

ケーソン薄肉化技術の開発

ー 概要と模型引抜き試験 ー

(株) 銭高組 正会員 ○竹中計行 白子将則
(株) ヤマハ化工東京 山岸英昭 落合絢一

1. はじめに

地下空間の活発な利用に伴い、シールド機の発進や到達用の立坑としてケーソン工法が多く用いられている。ケーソン工法は、アンカーを用いる圧入式ケーソンと圧気を用いるニューマチックケーソンに大別されるが、両工法とも昨今のシールド用立坑の大深度化により壁厚が厚くなるのが問題となっている。

ケーソンの壁厚は、土水圧による断面力から決定することもあるが、大深度や大断面ケーソンになると完成後の地下水の揚圧力による浮上りから決定することが多い。

そこで筆者らは、ケーソン沈設完了後にケーソン外周面に突起物（フロートストッパー：以後 FS という）を構築し土のせん断抵抗により揚圧力を負担して、コンクリート壁厚を土水圧から求まる最少厚になるようにする技術を考案し開発を進めている（図-1）。本報告では、本工法の概要および模型引抜き試験について述べる。

2. 工法の概要

ケーソン薄肉化技術は、圧入式ケーソンやニューマチックケーソンで適用でき、圧入式ケーソンでの施工手順を一例として図-2 に示す。底版コンクリート打設までの施工手順は同じで、FS 打設前の揚圧力は沈設アンカーで浮上りを防止するが、FS 打設完了後は自重とせん断抵抗で防止する。これにより、ケーソンの掘削土量の低減、コンクリート量、鉄筋量や沈設抵抗の低減が可能となる。FS の一例を写-1 に示す。小さな施工機械で削孔配置させるため、鋼管径が 150mm 以下であれば外周ネジタイプ、150mm 以上では全周回転の鋼管タイプとする。

