

杭頭縁切り工法における杭頭部の挙動に関する繰返しせん断実験 (その3)

模型杭 せん断 室内実験

関西大学
 ジャパンパイル
 エービーシー建材研究所

学生会員○永井 雅 国際会員 伊藤淳志
 石川一真 国際会員 小椋仁志
 野瀬貴弘

1. はじめに

前報^{1,2)}では、杭頭部に曲げ変形を生じさせる実験装置を用いた繰返しせん断実験により、杭頭にクロロプレンゴム (以下、ゴムと略称) を設置した場合の杭頭部の挙動についての検討結果を報告した。今回は、前報より圧縮強度の大きいゴムを用い、さらに摩擦材の枚数を増やしたのも含めて一連の繰返しせん断実験を行ったので、以下に報告する。

2. 実験概要

本実験で用いた実験装置を図1に示す。基礎スラブ (H鋼ベース) の寸法は 300×150×150 mm であり、杭は直径 $\phi 48.8$ mm、長さ 250 mm の機械構造用炭素鋼 (S50C) を用いた。摩擦材は FRP を下地として、変性ビニルエステル樹脂を塗布し表面を UV 硬化させたもの (以下 FRP 板と称す) と、一般構造用圧延鋼材 (SS400、表面は未処理、以下鋼板と称す) の2種類を使用した。前報で用いたゴムの圧縮強度は 7.7MPa であったが、破断したのもあったため、今回は圧縮強度が 10.6MPa のクロロプレンゴムを採用した。実験種類を表1に示す。表中の使用材料の組合せは、先頭のもののが杭側に設置した材料となっている。実験は、H鋼ベース上の摩擦材 (厚さ 12 mm) の他にゴム (幅 70×奥行 70×厚さ 12 mm) のみを設置する場合と、ゴムと摩擦材の間に小型の摩擦材 (幅 80×奥行 80×厚さ 12 mm) を介在させる場合の2通りの組合せとした。せん断実験は、杭に 5 または 10N/mm² の軸応力を与えた後、静的に H鋼ベースに水平加力し、変位量が ± 15 mm までの正負交番繰返し加力を 3 サイクル (毎分 1 mm の変位速度を目標) 実施した。

3. 実験結果

杭頭および H鋼ベースの水平変位量をそれぞれ S_p 、 S_b とする。また、ゴムのみを介在させる場合はゴムの水平変位量を、ゴムと小型の摩擦材を介在させる場合は小型の摩擦材の水平変位量を中間変位量 S_m とする。摩擦材が FRP 板の場合のせん断応力比 τ/σ と S_p 、 S_m および相対変位量 ($S_b - S_p$) との関係の例を図2および図3に示す。また、摩擦材が FRP 板および鋼板の場合の1サイクル目の $\tau/\sigma - (S_b - S_p)$ 関係をまとめて図4および図5に示す。これらの図より、以下のことがわかる。① S_p は、 S_b よりかなり小さく、杭はほぼ弾性的な挙動となっている。② ゴム-F の場合における τ/σ は、サイクルごとに増大する。また、ゴムと H鋼ベース上の FRP 板との間で主に滑

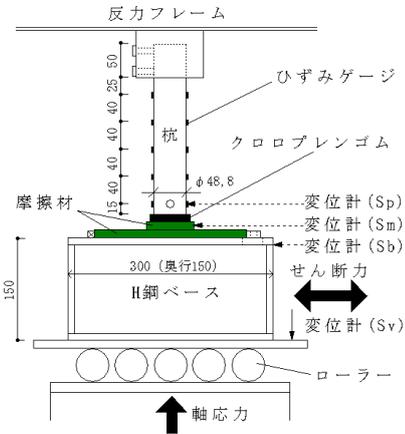


図1 実験装置 (単位:mm)

