 3-3 液状化強度試験供試体写真（盛土）①


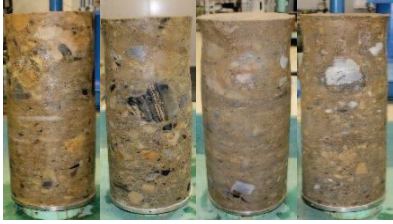










	試験前	試験後
B-3		
	—	
B-4		
	—	
B-5		
	—	
B-6		
	—	
B-7		
	—	
B-8		
	—	

図 2.3-4 液状化強度試験供試体写真（盛土）②

## 2.4 液状化強度試験試料採取深度とボーリング柱状図の対応



標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色相対密度調	相対稠度	記 事	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験				原位置試験 深度 (m)	試験名 および結果	試験採取 料番号	室内試験 ( )	掘進 月日
										深 度 (m)	打撃回数 0 10 20 30	10cmごとの 打撃回数 / 貫入量 (cm)	N 値					
1	1.11									5	5	15						
2	1.45									4	5	14						
3	2.05									5	10	25						
4	3.15									5	15	20						
5	4.15									3	4	5						
6	5.15									5	5	15						
7	6.15									3	4	6						
8	7.45									4	4	12						
9	8.15									5	6	17						
10	9.15									2	3	7						
11	10.15									6	9	10						
12	11.15									3	3	9						
13	12.45									4	6	19						
14	13.45									4	5	14						
15	14.45									10	10	30						
16	15.15									6	8	20						
17	16.15									6	6	18						
18	17.05									6	7	20						
19	18.45									8	10	25						
20	19.45									20	20	50						
21	20.35									3	3	9						
22	21.45									5	5	15						
23	22.45									6	6	18						
24	23.15									6	8	20						

18.00m  
A-2  
20.95m

A-2(旧表土) : 供試体寸法 φ100

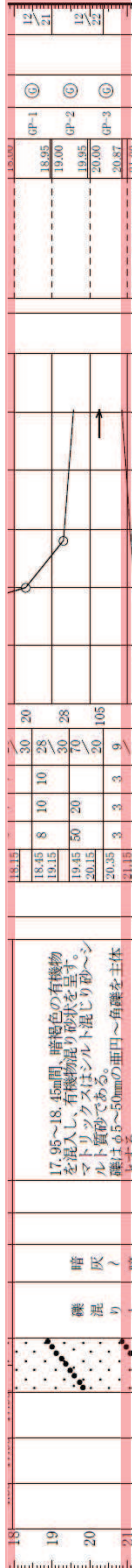
図 2. 4-1(1) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-1) (ボーリング柱状図に一部加筆)

標尺 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験			原位置試験		試験採取		室内試験 ( )		掘進月日
										10cmごとの 打撃回数 0 10 20 打撃回数 / 貫入量 (cm)			深度 (m)	試験名	試験番号	採取方法			
								17.95~18.45m間、暗褐色の有機物を混入し、有機物混り砂体を呈す。マトリックスはシルト混じり砂〜シルト質砂である。 層はφ1.5~50mmの垂口〜角礫を主体とする。		N 値 18.05 8 30 20 19.15 10 10 28 19.45 50 20 28 20.15 20 20 105 20.35 3 3 3 9			深度 (m)	試験名	試験番号	採取方法			

18.00m

A-2

20.95m



ボーリングコア写真 (28QB-1 : 18.00m~21.00m)

液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図においては、N 値が 50 以上となっているが、液状化強度試験供試体の写真(下)から、液状化強度試験に用いた供試体はボーリングコア写真(上)で示す N 値 50 以上の位置から採取したものであることを確認している。



液状化強度試験供試体 (A-2 : 試験前)

図 2.4-1 (2) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-1) (ボーリング柱状図に一部加筆)





標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色相対密度	相対稠密度	記	孔内水位 (m)	標準貫入試験		原位置試験	試験名	試験深度 (m)	試験採取方法	室内試験 ( )
										10mごとの打撃回数	貫入量 (cm)					
1					盛土・改良体	暗灰		0.1~0.10~0.25mm間、砕石・土の混り具合を確認し、コアは採取を見ず。	1.00	7	214					
2									2.00	8	188					
3									3.00	6	250					
4									4.00	4	375					
5									5.00	3	500					
6	12.22	6.00	6.00						6.13	7	6	19				
7									6.45	3	12	18				
8									7.13	3	3	9				
9									7.45	3	3	9				
10									8.13	5	5	14				
11									8.45	5	5	14				
12									9.13	5	4	14				
13									9.45	5	4	14				
14									10.13	6	6	18				
15									10.45	6	6	18				
16									11.13	4	4	13				
17									11.45	4	4	13				
18									12.13	7	7	24				
19									12.45	10	10	30				
20									13.13	7	7	24				
21									13.45	7	7	24				
22									14.13	29	17	50				
23	-4.36	3.95	22.70						14.45	2	2	6				
24	-5.03	0.67	23.33						15.13	2	2	6				
25	-7.15	2.13	25.54						15.45	11	9	43				
26	-8.08	0.94	26.48						16.13	7	7	24				
27	-8.77	0.69	27.04						16.45	7	7	24				
									17.13	15	15	39				
									17.45	15	15	39				
									18.05	3	3	13				
									18.15	8	9	10	27			
									18.45	8	9	10	27			
									19.13	7	8	7	22			
									20.13	6	8	11	25			
									20.45	6	8	11	25			
									21.13	6	7	7	20			
									21.45	4	4	16				
									22.13	4	4	16				
									22.45	6	12	13	31			
									23.13	4	5	17	26			
									23.45	4	5	17	26			
									24.13	2	2	6	19			
									24.45	2	2	6	19			
									25.13	2	2	6	19			
									25.45	2	2	6	19			
									26.13	5	5	14				
									26.45	5	5	14				
									27.13	4	4	14				
									27.45	4	4	14				

23.55m  
A-4  
24.95m

A-4(旧表土)：供試体寸法 φ100

図 2.4-3(1) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-4-1) ボーリング柱状図に一部加筆)

標尺 (m)	24	23.55m	24.95m																																															
標高 (m)																																																		
層厚 (m)																																																		
柱状図	砂	23.35~23.65m間、φ300mmの玉石混入マトリックスは細粒状砂																																																
土質区分	砂																																																	
色相対密度																																																		
相対稠度																																																		
記																																																		
孔内水位 (m) / 測定月日																																																		
標準貫入試験	<table border="1"> <tr> <td>深</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>打撃回数</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10cmごとの打撃回数 / 貫入量 (cm)</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>24.15</td> <td>24.45</td> <td>24.45</td> <td>24.45</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	深	0	10	20	30	40	50	60	打撃回数	10	20	30					10cmごとの打撃回数 / 貫入量 (cm)	6	12	13	31					24.15	24.45	24.45	24.45				<table border="1"> <tr> <td>深度 (m)</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>打撃回数 / 貫入量 (cm)</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	深度 (m)	0	10	20	30	40	50	60	打撃回数 / 貫入量 (cm)	10	20	30				
深	0	10	20	30	40	50	60																																											
打撃回数	10	20	30																																															
10cmごとの打撃回数 / 貫入量 (cm)	6	12	13	31																																														
	24.15	24.45	24.45	24.45																																														
深度 (m)	0	10	20	30	40	50	60																																											
打撃回数 / 貫入量 (cm)	10	20	30																																															
原位置試験	<table border="1"> <tr> <td>深度 (m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験および結果</td> <td></td> </tr> </table>	深度 (m)		試験および結果		<table border="1"> <tr> <td>試験名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験採取方法</td> <td></td> </tr> </table>	試験名		試験採取方法																																									
深度 (m)																																																		
試験および結果																																																		
試験名																																																		
試験採取方法																																																		
室内試験																																																		
掘進																																																		



↔ N値50以上 ↔



ボーリングコア写真(28QB-4-1 : 23.00m~25.00m)

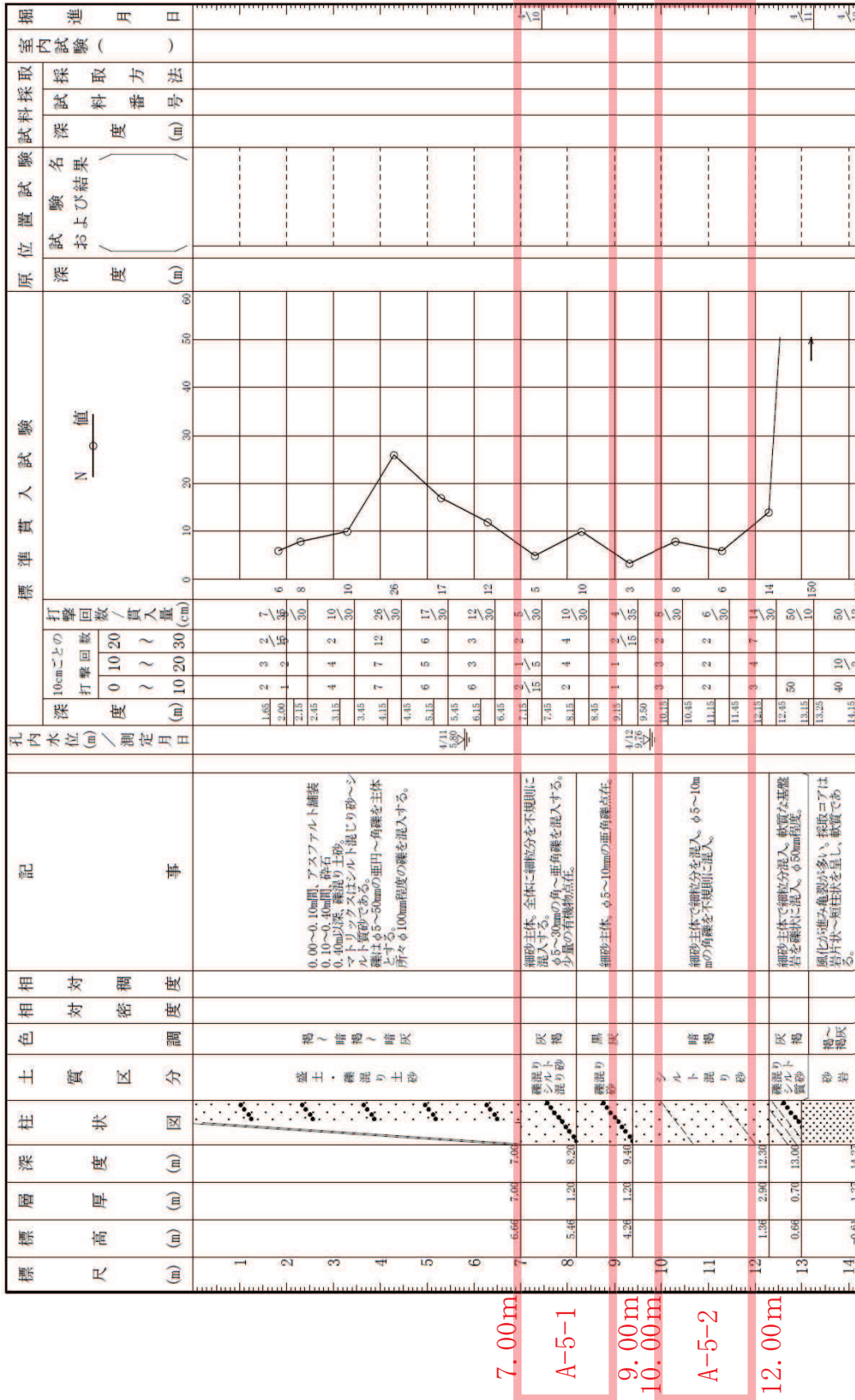
液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図においては、N 値が 50 以上となっているが、液状化強度試験供試体の写真(下)から、液状化強度試験に用いた供試体はボーリングコア写真(上)で示す N 値 50 以上の位置から採取したものであることを確認している。



液状化強度試験供試体 (A-4 : 試験前)

図 2.4-3(2) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-4-1) ボーリング柱状図に一部加筆)



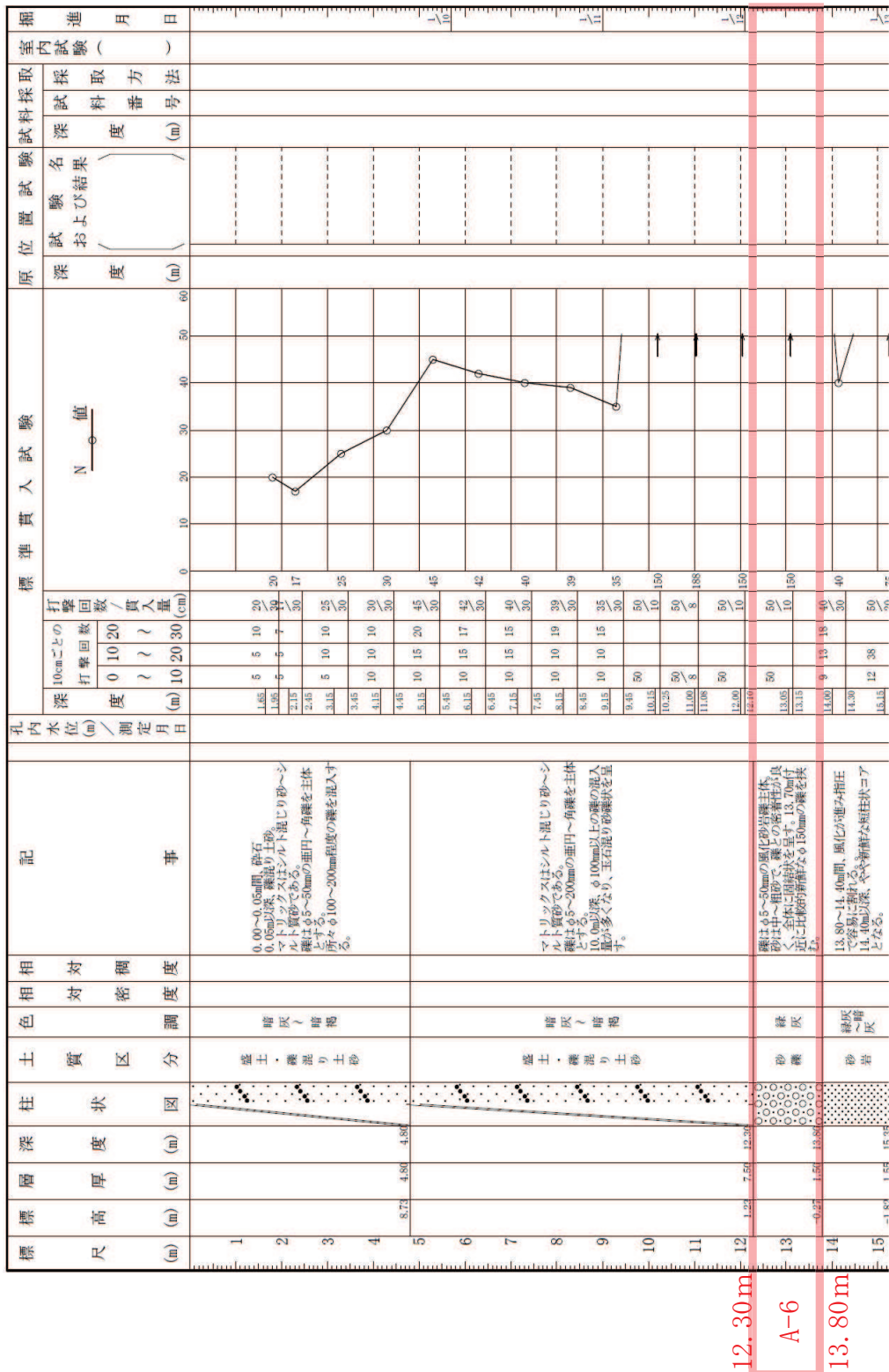


A-5-1 (旧表土) : 供試体寸法 φ 100

A-5-2 (旧表土) : 供試体寸法 φ 70

図 2.4-5 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-5-1) (ボーリング柱状図に一部加筆)