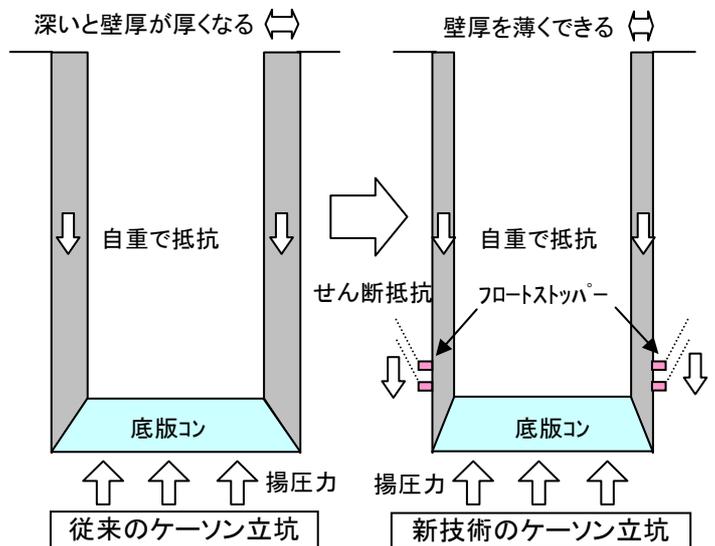


図-1 ケーソン薄肉化技術の概要

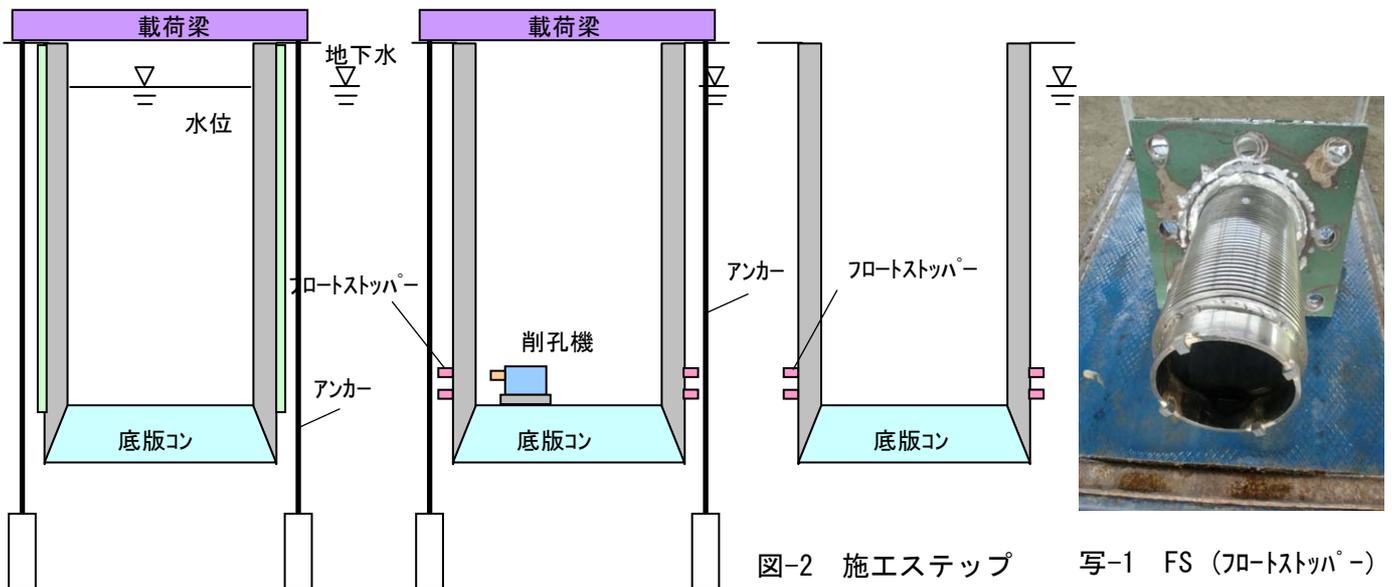


図-2 施工ステップ 写-1 FS (フロートストッパー)

Keywords : ケーソン、浮上り防止、薄肉化、突起物

〒102-8678 東京都千代田区一番町 31 TEL:03-5210-2440 FAX:03-5210-2462

3. 模型引抜き試験

ケーソン薄肉化技術の開発にあたり、ケーソン外周面からの突起物(FS)によるせん断抵抗力の効果を把握するため、模型引抜き試験を行った。引抜き試験は、実モデルの 1/40 で行った。

(1)試験概要

試験装置は、角形容器内の地盤内にケーソン模擬試験体を設置し、上載圧を加えた状態で試験体を引抜く方法で行った(図-3)。角形容器は一辺 1030mm、深さ 1030mm を使用し、地盤は気乾状態の珪砂 6号を用いて、ノズルから投下する砂をネットに接触させ砂を分散させて撒きだす方法により作成した(表-1、写真-2)。ケーソン模擬試験体はφ200mmの鋼管を使用し、FSは全ネジ(7mm、12.4mm)を全周に配置した(写真-3)。パラメーターは、FSの有無、ネジ径、ネジの長さ、ネジ本数とし、角形容器内壁面およびケーソン外周面は二重にテフロンシート(間にグリス塗布)を貼付け、摩擦低減を行った。

(2)試験結果

引抜き試験結果を表-2に示す。FSによる引抜き耐力の向上効果は大きく、挿入長さを長くした試験体ではFSが変形し破断した。引抜き耐力は、FSが太くて長く、本数が多い方が大きくなる。実験値は砂礫地盤の支圧強度(FSの全面積×5000kN/m²)による計算耐力の約1.25倍となった。代表的な試験体の引抜き荷重とケーソン変位の関係を図-4に示す。FSなしの試験体(1-1)では最大荷重に達すると急激に変形が伸びる結果となったが、FSありの試験体(1-2、1-3)では砂礫の支圧強度までは変形は伸びないが、その後変形が増加し最大荷重に達する結果となった。

