

ソイルセメントの支圧強度に関する研究

— 径高比が支圧強度に与える影響 —

日大生産工 (学部) ○青山明憲 日大生産工 (院) 桐谷 凌
日大生産工 下村修一

1. まえがき

山留め壁は土圧や水圧の水平力に耐える仮設構造物であるが逆打ち工法や地盤アンカー工法のように山留め壁に鉛直力が作用する場合鉛直支持力の検討が必要である。山留め設計指針¹⁾(以下、指針)には、ソイルセメント山留め壁の鉛直支持力評価式が示されており、ソイルセメント山留め壁の極限支持力はソイルセメントと芯材の付着抵抗力、ソイルセメントのせん断抵抗力、芯材下端以深のソイルセメントの支圧抵抗力の合算で求められる。ソイルセメント山留め壁は、芯材とソイルセメントの合成構造であり地盤や施工条件によりソイルセメントの強度、芯材下端以深のソイルセメント長さが異なる。さらに、芯材下端以浅の破壊性状によって芯材下端以深のソイルセメントの支圧断面も異なり、ソイルセメントの支圧抵抗機構

は複雑と考えられる。

そこで本研究では、ソイルセメントの径高比 H/D が支圧強度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験条件および手順

表1に実験条件を示す。実験はソイルセメントの目標強度、支圧断面形状、ソイルセメントの径高比 H/D (供試体高さ H 、供試体直径 D) をパラメータとして行った。

表2にソイルセメントの配合量を示す。目標強度 1N/mm^2 は2日間養生、 2N/mm^2 は7日間養生とした。なお、目標強度の確認として各 Case の供試体作製時と同じソイルセメントで $H=100\text{mm}$ 、 $D=50\text{mm}$ の供試体3本を作製し、一軸圧縮強さを求めた。

表 1. 実験条件

Case	目標強度 (N/mm^2)	支圧 断面	H(mm)	D(mm)	H/D	支圧面積/ 支承面積	Case	目標強度 (N/mm^2)	支圧 断面	H(mm)	D(mm)	H/D	支圧面積/ 支承面積
1-1-1	1	細幅 芯材	200	200	1	19.5	2-1-1	2	細幅 芯材	200	200	1	19.5
1-1-2			300		1.5		2-1-2			300		1.5	
1-1-3			400		2		2-1-3			400		2	
1-2-1		等幅 芯材	200		1	14.9	2-2-1		等幅 芯材	200		1	14.9
1-2-2			300		1.5		2-2-2			300		1.5	
1-2-3			400		2		2-2-3			400		2	
1-3-1		細幅 閉塞	200		1	4.2	2-3-1		細幅 閉塞	200		1	4.2
1-3-2			300		1.5		2-3-2			300		1.5	
1-3-3			400		2		2-3-3			400		2	
1-4-1		等幅 閉塞	200		1	3.1	2-4-1		等幅 閉塞	200		1	3.1
1-4-2			300		1.5		2-4-2			300		1.5	
1-4-3			400		2		2-4-3			400		2	

Study on Bearing Strength of Soil Cement

— Effect of Diameter-to-Height Ratio on Bearing Strength —

Akinori AOYAMA, Ryo KIRITANI and Shuichi SHIMOMURA

図1に支圧断面形状を示す。細幅芯材と等幅芯材での支圧は、支圧面以浅のソイルセメントにおいて芯材の周面で付着破壊を起こした状況、細幅閉塞と等幅閉塞での支圧は、芯材の包絡形状で付着破壊及びソイルセメントのせん断破壊を起こし芯材の閉塞断面で破壊した状況を想定している。

図2に鉛直載荷試験装置を示す。載荷速度は毎分1mmとした。ソイルセメント底面にはテフロンシートを貼った鉄板を敷いており、鉛直載荷時にソイルセメントと鉄板間の摩擦が生じないようにした。

図3に変位計設置位置を示す。杭頭変位を芯材上部、ソイルセメント変位をソイルセメント上面の外周から10mm内側の各4カ所で測定した。

3. 実験結果および考察

図4、5に杭頭荷重～杭頭変位関係を示す。

支圧断面形状によらず H/D による最大杭頭荷重に有意な差は認められない。また、支圧面積が大きくなるほど最大杭頭荷重は大きい。支圧断面形状が同一の場合、 $2N/mm^2$ の方が $1N/mm^2$ に比べて最大杭頭荷重は大きい。