A-6(旧表土)：供試体寸法φ100

図 2. 4-6 (1) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-6) (ボーリング柱状図に一部加筆)





標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記 事	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験				原位置試験 深度 (m)	試験名 および結果	試験採取 深度 (m)	試験採 取方 法	室内試験 ( )	掘 進 月 日
											深 度 (m)	打 撃回 数	10cmご との 打撃回 数	打 撃回 数 / 貫入 量 (cm)						
1					盛土、礫混り土砂	暗灰 / 暗褐			0.00~0.05mm間、アスファルト 0.05~0.25mm間、砕石 0.25mm以上はシルト混り砂へシ ルト質砂である。 マトリックスはシルト混り砂へシ ルト質砂である。 礫はφ5~50mmの垂円~角礫を主体 とする。 最大φ100mm程度。											
2																				
3																				
4	9.94	3.96	3.96		砂質シルト	灰褐 〜 青灰			シルト主体で全体に細砂を含む。φ 2mm位の角礫点状。											
5	8.29	0.75	5.55		シルト 質砂	暗灰			細砂主体で全体にシルトを含む。φ 50~4.88mm間、石礫質シルト点状。											
6	7.29	1.00	6.55		砂質シルト	灰褐			シルト主体で全体に細砂を含む。φ 2mm位の角礫点状。											
7					玉石 混り 土砂	暗灰 / 暗褐			マトリックスはシルト混り砂へシ ルト質砂である。 礫はφ5~50mmの垂角礫を主体とす る砂礫層と、φ140mm以上の玉石の 互層状を呈す。											
8																				
9	4.64	2.65	9.20		砂岩	褐			風化した硬い砂岩。全体に亀裂が発 達し、指圧で容易に薄片状になる。											
10																				
11	0.26	0.05	11.05																	

5.20m  
A-7-1  
5.80m  
7.55m  
A-7-2  
8.85m

A-7-1 (旧表土) : 供試体寸法 φ100

A-7-2 (旧表土) : 供試体寸法 φ70

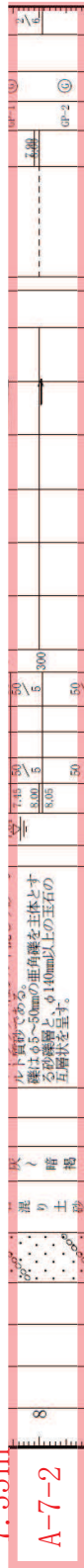
図 2.4-7(1) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-7) (ボーリング柱状図に一部加筆)

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色相対稠度	相対稠度	記	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験	原位置試験	試験名および結果	試験採取方法	室内試験 ( )	掘進月日
										10cmごとの 打撃回数 0 10 20 30 打撃回数 / 貫入量 (cm)	深度 (m) 0 10 20 30 40 50 60	N 値 	深度 (m) 0 10 20 30 40 50 60		

7.55m

A-7-2

8.85m



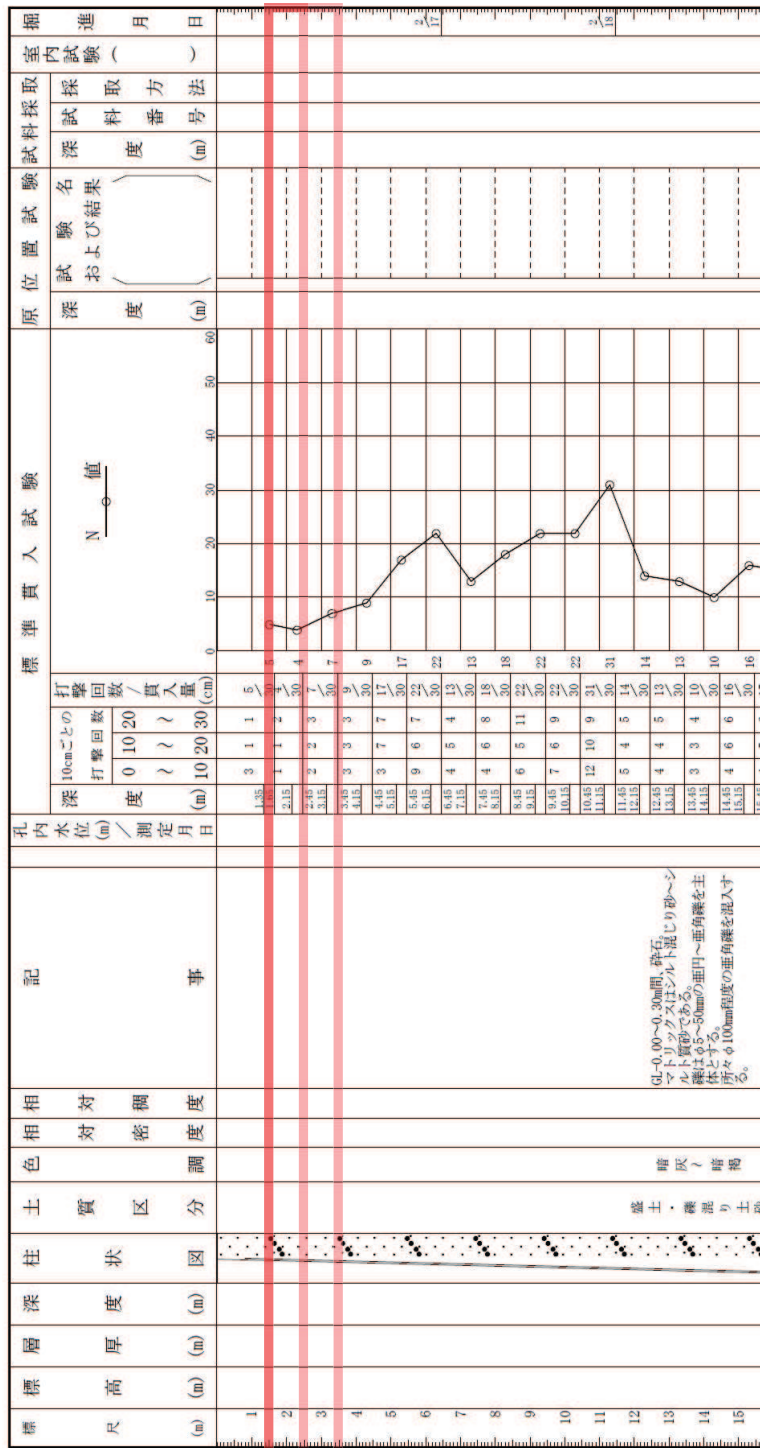
ボーリングコア写真 (28QB-7 : 7.00m ~ 9.00m)

液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図においては、N 値が 50 以上となっているが、液状化強度試験供試体の写真(下)から、液状化強度試験に用いた供試体はボーリングコア写真(上)で示す N 値 50 以上の位置から採取したものではない。また、旧表土の液状化強度特性は A-5 の結果が下限となっており、A-7 で強度特性が決まるものではない。



液状化強度試験供試体 (A-7-2 : 試験前)

図 2. 4-7 (2) 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-7) (ボーリング柱状図に一部加筆)



1.50m B-2-2  
 1.50m B-2-1  
 2.50m  
 3.45m

B-2-1 (盛土) : 供試体寸法 φ 100  
 B-2-2 (盛土) : 供試体寸法 φ 300

図 2.4-8 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (28QB-8) (ボーリング柱状図に一部加筆)



標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対稠度	相対密度	記	孔内水位 (m) / 測定月日	標準貫入試験				原位置試験 深度 (m)	試験名 および結果	試験採取 方法	室内試験 月日
											10cmごとの 打撃回数	貫入量 (cm)	N 値	深度 (m)				
1	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	1.15	2	1	4	1.15	1.15	P2-1 (P)					
2	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	1.43	2	2	8	1.43	1.43	P2-1 (P)					
3	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	2.15	2	2	6	2.15	2.15	P2-1 (P)					
4	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	3.15	1	1	3	3.15	3.15	P2-1 (P)					
5	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	3.45	1	1	3	3.45	3.45	P2-1 (P)					
6	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	4.15	1	1	3	4.15	4.15	P2-2 (P)					
7	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	4.45	1	1	3	4.45	4.45	P2-2 (P)					
8	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	5.15	4	3	12	5.15	5.15	P2-2 (P)					
9	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	5.45	5	4	12	5.45	5.45	P2-2 (P)					
10	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	6.15	7	9	25	6.15	6.15	FS2-1 (F)					
11	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	6.45	9	10	26	6.45	6.45	FS2-1 (F)					
12	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	7.15	9	11	33	7.15	7.15	FS2-1 (F)					
13	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	7.45	10	15	42	7.45	7.45	FS2-1 (F)					
14	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	8.15	10	17	42	8.15	8.15	P2-3 (P)					
15	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	8.45	10	17	42	8.45	8.45	P2-3 (P)					
16	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	9.15	2	5	13	9.15	9.15	FS2-2 (F)					
17	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	9.45	2	5	13	9.45	9.45	FS2-2 (F)					
18	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	10.15	2	5	15	10.15	10.15	FS2-2 (F)					
19	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	10.45	2	5	15	10.45	10.45	FS2-2 (F)					
20	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	11.15	4	5	13	11.15	11.15	FS2-2 (F)					
21	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	11.45	4	5	13	11.45	11.45	FS2-2 (F)					
22	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	12.15	3	3	9	12.15	12.15	FS2-3 (F)					
23	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	12.45	3	3	9	12.45	12.45	FS2-3 (F)					
24	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	13.15	3	5	11	13.15	13.15	FS2-3 (F)					
25	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	13.45	3	5	11	13.45	13.45	FS2-3 (F)					
26	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	14.15	4	5	15	14.15	14.15	FS2-3 (F)					
27	1.72	2.10	2.10	腐混じり砂質粘土	灰褐色	稀	14.15	4	5	15	14.15	14.15	FS2-3 (F)					

6.00m A-1-1  
6.90m  
9.00m A-1-2  
9.85m  
11.65m  
A-1-3  
12.45m

A-1-1, A-1-2, A-1-3 (旧表土) : 供試体寸法 φ50

図 2.4-9 液状化強度試験採取深度に対応するボーリング柱状図 (Fs-2) (ボーリング柱状図に一部加筆)

(参考資料 18) 盛土・旧表土の強度特性設定の考え方

### 1. 盛土・旧表土の強度特性

設置変更許可申請書に記載された盛土・旧表土の解析用物性値（強度特性）を表 1-1 に示す。

表 1-1 設置変更許可申請書に記載された盛土・旧表土の解析用物性値（強度特性）

岩種・岩級	強度特性			
	静的・動的特性			
	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )
盛土	0.06	30.0	—	$0.06 + \sigma \tan 30.0^\circ$
旧表土	0.08	26.2	—	$0.08 + \sigma \tan 26.2^\circ$

#### 1.1 盛土の強度特性の設定について

盛土の強度特性は、敷地内で採取した盛土材の三軸圧縮試験結果から設定した。試料採取位置を図 1-1 に、三軸圧縮試験結果のうち応力～ひずみ関係を図 1-2 に、破壊包絡線を図 1-3 に示す。せん断強度の設定に当たっては、解析で発生するひずみレベルを踏まえて、試験で実施した圧縮ひずみ 15%よりも保守的に小さいひずみにおける主応力差から設定している。

よって、健全強度と残留強度をそれぞれ設定することとし、要素のすべり安全率の算定においては、せん断応力がせん断強度を下回っている場合は、非破壊と判定し健全強度を適用する。せん断応力がせん断強度を超えている場合は、せん断破壊と判定し残留強度を適用する。

一方、図 1-2 に示す応力～ひずみ関係において、圧縮ひずみ 15%程度では塑性状態であるものの、ひずみ軟化傾向が認められないことから、残留強度はせん断強度と同じ値として設定した。