5. まとめ

模型引抜き試験より、FSの引抜き耐力は砂礫の支圧強度と同程度の耐力を有することを確認した。

今後は、実物モデルのFSの引抜き試験を行い、引抜き耐力の検証を行う。また、削孔試験や止水性確認試験を行い、本工法の実用性を確認する予定である。

表-1 地盤の緒元

試料名	珪砂 6号 (岐阜県産)
最大密度	1.562 (g/cm ³)
最小密度	1.246 (g/cm ³)
作成法	ノズルネット法
相対密度	94(%)

試験体 NO	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7
FS (フットストップ)	×	○	○	○	○	○	○
FS 径(mm)	—	7.0	7.0	12.4	12.4	7.0	12.4
FS 長さ(mm)	—	25	37.5	25.0	37.5	37.5	37.5
FS 個数(個)	—	12	12	12	12	24	24
上載圧(kN/m ²)	600	600	600	600	600	600	600
引抜き力(kN)	3.8	24.5	36.8	37.0	58.5	61.1	118.2
引抜き力のバラツキとの差(kN)	0	20.7	33.0	33.2	54.7	57.3	114.4
計算耐力(kN)砂の支圧 3000kN/m ²	0	9.9	14.8	17.5	26.3	29.7	52.6
計算耐力(kN)砂礫の支圧 5000kN/m ²	0	16.5	24.6	29.2	43.8	49.5	87.6

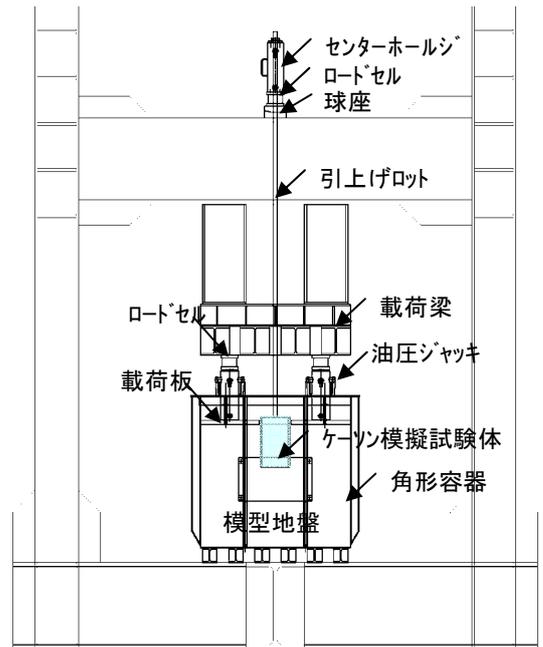
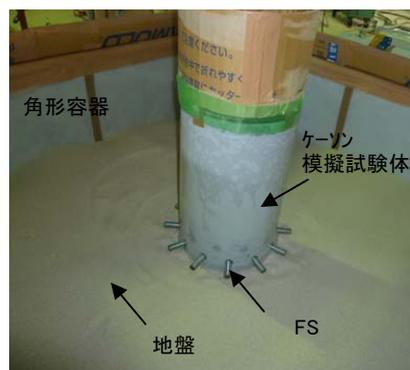


図-3 試験装置

表-2 試験結果一覧表



写-2 砂地盤(ノズルネット法)



写-3 ケーソン模擬試験体

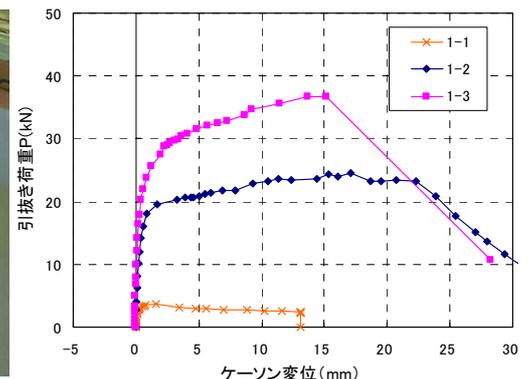


図-4 引抜き荷重と変位の関係