写真1にソイルセメント上面の破壊状況を示す。細幅芯材、等幅芯材の場合は、フランジ端部からフランジの延長線上に沿う形でソイルセメント外周に向かいひび割れが生じている。細幅閉塞、等幅閉塞の場合は、ひび割れが閉塞断面の隅角部から生じ外周部まで達している。また、支圧面直下はソイルセメント上面から下方に向かいくさび状に破壊している。

図6に支圧面直下のくさび形状を示す。細幅芯材、等幅芯材ではH形状、細幅閉塞は三角柱、等幅閉塞は四角錐のくさびが形成された。

ソイルセメント上面の破壊性状、くさび形状は、径高比、ソイルセメントの目標強度による明確な差は認められなかった。

表2.ソイルセメント配合表

目標強度 (N/mm^2)	試料土		セメントスラリー			
	東北珪砂 5号(g)	水 (g)	セメント (g)	水 (g)	ベントナイト (g)	W/C (%)
1	11959	2153	2475	1654	73	67
2	11959	2153	2751	1654	73	60

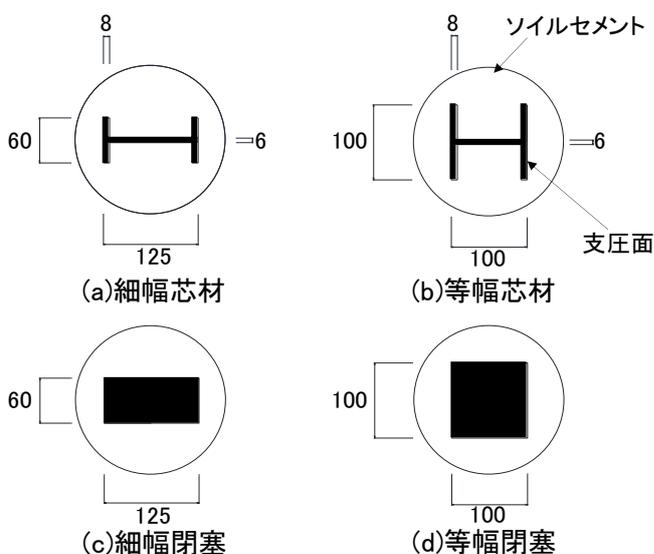


図1.支圧断面形状