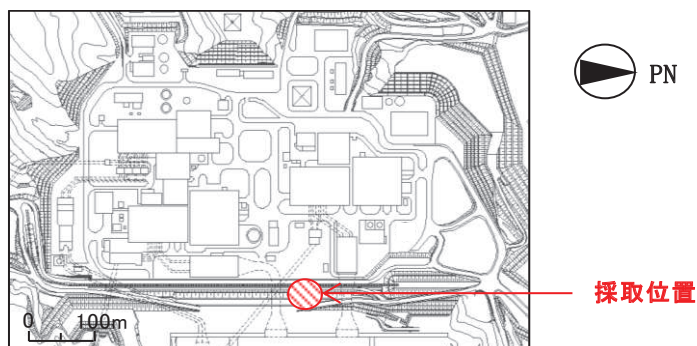


図 1-1 試料採取位置（盛土）

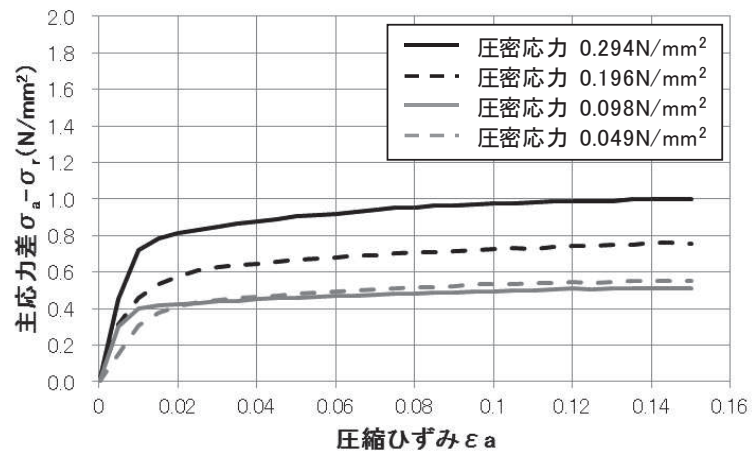


図 1-2 応力～ひずみ関係 (盛土)

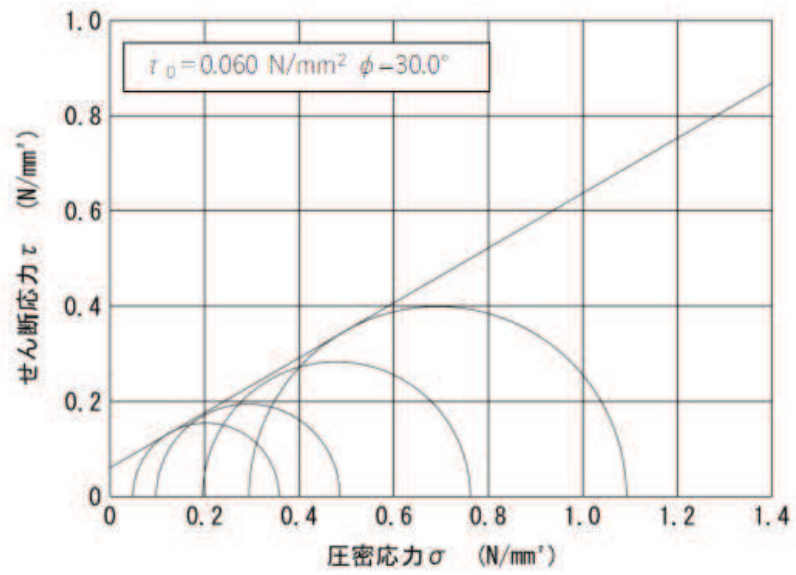


図 1-3 破壊包絡線 (盛土)



## 1.2 旧表土の強度特性の設定について

旧表土の強度特性は、敷地内で採取したコア試料の三軸圧縮試験から設定した。試料採取位置を図 1-4 に、三軸圧縮試験結果のうち応力～ひずみ関係を図 1-5 に、破壊包絡線を図 1-6 に示す。せん断強度の設定に当たっては、解析で発生するひずみレベルを踏まえて、試験で実施した圧縮ひずみ 15%よりも保守的に小さいひずみにおける主応力差から設定している。

よって、健全強度と残留強度をそれぞれ設定することとし、要素のすべり安全率の算定においては、せん断応力がせん断強度を下回っている場合は、非破壊と判定し健全強度を適用する。せん断応力がせん断強度を超えている場合は、せん断破壊と判定し残留強度を適用する。

一方、図 1-5 に示す応力～ひずみ関係において、圧縮ひずみ 15%程度では塑性状態であるものの、ひずみ軟化傾向が認められないことから、残留強度はせん断強度と同じ値として設定した。

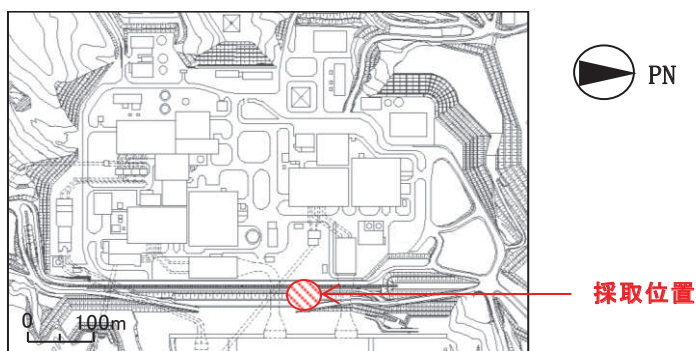


図 1-4 試料採取位置（旧表土）

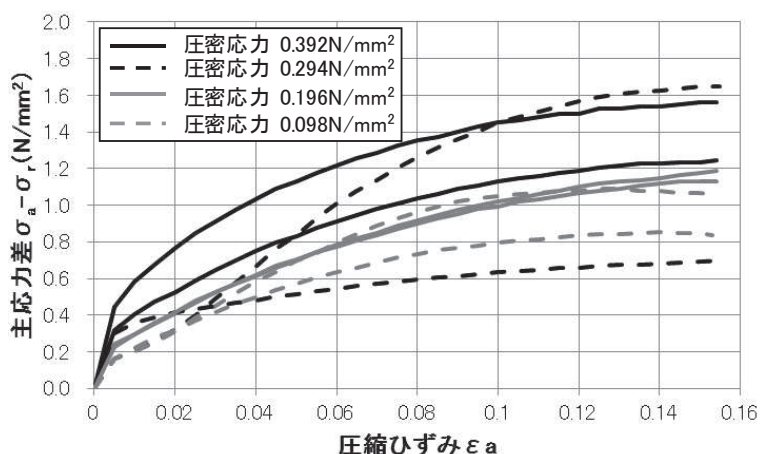


図 1-5 応力～ひずみ関係（旧表土）

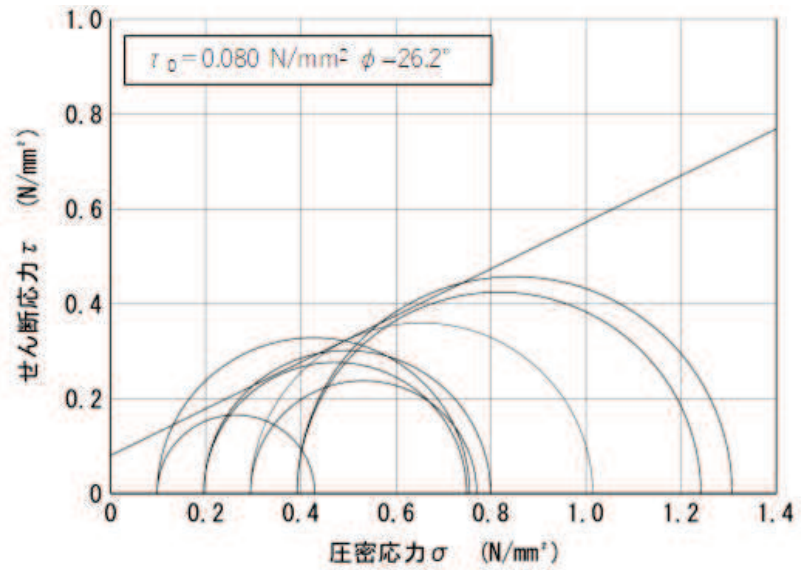


图 1-6 破壞包絡線 (旧表土)

2. 基準地震動  $S_s$  による発生せん断ひずみと三軸圧縮試験のひずみレベルの関係について  
盛土・旧表土の残留強度は、「1. 盛土・旧表土の強度特性」で示すように、三軸圧縮試験においてひずみ軟化傾向が認められないことから、せん断強度と同じ値で設定している。

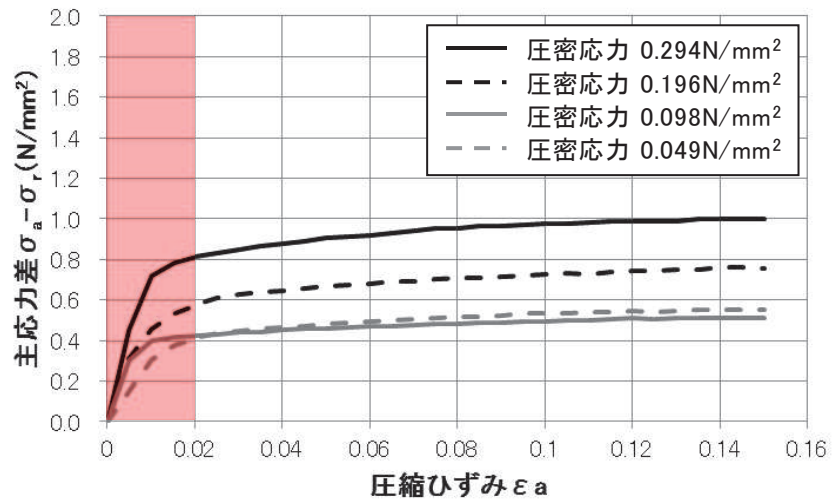
三軸圧縮試験における圧縮ひずみ  $\varepsilon_a$  は、地盤材料試験の方法と解説（（社）地盤工学会，2009年11月）に記載の下式によりせん断ひずみ  $\gamma$  に換算することができる。

$$\gamma = 3/2 \cdot \varepsilon_a$$

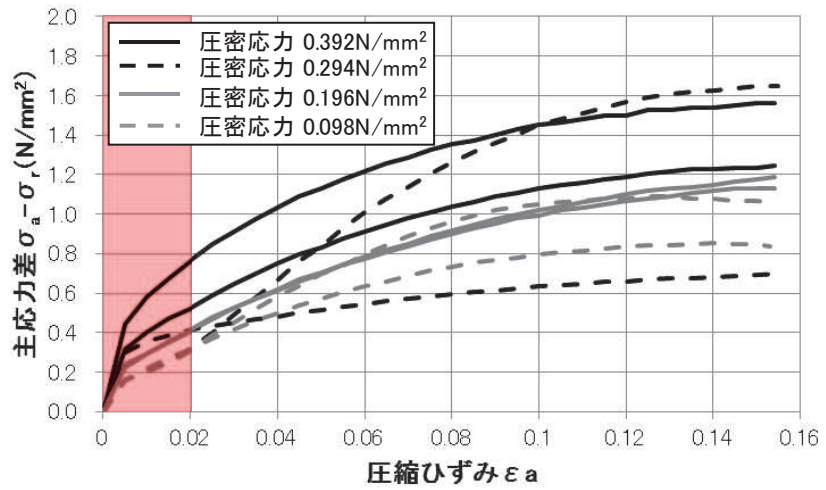
盛土・旧表土の三軸圧縮試験では、圧縮ひずみ  $\varepsilon_a=15\%$  程度までの範囲においてひずみ軟化傾向が認められないことが確認されているが、これはせん断ひずみ  $\gamma$  に換算すると  $\gamma=22.5\%$  程度までに相当し、地盤のひずみレベルとして十分な範囲である。

また、設置変更許可申請書で示した基礎地盤の安定性評価（盛土・旧表土の残留強度を評価に使用）における二次元地震応答解析の発生せん断ひずみ  $\gamma$  は最大でも 3% 程度以下であり、三軸圧縮試験のひずみレベルに対し十分に小さい。三軸圧縮試験における応力～ひずみ関係と二次元地震応答解析の発生ひずみの比較を図 2-1 に示す。

なお、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」にて示している、一次元全応力解析における発生せん断ひずみ  $\gamma$  も 1% 程度である。



(盛土)



(旧表土)

：地震応答解析で発生したひずみの範囲

図 2-1 応力～ひずみ関係と地震応答解析の発生ひずみの比較

3. 盛土・旧表土の設計及び工事計画認可申請におけるすべり安全率算定時の地盤強度の考え方

1. 及び 2. を踏まえた設計及び工事計画認可申請における盛土・旧表土のすべり安全率算定の地盤強度の考え方を図 3-1 に示す。

せん断応力がせん断強度を超えた場合は、せん断破壊と判定するものの、ひずみ軟化傾向が認められないことを試験で確認していることから、強度は残留強度を用いる。引張破壊と判定され、かつすべり面の垂直応力が圧縮側である場合にも残留強度を適用する。

また、図 3-1 に示す地盤強度の考え方は、解析で発生するひずみが、試験で実施しているひずみ（圧縮ひずみ 15%（せん断ひずみ 22.5%））以下であることを確認した上で適用するものである。解析で発生するひずみが試験で実施しているひずみを超える場合は、別途対応を検討する。

なお、設置変更許可申請書で示した基礎地盤の安定性評価（盛土・旧表土の残留強度を評価に使用）における二次元地震応答解析の発生せん断ひずみ $\gamma$ は最大でも 3%程度以下であり、三軸圧縮試験のひずみレベルに対し十分に小さいことを確認している。