表1 実験種類

実験記号	使用材料の組合せ	軸応力 σ (N/mm ²)
ゴム-F	ゴム-FRP板	5
ゴム-鋼	ゴム-鋼板	5
ゴム-F-10	ゴム-FRP板	10
ゴム-鋼-10	ゴム-鋼板	10
ゴム-F-F	ゴム-FRP板-FRP板	5
ゴム-鋼-鋼	ゴム-鋼板-鋼板	5
ゴム-F-F-10	ゴム-FRP板-FRP板	10
ゴム-鋼-鋼-10	ゴム-鋼板-鋼板	10

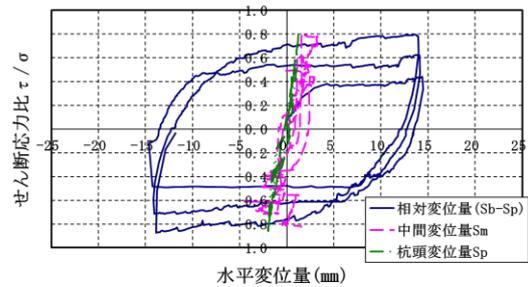


図2 $\tau/\sigma - S_p, S_m, (S_b - S_p)$ 関係 (ゴム-F)

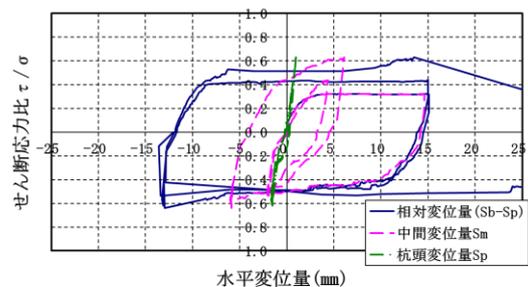


図3 $\tau/\sigma - S_p, S_m, (S_b - S_p)$ 関係 (ゴム-F-F)

っている。③ゴム-F-Fの場合も同様の傾向であるが、ゴム-Fの場合よりサイクルごとの τ/σ の増大量は小さい。また、1、2サイクル目は杭とゴムの中で主に滑り、3サイクル目は小型の摩擦板とH鋼ベース上の摩擦板との間で主に滑っている。ただし、3サイクル目の正側加力時にゴムと小型の摩擦材との間で大きく滑る現象が見られた。④摩擦材がFRP板の場合、1サイクル目の正方向最大変位時の τ/σ は、ゴム-F>ゴム-F-10>ゴム-F-F>ゴム-F-F-10の順に大きくなっている。⑤鋼板の場合は、ゴム-鋼-鋼>ゴム-鋼-鋼-10>ゴム-鋼>ゴム-鋼-10の順に大きくなっていた。

$\tau/\sigma - (S_b - S_p)$ 関係における $S=10, 0, -10$ mm時のせん断応力比をピーク値 τ_y/σ として、その推移を摩擦材がFRPの場合を図6に示した。図6より、ゴムのみを介在させた実験において、加力の繰返しに伴って τ_y/σ が増大していく傾向にあるが、ゴムと小型の摩擦材を介在させた実験では、2サイクル正側加力時までには τ_y/σ は増大し、それ以降は安定した挙動を示し0.4~0.5程度で推移している。また、軸応力による明確な違いは認められないが、ゴムだけを介在させた場合より、ゴムと小型の摩擦材を介在させた場合の方が τ_y/σ が小さくなる。

ここで、図1に示す杭頭に貼り付けたひずみゲージの測定値から杭頭固定度を算出した。詳細は省略するが、全実験の1サイクル目の正側 $S=10$ mm時の杭頭固定度は、0.01~0.03となっており、ほぼ0に近い。前報と同様に、この工法はピン支承に近いものと考えられる。

前報および本報の実験におけるせん断応力比 - 水平変位量関係における1サイクル目正側 $S_b=10$ mm時のせん断応力比の値を表2に示した。表2より、以下のことがわかる。①砂(層厚35 mm)を介在させた実験は、ゴムを介在させた実験よりもせん断応力比が大きくなる傾向がある。②本報告のゴム-FRP板の場合を除くと、軸応力を大きくするとせん断応力比が小さくなる。③ゴムを用いた実験では、摩擦材にFRP板を用いた場合の方が、鋼板を用いた場合よりもせん断応力比が小さくなる。④全体的に、摩擦材を2枚重ねて用いるとせん断応力比は小さくなる傾向がある。