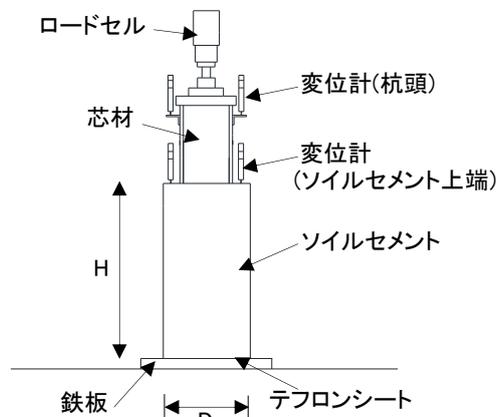


図2.載荷試験装置

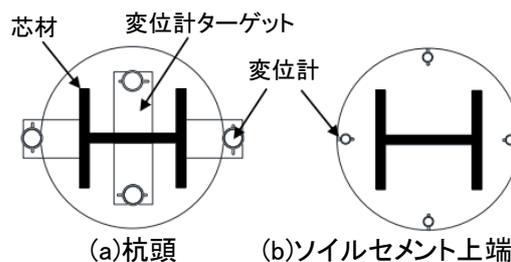


図3.変位計設置位置

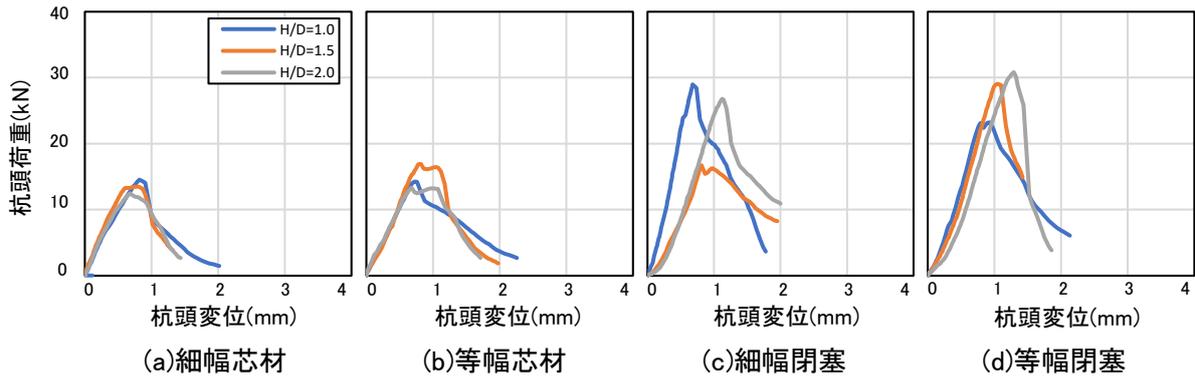


図 4.目標強度 1N/mm²の杭頭荷重～杭頭変位関係

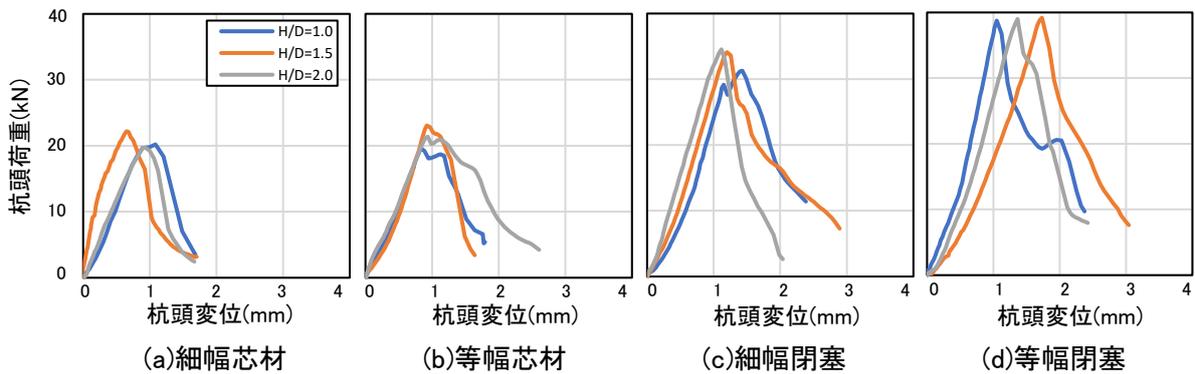


図 5.目標強度 2N/mm²の杭頭荷重～杭頭変位関係

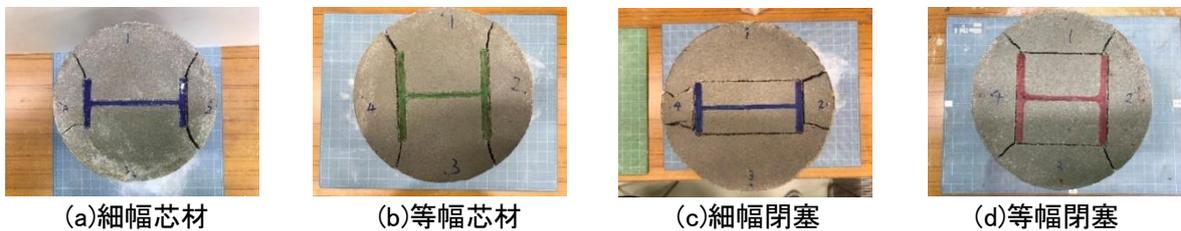


写真 1.ソイルセメント上面の破壊性状

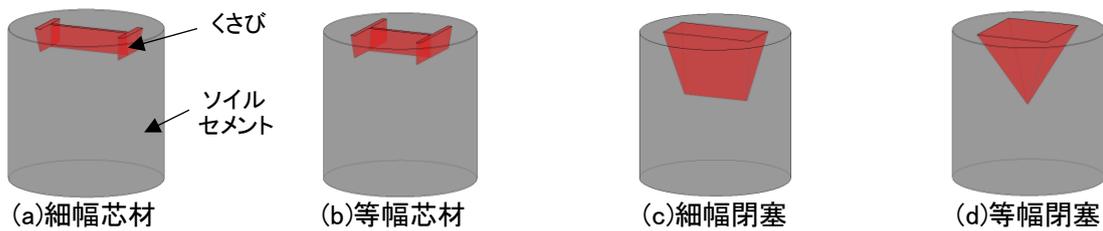


図 6.支圧面直下のくさび形状

図 7 に $H/D=1.0$ の破壊性状の断面図を示す。細幅芯材、等幅芯材は共にウェブ部分のくさびの真下から亀裂が入り底面まで達している。細幅閉塞は、くさびの真下から長辺方向に亀裂が生じ底面に達している。等幅閉塞は、くさびの