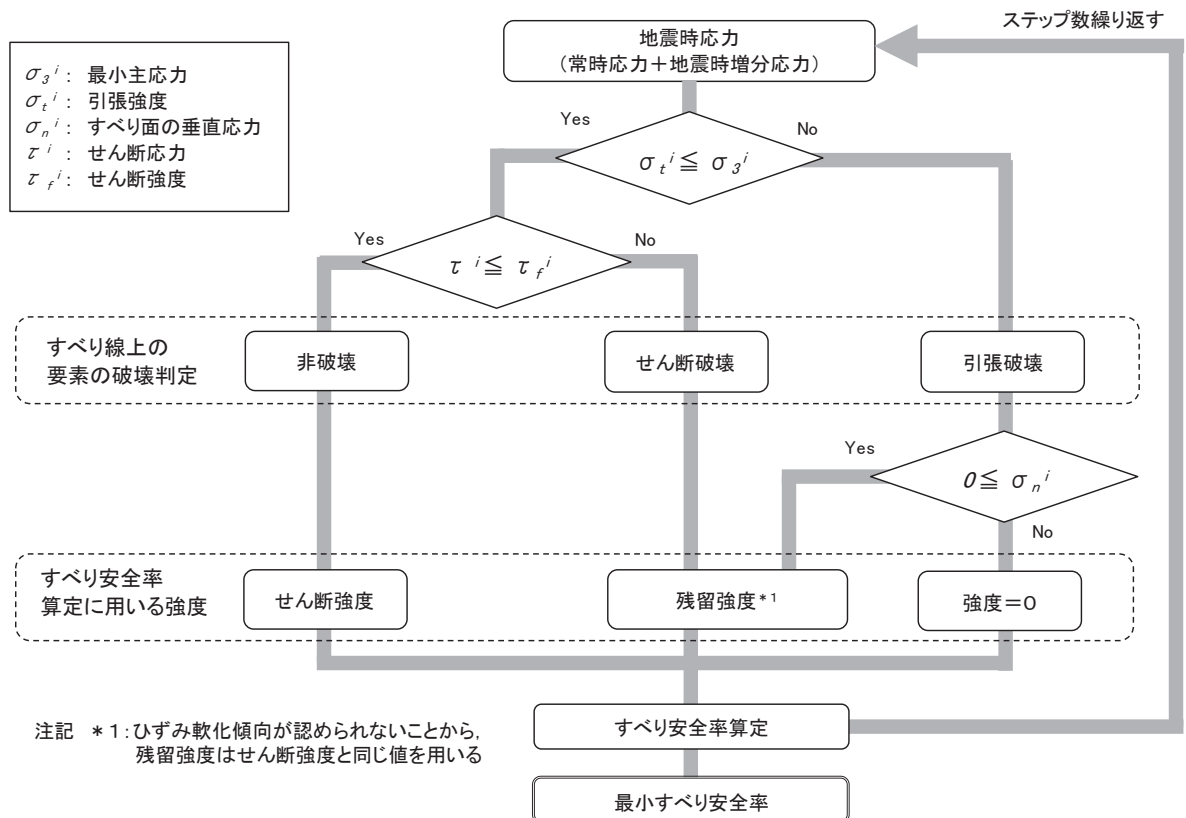


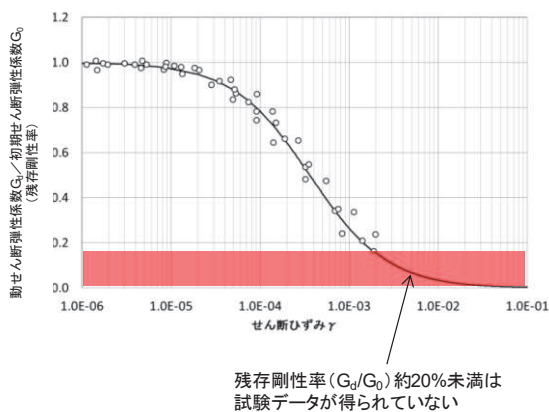
図 3-1 盛土・旧表土のすべり安全率の算定における地盤強度の考え方

(参考資料 2 1) 動的変形特性の設定について

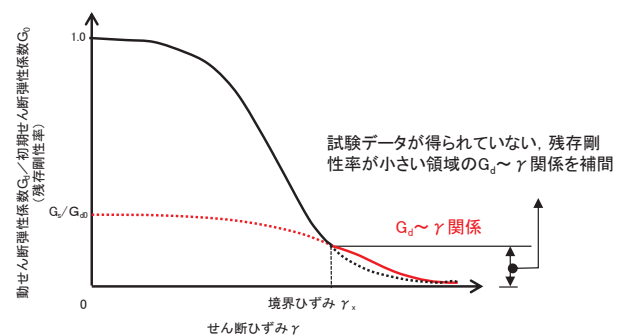
1. 応力～ひずみ関係の設定について

旧表土，セメント改良土，改良地盤及びD級岩盤については，基準地震動  $S_s$  を用いた地震応答解析で発生するひずみ範囲において，おおむね繰返し三軸試験による試験データが得られている。

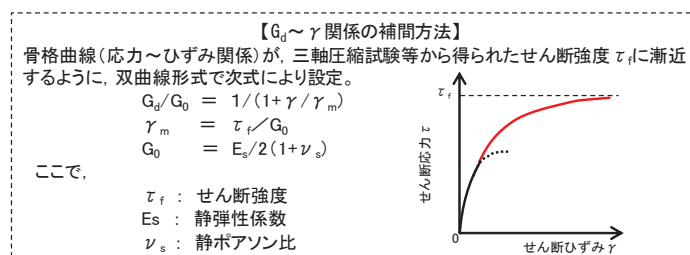
盛土の解析用物性値における  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係は，設置変更許可段階において示したとおり，せん断ひずみが  $2.0 \times 10^{-3}$  程度（残存剛性率が約 20% の領域）まで繰返し三軸試験のデータが得られており（図 1-1(a)），この範囲においては繰返し三軸試験結果に基づいた  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を設定している。繰返し三軸試験範囲を超える領域については，三軸圧縮試験等によって得られた応力～ひずみ関係及びせん断強度  $\tau_f$  を基に双曲線形式により（図 1-1(c)）， $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を設定している（図 1-1(b) の黒実線 + 赤実線）。



(a) 盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係



(b) 残存剛性率が小さい領域の補間イメージ



(c)  $G_d \sim \gamma$  関係の補間方法

図 1-1 盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係のうち残存剛性率が小さい領域の補間について

(第 778 回審査会合 (令和元年 9 月 27 日) 資料 1-7-2 p. 65 抜粋)

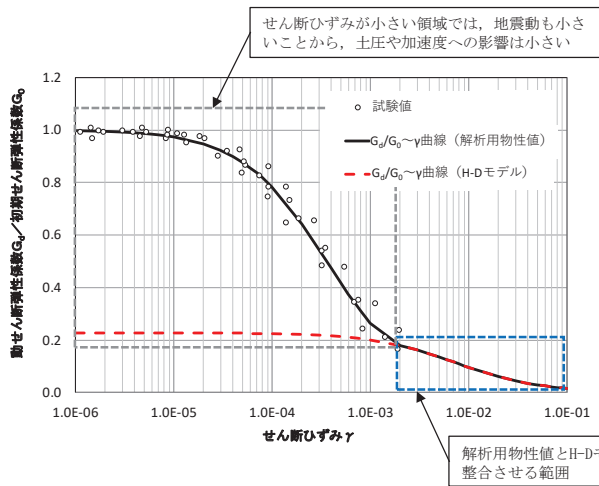


## 2. H-Dモデルに設定する動的変形特性

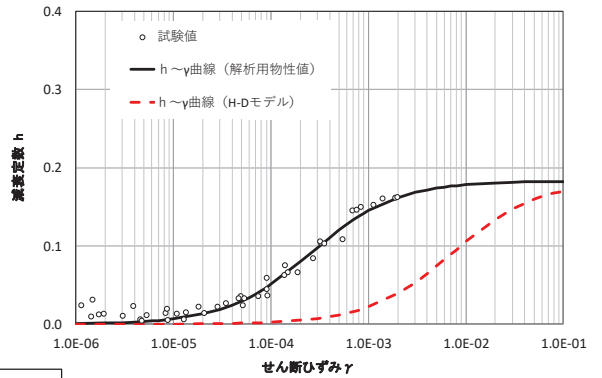
有効応力解析コード「FLIP」では、地盤の非線形特性について「H-Dモデル」が適用される\*。解析に用いる地盤の非線形特性を図 2-1 に示す。旧表土（地下水位以浅）、セメント改良土、改良地盤及びⅡ級岩盤については、H-Dモデルは試験結果を踏まえ適切に設定していることから、H-Dモデルの設定が妥当であることを確認した。

盛土（地下水位以浅）については、1. に示すとおり①せん断ひずみが小さい領域（せん断ひずみ  $2.0 \times 10^{-3}$  程度以下）は繰返し三軸試験結果に基づく双曲線型、②せん断ひずみが大きい領域（せん断ひずみ  $2.0 \times 10^{-3}$  程度以上）は三軸圧縮試験等の結果に基づく双曲線型にてそれぞれ設定しているが、基準地震動  $S_s$  を用いた地震応答解析では、盛土に  $10^{-3} \sim 10^{-2}$  オーダーのせん断ひずみが発生することを踏まえ、発生するせん断ひずみ領域に整合するようなモデル化をする観点から、②に整合するようにH-Dモデルを設定する。盛土の設定の妥当性については、「3. 解析用物性値における動的変形特性と FLIP にてモデル化した動的変形特性の比較」に示す。

注記\*：液状化検討対象層である地下水位以深の盛土・旧表土は、液状化特性を液状化パラメータによりフィッティングするため、本検討の対象外としている。



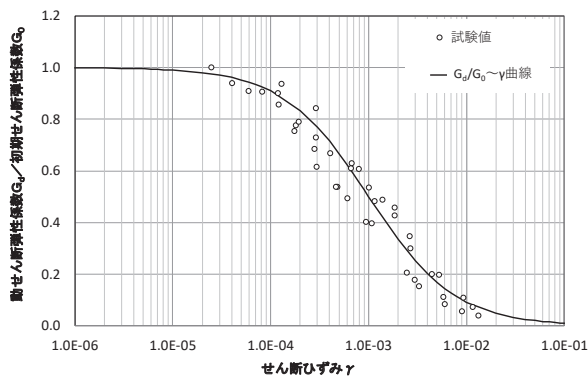
( $G_d/G_0 \sim \gamma$  曲線)



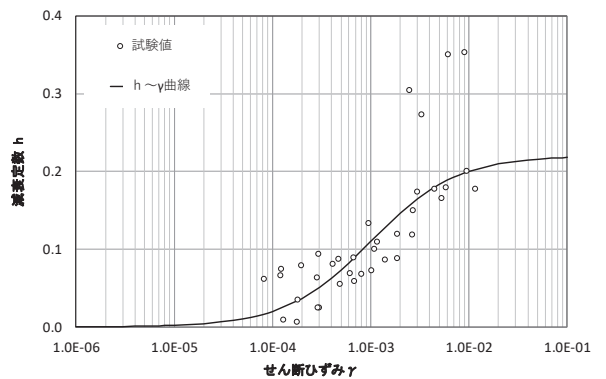
( $h \sim \gamma$  曲線)

(a) 盛土\*

注記 \* : 盛土の H-D モデル設定の妥当性は、「3. 解析用物性値における動的変形特性と FLIP にてモデル化した動的変形特性の比較」に示す。

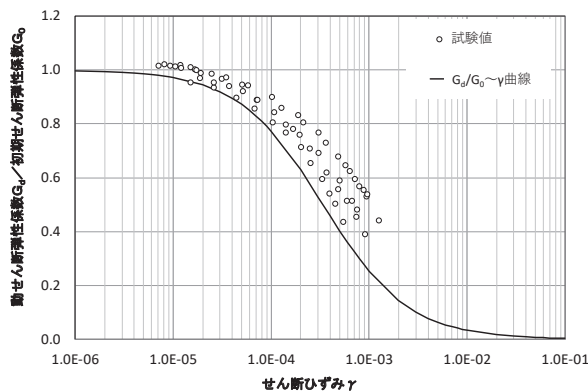


( $G_d/G_0 \sim \gamma$  曲線)

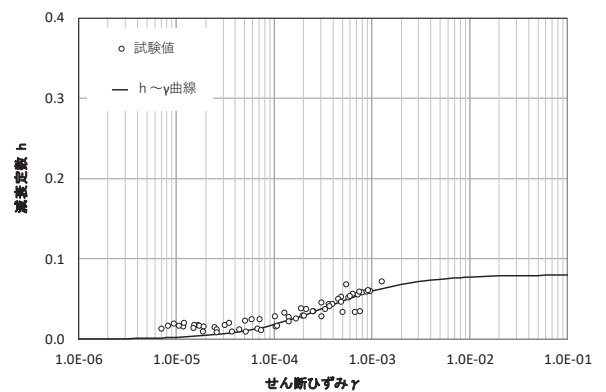


( $h \sim \gamma$  曲線)

(b) 旧表土



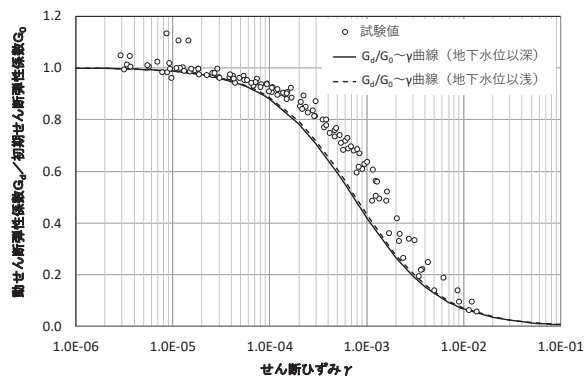
( $G_d/G_0 \sim \gamma$  曲線)



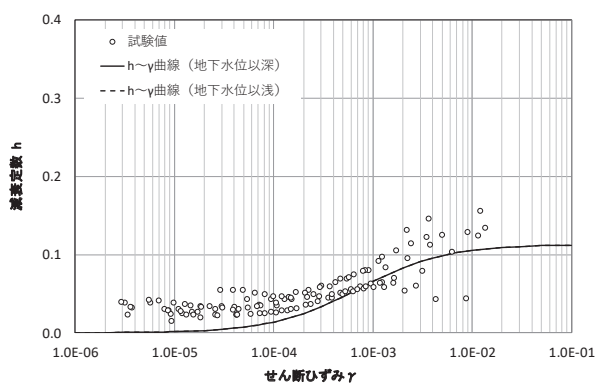
( $h \sim \gamma$  曲線)