4. おわりに

今回、圧縮強度の大きいクロロブレンゴムを杭頭に設置することによって、破断することなく実験が実施できた。また、摩擦材を重ねることによって、せん断応力比が小さくなる傾向のあることが確認できた。

最後に、今回の実験を行うにあたり多大のご協力をいただいた、関西大学卒業研究生の小川健太氏に謝意を表す。なお、本研究の一部は「平成24年度関西大学大学院理工学研究科高度化推進研究費」によって行った。

参考文献

1) 遠藤哲也・伊藤淳志・石川一真・小椋仁志・野瀬貴弘：杭頭縁切り工法における杭頭部の挙動に関する繰返しせん断実験，第46回地盤工学研究発表会，pp.1297-1298，2011.7

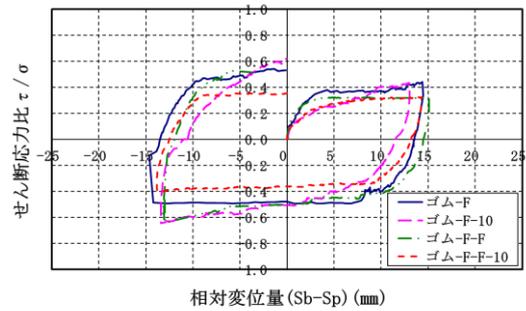


図4 1サイクル目の $\tau/\sigma - (S_b - S_p)$ 関係 (FRP板)

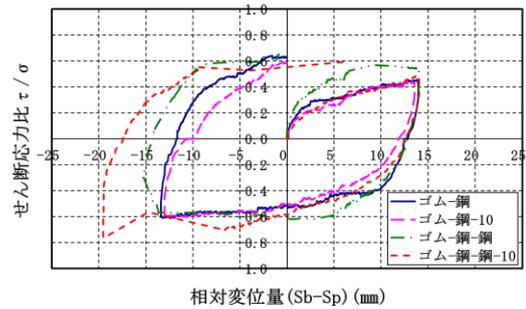


図5 1サイクル目の $\tau/\sigma - (S_b - S_p)$ 関係 (鋼板)

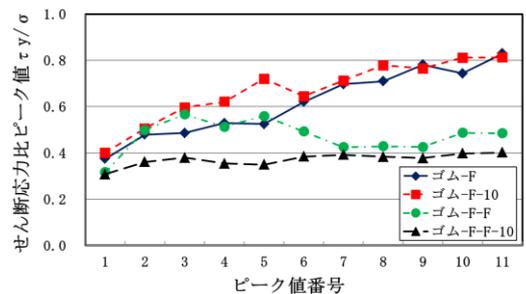


図6 τ_y/σ の推移 (FRP板)

表2 せん断応力比一覧表

	使用材料の組合せ	軸応力 σ (N/mm ²)	1サイクル目の正側 $S_b=10$ mm時のせん断応力比
文献1)	砂-FRP板	5	0.94
	砂-鋼板		0.64
	砂-FRP板-FRP板		0.60
	砂-鋼板-鋼板		0.39
文献2)	ゴム-FRP板	5	0.31
		10	0.24
	ゴム-鋼板	5	0.37
		10	0.25
	ゴム-FRP板-FRP板	5	0.32
	ゴム-鋼板-鋼板		0.39
ゴム-砂-FRP板	0.47		
	ゴム-砂-鋼板	0.48	
本報告	ゴム-FRP板	5	0.37
		10	0.40
	ゴム-鋼板	5	0.41
		10	0.40
	ゴム-FRP板-FRP板	5	0.32
		10	0.31
	ゴム-鋼板-鋼板	5	0.53
		10	0.40

2) 遠藤哲也・永井雅・伊藤淳志・石川一真・小椋仁志・野瀬貴弘：杭頭縁切り工法における杭頭部の挙動に関する繰返しせん断実験(その2)，第47回地盤工学研究発表会，pp.1139-1140，2012.7