真下の中心から亀裂が生じ底面に達している。

図 8 に支圧強度～一軸圧縮強さ関係を示す。同じ一軸圧縮強さで見ると支圧断面積が小さい細幅芯材と等幅芯材の Case の支圧強度は高い。

プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説²⁾(以下、PC規準)に示されている支圧強度の算定式は以下の通りである。

$$F_n = F_c \times (A_c/A_1)^{0.5} \quad (1)$$

ここに、 F_n =支圧強度(N/mm²)、 F_c =設計基準強度(N/mm²)、 A_c =支承面積(mm²)、 A_1 =支圧面積(mm²)である。(1)式の適用範囲は $(A_c/A_1)^{0.5} \leq 2$ である。

図9に(1)式を参考に一軸圧縮強さで支圧強度を基準化した値と $(A_c/A_1)^{0.5}$ との関係を示す。同図には、(1)式と実験値の直線回帰線も併記した。(1)式は、 $(A_c/A_1)^{0.5} \leq 2$ の適用範囲外についても参考までに示した。 $(A_c/A_1)^{0.5}$ が2に近い時はPC規準との差は小さく、2以上の時は差が大きいがいずれも安全側の評価となる。

4. まとめ

本研究では、径高比 H/D 、ソイルセメントの圧縮強度、支圧断面形状をパラメータとしたソイルセメントの支圧実験を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 支圧断面形状が同一である場合、径高比 H/D が1.0~2.0の範囲内では H/D による支圧強度の有意な差は認められない。
- 2) 閉塞断面に比べて芯材断面での支圧の方が支圧強度は高い。
- 3) 実験で得られたソイルセメントの支圧強度とPC規準の支圧強度算定式を比較した結果、算定式は支圧強度を安全側に評価可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 日本建築学会, 山留め設計指針, 日本建築学会, 2017年, pp. 130-133
- 2) 日本建築学会, プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説, 日本建築学会, 1998年, pp. 88-89

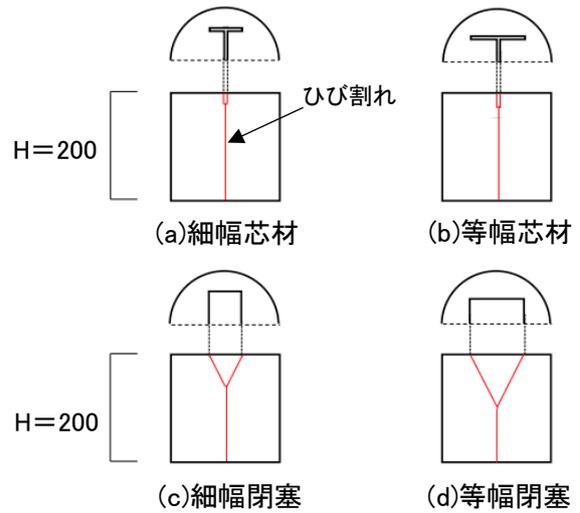


図7.破壊性状の断面図

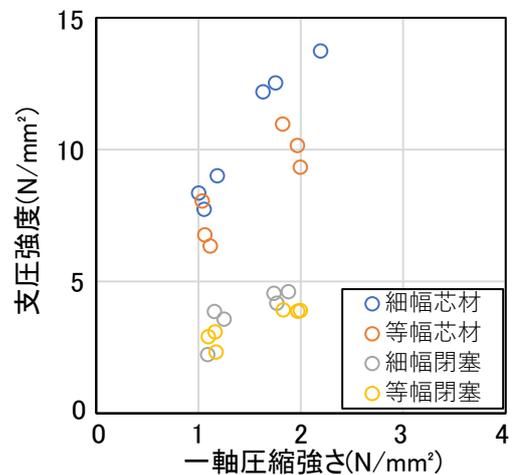


図8.支圧強度～一軸圧縮強さ

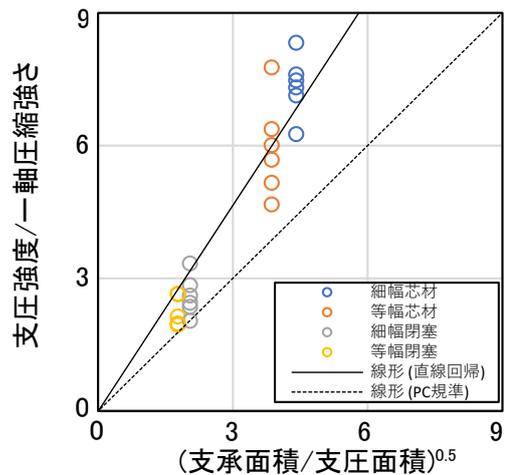


図9.支圧強度/一軸圧縮強さ
～(支承面積/支圧面積)^{0.5}