(c) セメント改良土

図 2-1(1) H-D モデルに設定する動的変形特性

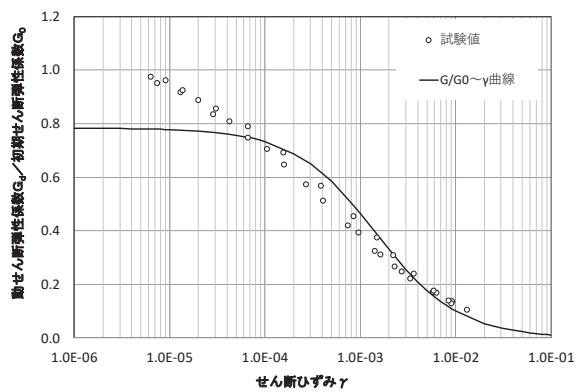


( $G_d/G_0 \sim \gamma$  曲線)

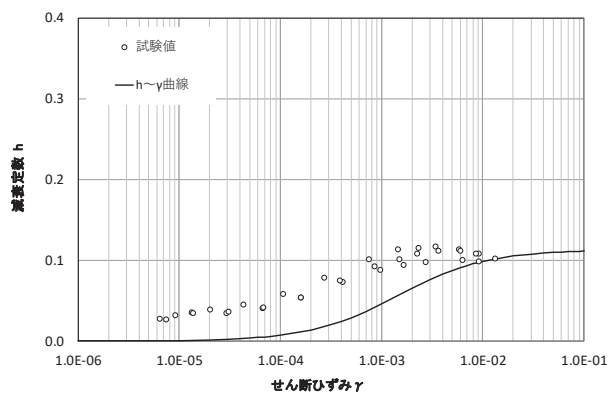


( $h \sim \gamma$  曲線)

(d) 改良地盤



( $G_d/G_0 \sim \gamma$  曲線)



( $h \sim \gamma$  曲線)

(e) D級岩盤

図 2-1(2) H-D モデルに設定する動的変形特性

### 3. 解析用物性値における動的変形特性と FLIP にてモデル化した動的変形特性の比較

#### 3.1 検討目的

盛土（地下水位以浅）については，1. に示すとおり①せん断ひずみが小さい領域（せん断ひずみ  $2.0 \times 10^{-3}$  程度以下）は繰返し三軸試験結果に基づく双曲線型，②せん断ひずみが大きい領域（せん断ひずみ  $2.0 \times 10^{-3}$  程度以上）は三軸圧縮試験等の結果に基づく双曲線型にてそれぞれ解析用物性値としての  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を設定している。

一方，有効応力解析 FLIP では， $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を H-D モデルにてモデル化するが，解析上の制約から，解析用物性値で示しているように，ひずみレベルによって  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を使い分けるのではなく，一つの H-D モデルとして設定する必要がある。

以上のことを踏まえ，2. に示したように，FLIPでは盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係については，解析上発生するせん断ひずみ領域に整合するようモデル化する観点から，「②せん断ひずみが大きい領域の双曲線型」に整合するよう H-D モデルを設定する。

その設定の妥当性を確認するため，今回 FLIP で設定するモデル化と，解析用物性値通りのモデル化における地震時の地盤応答を，一次元地震応答解析により比較する。

#### 3.2 検討断面

検討断面位置及び一次元解析モデルを図 3-1 及び図 3-2 に示す。

検討断面位置は，盛土（地下水位以浅）の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係のモデル化による影響を確認することが目的であるため，岩盤上に盛土が厚く堆積する断面を選定した。

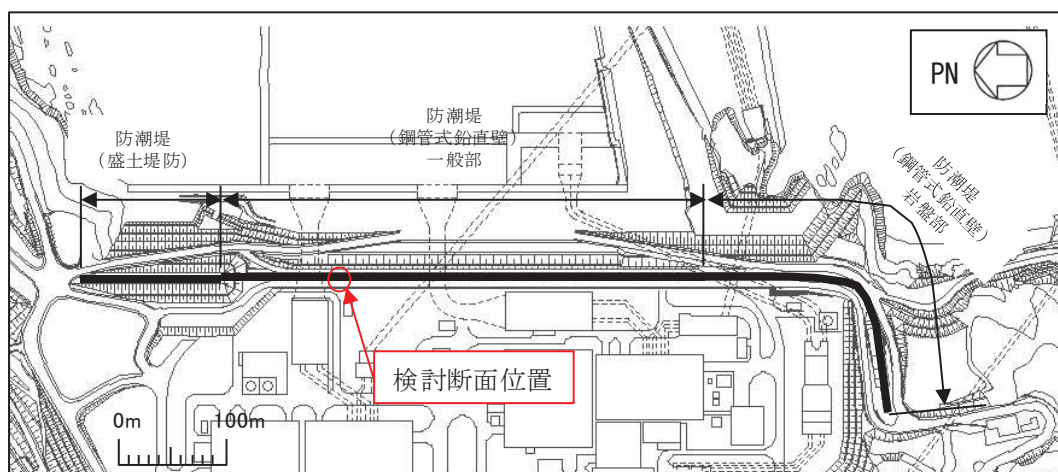


図 3-1 検討断面位置

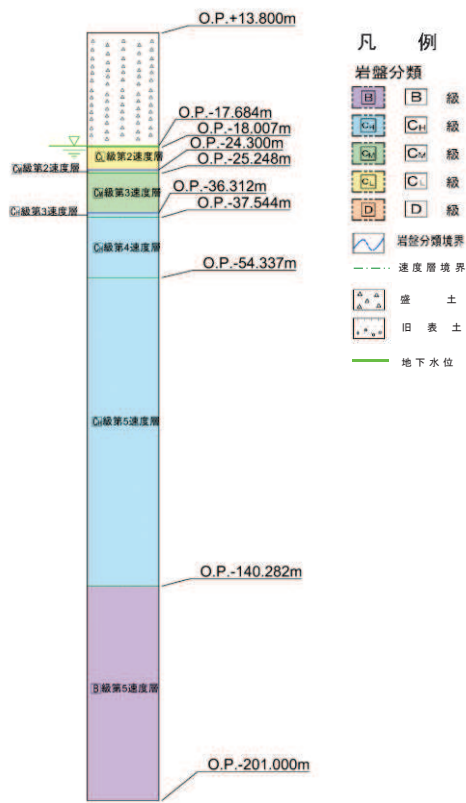


図 3-2 一次元解析モデル

### 3.2 解析用物性値

盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係以外の解析物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係については 3.3 のとおりとする。

### 3.3 検討ケース

検討ケースを表 3-1 に示す。また、地震動は基準地震動  $S_s7$  波とした。

表 3-1 検討ケース

検討ケース	各検討ケースにおける $G_d/G_0 \sim \gamma$ 関係のモデル化内容
ケース①	解析用物性値通りのモデル化 (図 2-1 の ——— で示した動的変形特性)
ケース②	FLIP で設定するモデル化 (図 2-1 の - - - で示した動的変形特性)

### 3.4 解析手法

3.3 で示したケース①及びケース②の双方の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係の違いが、基準地震動  $S_s$  での地盤応答に対してどのような影響があるかを確認することを目的としているため、以下の観点から全応力解析で比較することとし、解析コード「SHAKE Ver 1.6」を使用する。

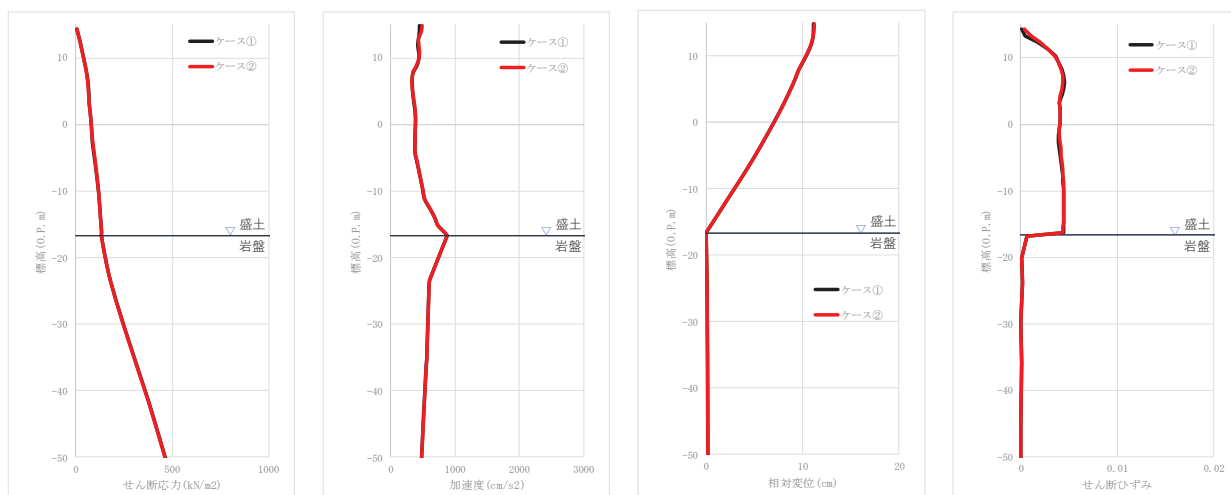
- ・ 盛土（地下水位以浅）を対象とした  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係の比較であることから、全応力解析についても適用可能である。
- ・ ひずみレベルに応じた  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係をモデル化可能な解析コードを選択する必要がある。SHAKE は  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係を離散点で設定できる。

### 3.5 解析結果

解析結果として、最大せん断応力分布、最大加速度分布、最大相対変位分布及び最大せん断ひずみ分布を図 3-3～図 3-9 に示す。

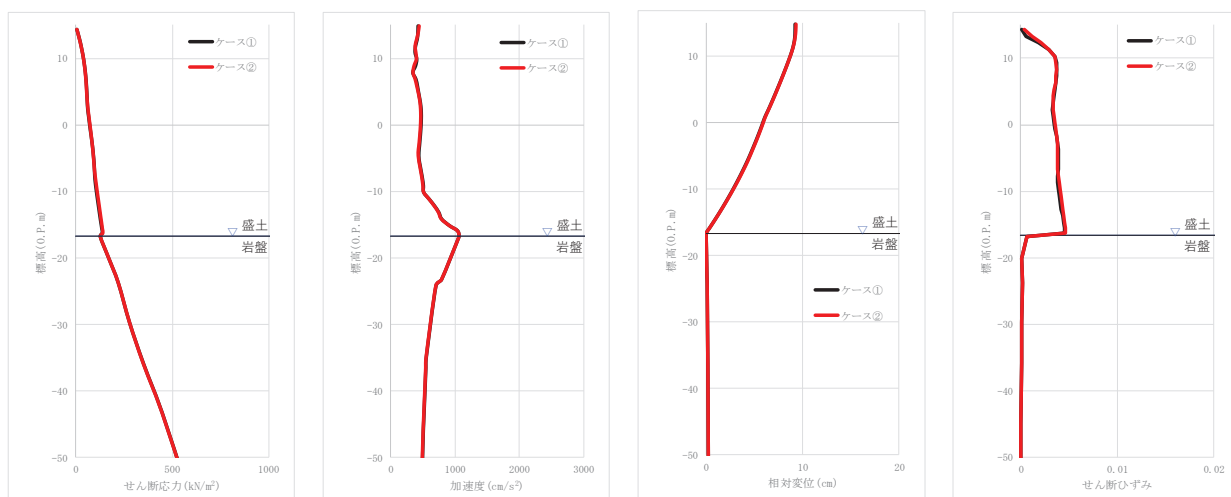
比較の結果、ケース①及びケース②について、盛土部分（約 0. P. -18m～0. P. +13. 8m の範囲）で各指標の最大値分布に大きな差異が生じていない。これは、発生する最大せん断ひずみレベルが、ケース①及びケース②にて動的変形特性の骨格が一致する領域（大ひずみ領域（ $2.0 \times 10^{-3}$  以上））であるためである。よって、小ひずみ領域（ $2.0 \times 10^{-3}$  以下）におけるせん断剛性の違いが、土圧や変位の最大値に及ぼす影響は小さく、耐震評価に及ぼす影響は小さい。また、機器への床応答の観点についても、せん断ひずみが小さい領域におけるせん断剛性の違いが加速度応答の最大値に及ぼす影響は小さい。以上のことから、FLIP における盛土の  $G_d/G_0 \sim \gamma$  関係の設定は妥当である。





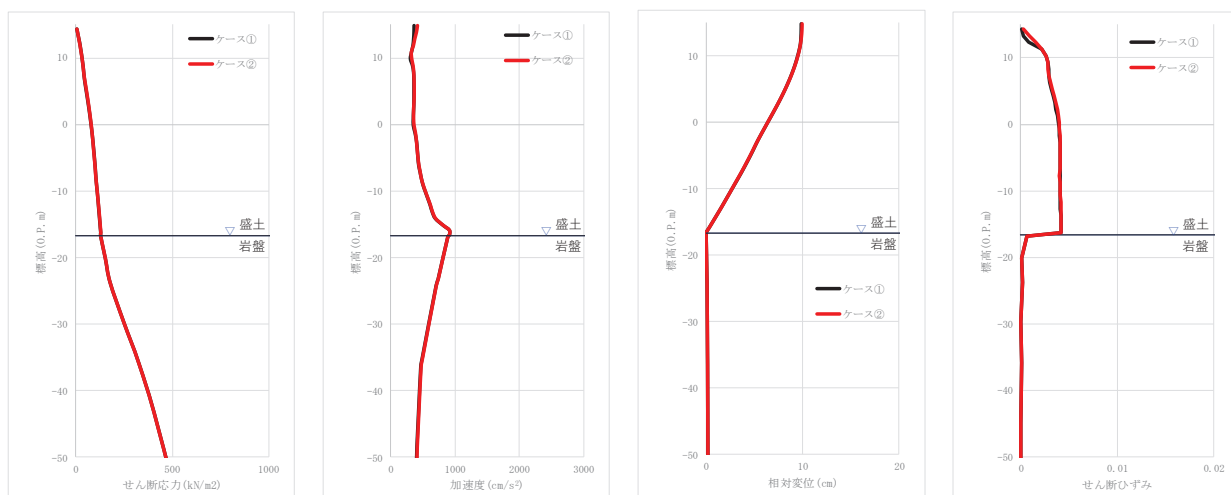
(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-3 検討結果 (S s - D 1)



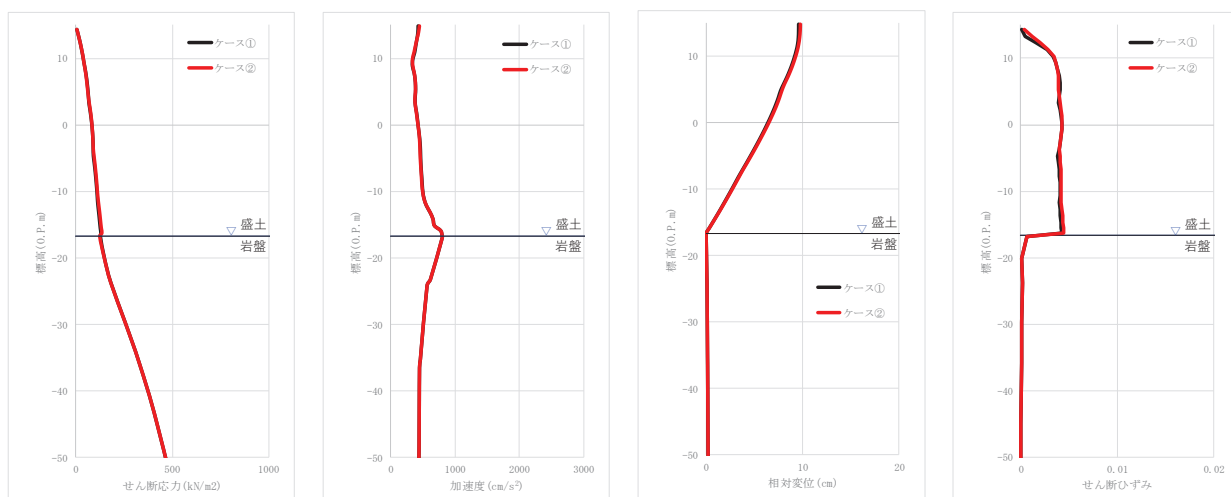
(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-4 検討結果 (S s - D 2)



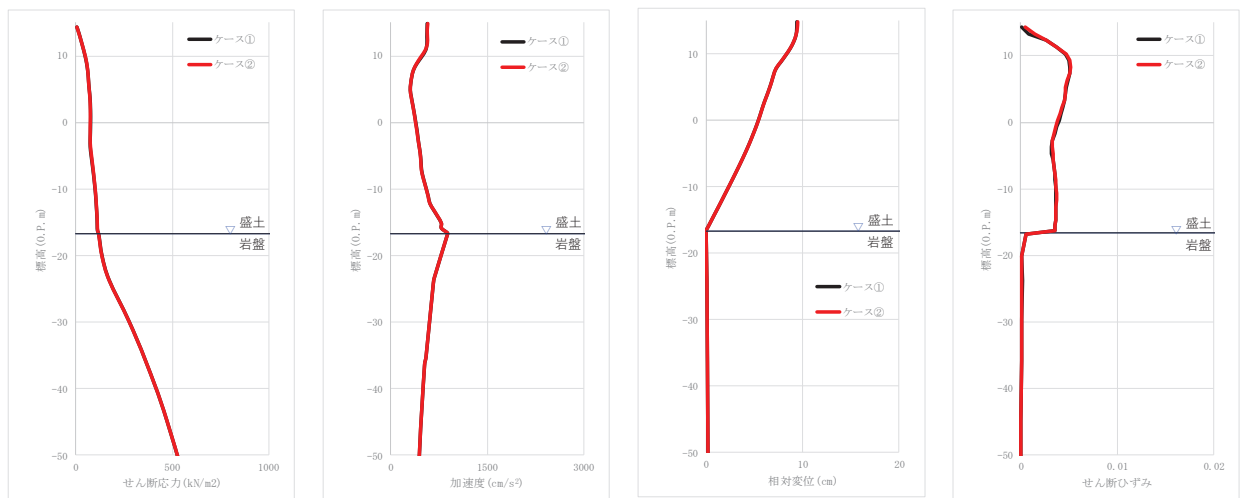
(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-5 検討結果 (S s - D 3)



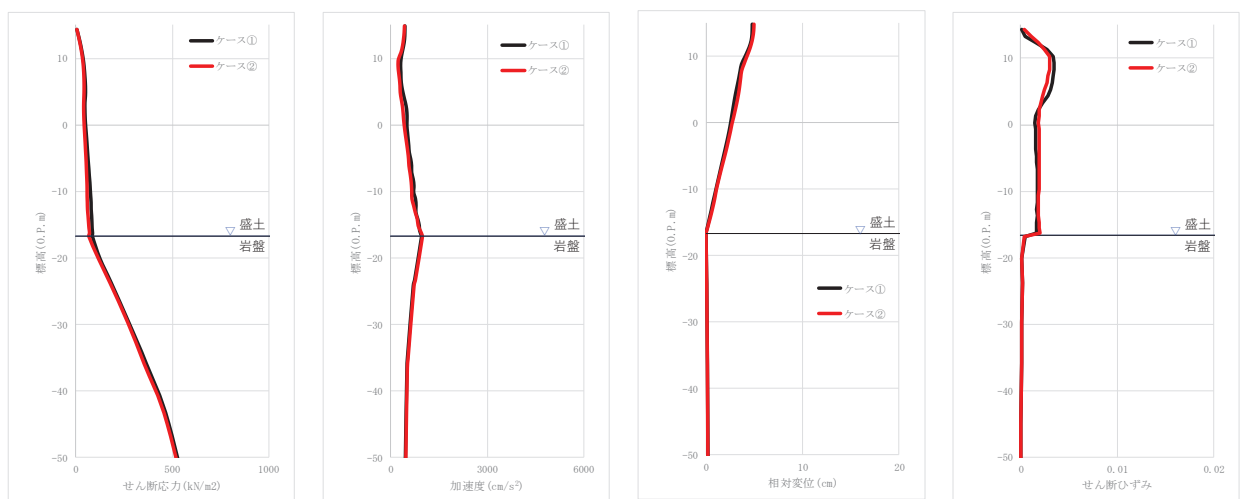
(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-6 検討結果 (S s - F 1)



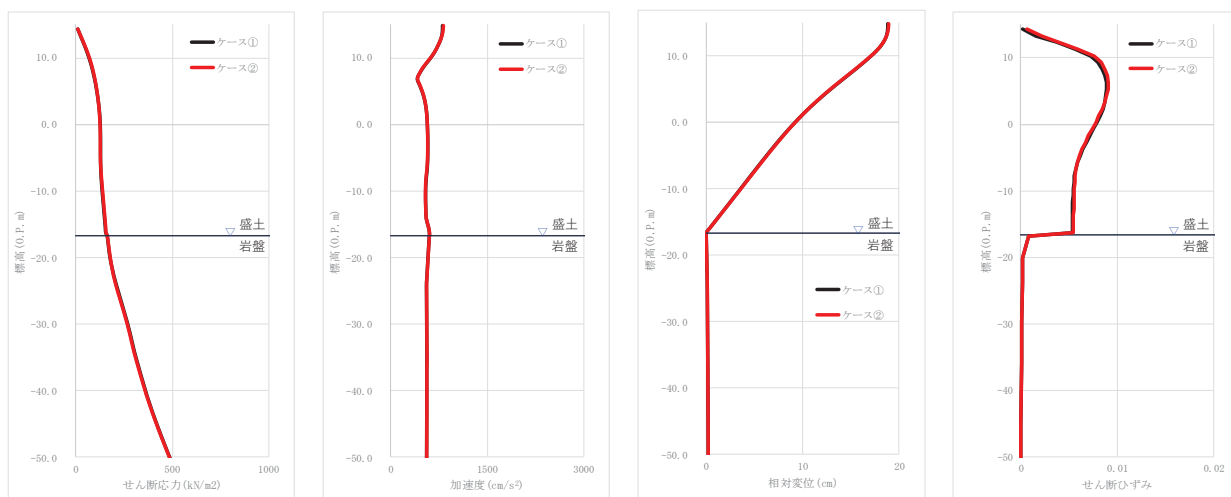
(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-7 検討結果 (S s - F 2)



(1) 最大せん断応力 (2) 最大加速度 (3) 最大相対変位 (4) 最大せん断ひずみ

図 3-8 検討結果 (S s - F 3)



(1) 最大せん断応力

(2) 最大加速度

(3) 最大相対変位

(4) 最大せん断ひずみ

図 3-9 検討結果 (S s - N 1)

(参考資料 2 4) 盛土の物性値における礫分の影響について

## 1. 概要

盛土は岩盤を掘削した岩砕を用いて造成されており、最大粒径 300 mm で調整して施工している。

そのため、各物性値の設定の根拠となる三軸圧縮試験や繰返し三軸試験等の結果に対して、最大粒径 300mm の礫分の影響について整理し、各物性値の設定の妥当性を検討した。

## 2. 盛土の粒度分布

盛土の粒度分布について、図 2-1 のように区分したエリア別の粒形加積曲線を図 2-2 に示す。

盛土は岩盤を掘削した材料 (300mm 以下の岩砕) を用いていることから、この粒径加積曲線は JGS 「石分を多く含む地盤材料の粒度試験方法」に基づき実施した現場粒度試験によるものである。

この結果から、エリア毎の若干のばらつきは見られるものの、全体的に礫を主体としており、エリアごとの有意な違いは見られていない。

また、礫分も含まれるものの全体としてはなだらかな曲線となっており、均等係数が大きく粒度が良い (締固めがしやすい) 性質であると言える。

盛土の室内試験は 63.5 mm 又は 51 mm 以下の粒度のものを用いており、盛土の粒度の大半を占めている。

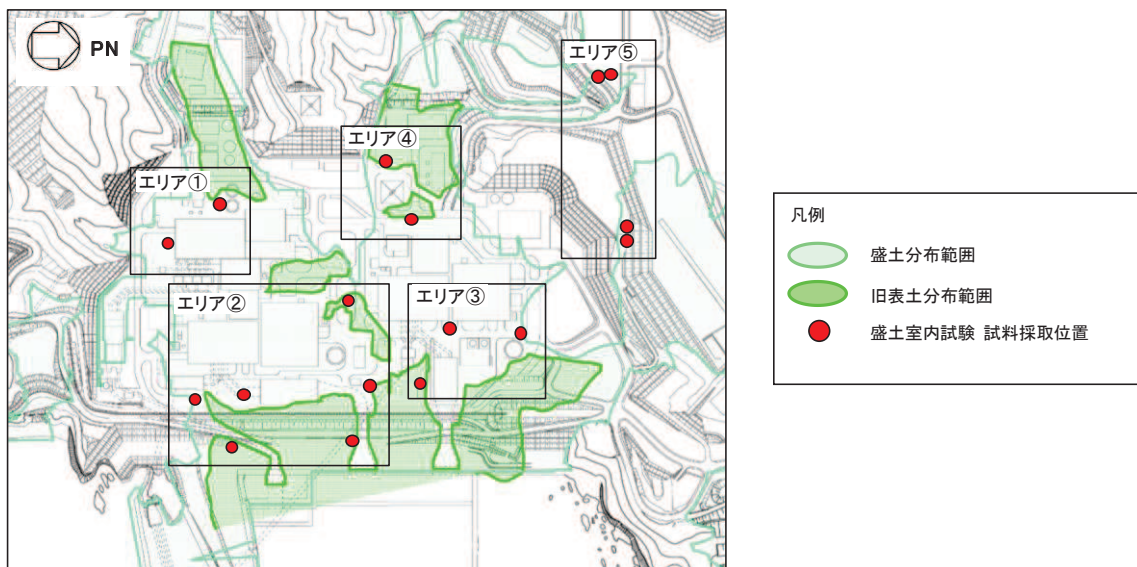


図 2-1 盛土のエリア分類

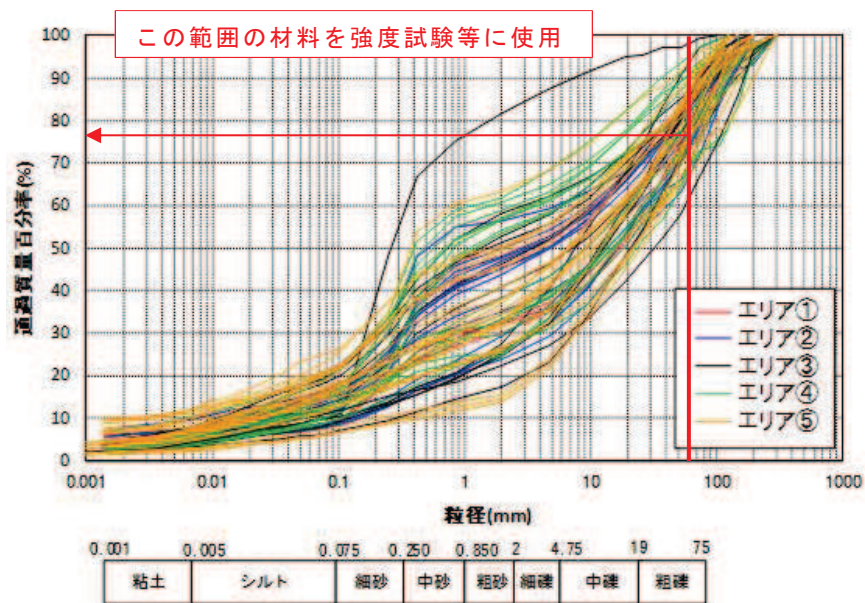


図 2-2 盛土の粒径加積曲線

### 3. 各物性値設定の根拠

#### (1) 三軸圧縮試験

##### 【用途】

- 強度特性及び静的変形特性の設定に使用。

##### 【試験方法】

- 大型三軸試験（ $\phi$  300 mm）を実施。
- 試料の最大粒径は、供試体の約 1/5 である 50.8 mm としたせん頭粒度で粒度調整。
- 供試体の密度は、現場密度試験のうち礫分の影響が少ないと考えられる結果から設定し、締固め試験結果を踏まえ締固めエネルギー 1.0Ec を付与して作成。

##### 【礫分の影響に対する考え】

- 供試体の密度については、現場密度試験のうち礫分の影響が少ないと考えられる結果から設定しており、妥当な試験結果が得られていると判断。
- 礫分が入ることにより、現場強度は室内試験結果と同等以上となると判断。また、礫分の比率はそれほど大きくないため、強度及び静的変形特性に与える影響は大きくないと判断。



## (2) 繰返し三軸試験

### 【用途】

- 動的変形特性の設定に使用。

### 【試験方法】

- 大型繰返し三軸試験（ $\phi 300$  mm）を実施。
- 試料の最大粒径は、供試体の約 1/5 である 63.5 mmとしたせん頭粒度で粒度調整。
- 供試体の密度は、現場密度試験のうち礫分の影響が少ないと考えられる結果から設定。

### 【大径岩砕の影響に対する考え】

- 供試体の密度は、現場密度試験のうち礫分の影響が少ないと考えられる結果から設定しており、妥当な試験結果が得られていると判断。
- 現場では礫分が入るが、礫分の比率はそれほど大きくないため、動的変形特性に与える影響は大きくないと判断。

## (3) 液状化強度試験（繰返し三軸試験）

### 【用途】

- 液状化強度特性の設定に使用。

### 【試験方法】

- 浅部については大型繰返し三軸試験（ $\phi 300$  mm）を実施。深部についてはボーリングコアを使用するため、繰返し三軸試験（ $\phi 100$  mm）を実施。
- 乱さない試料を基本として試験を実施したため、礫分が混入した試験体もあれば、礫分があまり混入していない試験体も存在。

### 【礫分の影響に対する考え】

- 礫の影響について、図 3-1 に示すとおり、 $\phi 100$  mmの試験結果はばらつきが大きく、礫の入り方のばらつきによる影響が試験結果に出ている可能性がある。一方、 $\phi 300$  mmの試験結果はばらつきが小さくなっており、礫の入り方のばらつきによる影響が $\phi 300$  mmの試験では抑えられていると考えられる。これらを踏まえて試験結果の下限値と同等になるように液状化強度特性を設定していることから、強度特性の設定は妥当と判断。

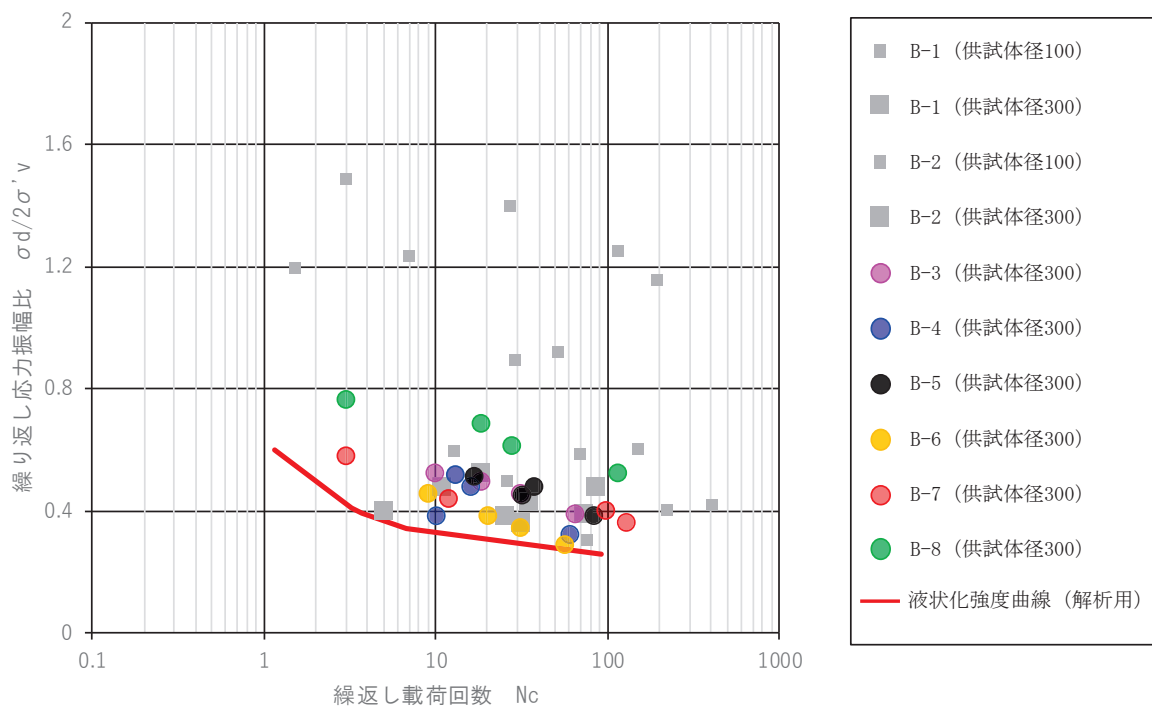


図 3-1 盛土の液状化強度試験結果と解析用液状化強度特性

#### (4) 透水係数

##### 【設定方法】

- 粒度試験結果における D20（20%粒径）により推定するクレーガーらの方法を適用して設定。

##### 【粒度試験の試験方法】

- 礫分を含む現場粒度。

##### 【礫分の影響に対する考え】

- 現場粒度により算定しており，礫分の影響は考慮済み。
- 原位置透水試験により妥当性を確認。

#### (5) 相対密度

##### 【用途】

- Ishihara ほかの方法による地震時の盛土沈下量の算出に使用。

##### 【試験方法】

- JGS1612（水置換法による土の密度試験方法）で測定した盛土の現場密度と JGS0162（礫の最小密度・最大密度試験方法）から求めた盛土の最小・最大密度から相対密度を算出。
- 現場密度試験における水置換孔の掘削径は  $\phi 300$  mm と  $\phi 1000$  mm で，100 mm 以上の礫分を含む試験もある。

- 最小密度・最大密度試験は JGS0162 に準拠しており、試料の最大粒径を 53 mm としたせん頭粒度で粒度調整

【礫分の影響に対する考え】

- 100 mm以上の礫分を含む試験結果と含まない試験結果で相対密度に大きな違いは無く、設定値は妥当と判断。
- 最小密度・最大密度試験において、53 mmを超える礫分については除外しているが、礫分の比率はそれほど大きくないことと、最小密度及び最大密度に与える影響は大きくないと判断。

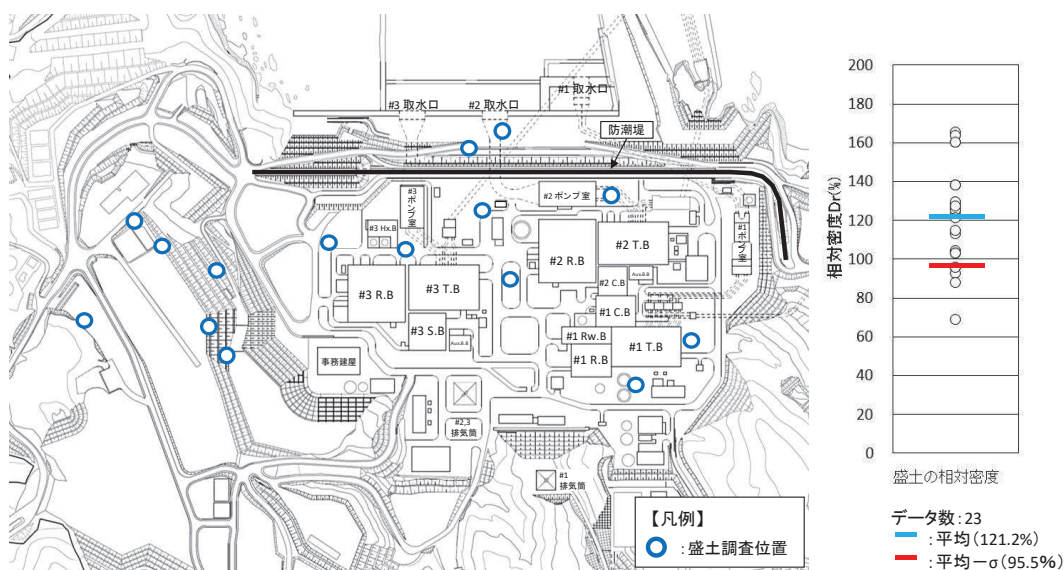


図 3-2 盛土の相対密度調査位置図及び調査結果

(6)まとめ

各物性値の設定の根拠となる三軸圧縮試験や繰返し三軸試験の結果に対して、最大粒径 300mm の礫の取り扱いについて表 3-1 のとおり整理した。

最大粒径 300mm の礫の影響については適切に考慮していることから、各物性値の設定は妥当であると考ええる。

表 3-1 最大粒径 300mm の礫の影響

	最大粒径 300mm の礫の影響	備考
三軸圧縮試験	考慮しない	強度及び静的変形特性への影響は大きくない。
繰返し三軸試験	考慮しない	動的変形特性への影響は大きくない。
液状化強度試験	考慮する	φ 300 mm の試験結果はばらつきが小さい。
透水係数	考慮する	原位置透水試験より妥当性を確認。
相対密度	考慮する	試験結果から礫の有無による違いはあまりない。
(参考)粒度分布	考慮する	特性確認のため、最大粒径に合わせる必要あり。

【参考文献】

(1) 砂礫盛土材の締固め特性および変形・強度特性に及ぼす粒度特性の影響

(上本ほか, 地盤工学ジャーナル Vol.6, No.2, 181-190, 2011)

- (概要) 砂れき盛土材等について, 原粒度並びにせん頭粒度, 相似粒度及び礫粒度補正の3通りの方法で粒度調整した試料を用いた三軸圧縮試験を実施し, 締固め特性及びせん断時の変形・強度特性に及ぼす粒度特性の影響を確認したもの。
- 角レキとして用いた試料は表1に示すとおりである。

表1 試料の物理特性 (甲山)

試料	甲山試料(角礫)			
土粒子密度・母岩・形状	$\rho_s = 2.629\text{g/cm}^3$ 形状: 花崗岩・角レキ			
粒度	原粒度(現場)	せん頭	相似	礫補正
最大粒径 $D_{max}$ (mm)	75(300)	19.0	19.0	19.0
平均粒径 $D_{50}$ (mm)	7.2(17.3)	4.1	1.3	9.2
均等係数 $U$	83.7(75.9)	19.3	75.9	22.4

- 試験条件は表2に示すとおりであり, 最大粒径は供試体直径の約1/5になるようにされている。

表2 試験条件 (甲山試料)

供試体サイズ	$\phi 100\text{mm} \times h 200\text{mm}$	$\phi 300\text{mm} \times h 600\text{mm}$
粒度調整法	せん頭粒度, 相似粒度, 礫粒度補正	原粒度
目標締固め度(%)	85, 90, 95, 100	
有効拘束圧(kPa)	50, 100, 150	50, 100, 200

- 図 1 は実験結果から締固め度と内部摩擦角の関係を示したものである。締固め度が同じ供試体を比較すると、せん頭粒度を試験粒度とした三軸圧縮試験から求まる強度定数が原粒度の結果に近いといえるとしている。また、せん頭粒度試料では、礫の含有割合が相対的に小さくなるため、粒子径効果により原粒度試料の強度定数を若干過少評価しているが粒度調整試料の中では最も原粒度に近い結果を示しているとしている。

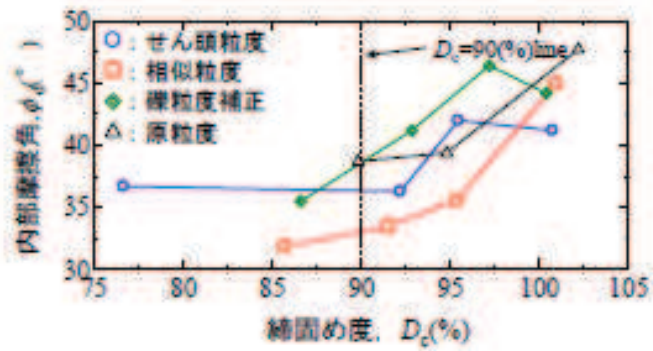


図 1 締固め度と内部摩擦角の関係



- 図 2 は平均粒径 ( $D_{50}$ ) と内部摩擦角 ( $\phi_{d(c=0)}$ ) の関係を示したものである。  
 $\phi_{d(c=0)} \sim D_{50}$  関係は締固め度に依存すると同時に、平均粒径が大きくなるにつれ  
 $\phi_{d(c=0)}$  が大きくなることが示されている。

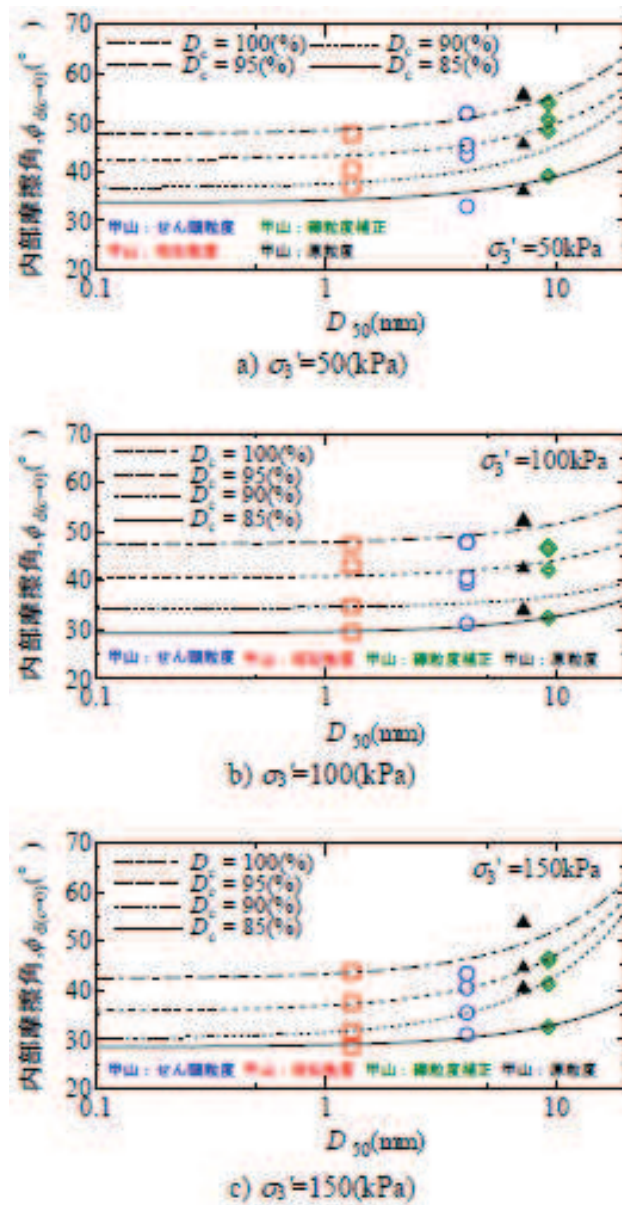


図 2 平均粒径 ( $D_{50}$ ) と内部摩擦角の関係

(2)粗粒材料の現場締固め（土質工学会，1990）

- せん断試験結果を見ると，最大粒径が大きい方が強度，変形特性とも優れるとする報告例がある（図3，4）。ただし，これは供試体を同一締固めエネルギーで作製して比較したものであり，密度はそれぞれの粒度で異なっている。したがって，一概に最大粒径の大きい方がせん断特性が優れるとはいえないが，せん断粒度では室内と現場とを締固めエネルギーで対応させるという考え方に立てば，これらの結果は現場に十分適用可能であるとしている。

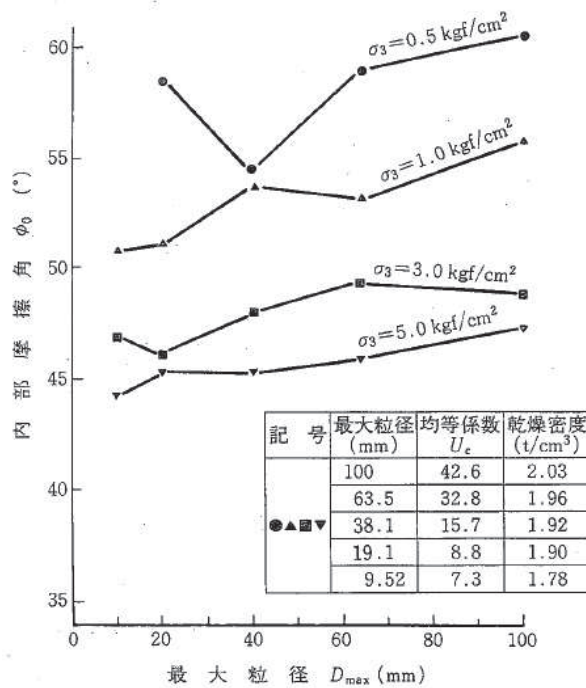


図3 せん断粒度による内部摩擦角と最大粒径の関係（高瀬ダムの例）

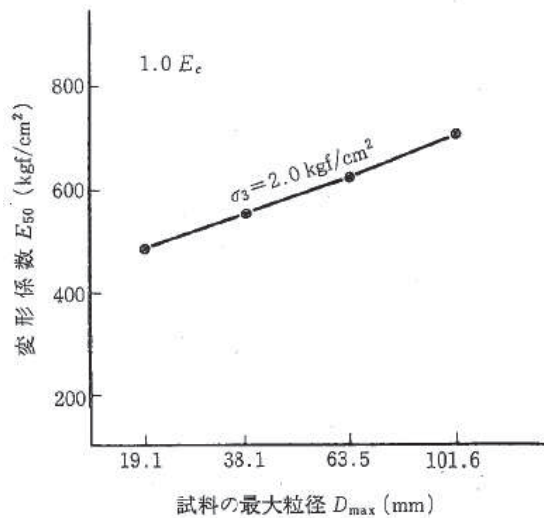


図4 せん断粒度による変形係数と最大粒径の関係（天山ダムの例）

(3) その他

- 岩砕を含む盛土材について，粒度調整を行った試料によって室内試験に基づいて解析用物性値を設定することはフィルダムを始めとする多くの構造物の設計で実績がある。

1. 概要

女川における全応力解析では、盛土の非線形モデルとして、修正 GHE モデルを適用している (図 1-1)。修正 GHE モデルのパラメータ設定では、大ひずみ領域での骨格を静的強度試験に基づき設定しているが、その妥当性について既往文献に基づき整理を行う。

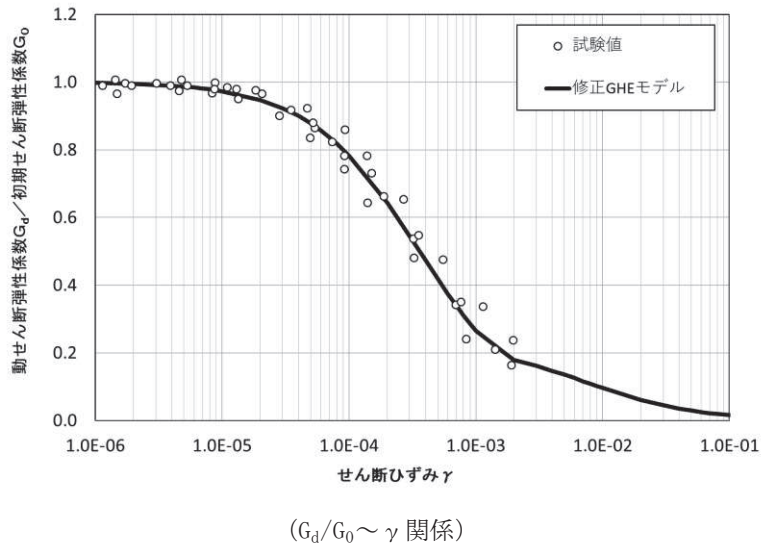


図 1-1 修正 GHE モデルによる盛土の骨格設定例

## 2. 修正 GHE モデルの概要

修正 GHE モデル\*<sup>1</sup>は、動的変形試験に基づくせん断骨格及び減衰のひずみ依存特性、静的強度試験に基づくせん断強度を考慮することで、微小ひずみから大ひずみ（せん断強度）に至るまで広いひずみ領域において、実験値にフィッティング可能な GHE モデル\*<sup>2</sup>に、履歴法則として改良した Masing 則を適用した双曲線型の非線形モデルである。

修正 GHE モデルのモデル化方法及び適用性を以下に示す。

注記 \* 1 : 西村・室野 : GHE モデルと簡易な履歴則を用いた土の非線形モデルの提案と実験的検証, 第 25 回地震工学研究発表会講演論文集, 1999 年 7 月

\* 2 : 龍岡・澁谷 : 地盤材料の広い範囲のひずみでの応力・ひずみ関係式について, 第 26 回土質工学研究発表会, 平成 3 年 7 月

### 2.1 骨格曲線

骨格曲線には、龍岡・澁谷が提案した GHE モデルを用いる。

$$\frac{\tau}{\tau_f} = \frac{\frac{\gamma}{\gamma_r}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \left( \frac{\gamma}{\gamma_r} \right)}, \quad \text{または,} \quad y = \frac{x}{\frac{1}{C_1} + \frac{x}{C_2}} \quad \dots (1)$$

ここに,

$x$  : 正規化ひずみ ( $= \gamma / \gamma_r$ )

$\gamma_r$  : 基準ひずみ ( $= \tau_f / G_{\max}$ )

$x$ ,  $y$  は正規化ひずみ, 正規化せん断応力で,  $x = \gamma / \gamma_r$ ,  $y = \tau / \tau_f$  である。 $\gamma_r$  は規準ひずみで, モール・クーロンの破壊規準によるせん断強度  $\tau_f$  を初期せん断係数  $G_{\max}$  で除した値 ( $\gamma_r = \tau_f / G_{\max}$ ) である。また,  $C_1(x)$ ,  $C_2(x)$  は補正係数で以下の式によって与えられる。

$$C_1 = \frac{C_1(0) + C_1(\infty)}{2} + \frac{C_1(0) - C_1(\infty)}{2} \cdot \cos \left\{ \frac{\pi}{\alpha / x + 1} \right\} \quad \dots (2)$$
$$C_2 = \frac{C_2(0) + C_2(\infty)}{2} + \frac{C_2(0) - C_2(\infty)}{2} \cdot \cos \left\{ \frac{\pi}{\beta / x + 1} \right\}$$

ここに,

$C_1(0)$ ,  $C_1(\infty)$ ,  $C_2(0)$ ,  $C_2(\infty)$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  : GHE モデルのパラメータ

$C_1(0)$ ,  $C_1(\infty)$ ,  $C_2(0)$ ,  $C_2(\infty)$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  の 6 個のパラメータは, 繰り返し載荷試験から得られた  $G/G_{\max} \sim \gamma$  関係にフィッティングするよう決定する。図 2-1 及び図 2-2

に適用例を示す。

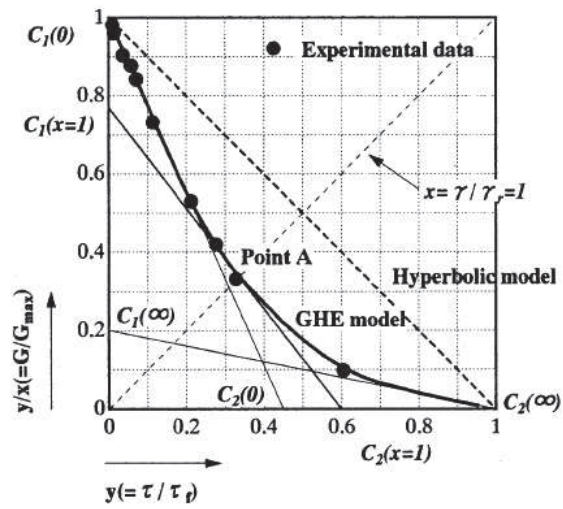


図 2-1 GHE モデルのパラメータ決定例 ( $y$ - $y/x$  関係図)

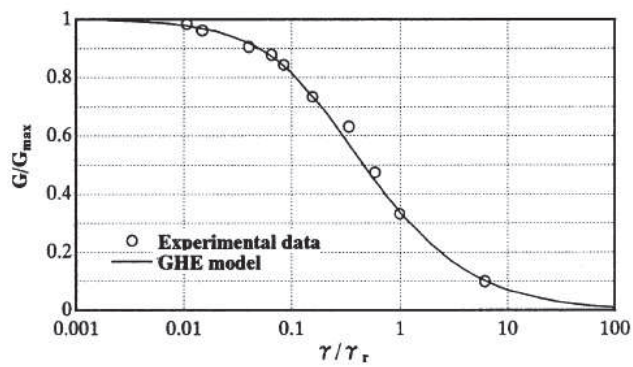


図 2-2 GHE モデルによる  $G/G_{\max} \sim \gamma$  のフィッティング例

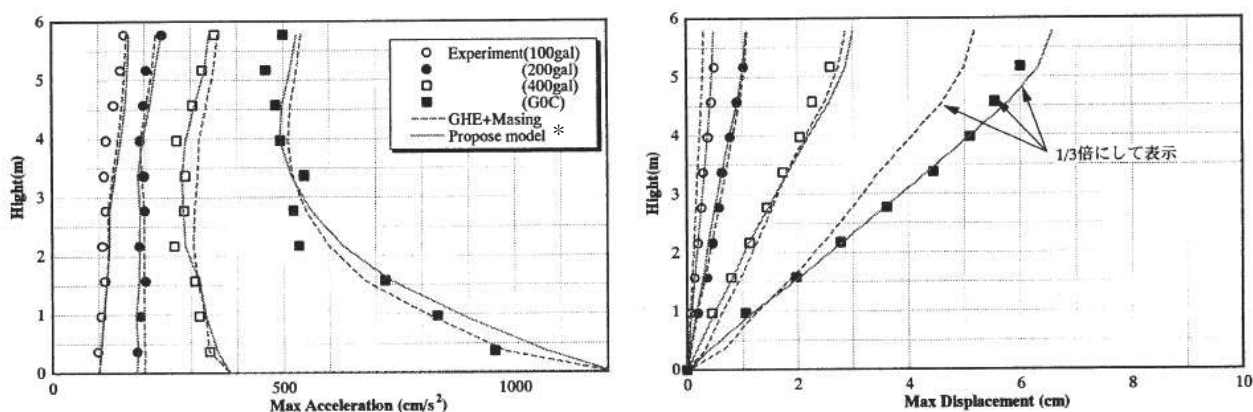




### 2.3 振動実験との比較

西村・室野は、大型せん断土槽を用いた振動実験のシミュレーションにより、修正 GHE モデルの検証を行っている。実験には大型振動台(12×12m)を用い、その上に深さ 6m、長さ 12m、幅 3.5m の大型せん断土槽を設置した。入力波は、振幅レベルが 100, 200, 400Gal の振幅漸増型の正弦波、L2 地震を対象とした耐震設計用の GOC 波である。

図 2-4 に実験と解析結果の比較を示す。修正 GHE モデルによる解析は、いずれの入力レベルにおいても、最大加速度、最大変位とも実験値を再現性良くシミュレーションできており、修正 GHE モデルの有効性が確認されている。



注記 \* : Propose model : 修正 GHE モデル

図 2-4 振動実験と修正 GHE モデルの比較

### 3. まとめ

女川の全応力解析では、盛土の非線形モデルとして、修正 GHE モデルを適用している。修正 GHE モデルは、2. で示したとおり、動的変形特性に基づくせん断骨格及び減衰のひずみ依存特性、静的強度試験によるせん断強度を考慮することで、微小ひずみから大ひずみ（せん断強度）に至るまで広いひずみ領域の非線形特性を考慮可能であることが確認されており、盛土の大ひずみ領域での骨格を静的強度試験に基づき設定することは解析上妥当な設定である。