

硬質粘性土地盤でのニューマチックケーソン工法における刃先貫入特性に関する模型実験

安藤ハザマ 宮脇 卓哉 安藤ハザマ 粥川 幸司
 安藤ハザマ 名倉 浩 安藤ハザマ 増田 浩二

1. はじめに

近年、ニューマチックケーソン工法は、大深度化に伴い堅固な地盤内で沈設する事例が増加している。特に、土丹と呼ばれる硬質粘性土層では、刃口下の地盤が脆性的に破壊することで、瞬間的にケーソンが沈下(急激沈下)し、周辺に地震動のような振動を与えることが知られている。本報では、急激沈下にいたるまでの地盤の破壊状況を把握するため、模型実験を行ったので、その結果を述べる。

2. 実験の概要

実験概要を図-1に示す。実際のケーソン刃口の1/10スケールとした刃口に荷重を載荷し、地盤内に貫入させる。地盤を入れた試験枠の一面は透明の亚克力板とし、貫入時に地盤内部の状態がどのように変化するか目視で確認できるようにした。また、貫入量と荷重を測定することで、貫入時の刃口反力を把握することとした。

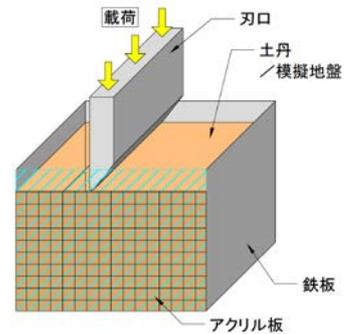


図-1 実験概要

(1) 地盤種別

地盤は、東京都内の建設現場で採取した土丹(上総層)と、その強度に合わせて製作した模擬地盤を用いた。模擬地盤の配合を表-1に、またこれらの性状を表-2に示す。

表-1 模擬地盤の配合

W/C(%)	B/W(%)	水 W (g)	セメント C (g)	ベントナイト B (g)
140	4	805	575	32

(1m³あたり)

(2) 刃口形状

刃口形状は、標準刃口、先端が鋭角な刃口、二段刃口の3種類を用いた(図-2)。

表-2 土丹と模擬地盤の性状

	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	三軸圧縮(UU)	
		粘着力C(kN/m ²)	内部摩擦角φ(°)
土丹	2760~3180	1260~1600	1.2~6.1
模擬地盤	3068	1620	2.7

(3) 載荷方法および実験ケース

模型実験の状況を写真-1に示す。荷重の載荷速度は0.5mm/分とし、刃口を地盤に貫入させた。実験ケースは地盤、刃口形状、初期貫入量をパラメータとした6ケースで行った(表-3)。



写真-1 実験状況

表-3 実験ケース

	試験試料	刃口形状	初期貫入量
Case1	模擬地盤	標準刃口	0mm
Case2	模擬地盤	標準刃口	20mm
Case3	模擬地盤	標準刃口	60mm
Case4	模擬地盤	鋭角刃口	0mm
Case5	模擬地盤	二段刃口	0mm
Case6	土丹	標準刃口	0mm

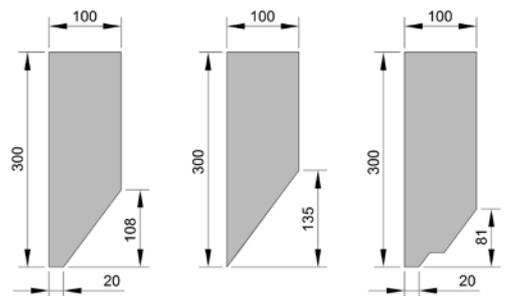


図-2 刃口形状

3. 実験結果

3.1 試験体の破壊形状

Case1の模擬地盤における破壊状況を図-4に示す。刃口先端から大きなひび割れが発生し、貫入が進行した後に刃口上方からもひび割れが発生した。また、この2つのひび割れの間には細かいひび割れがいくつか発生した。

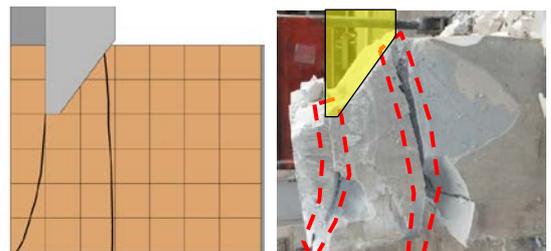


図-4 模擬地盤の破壊状況 (Case1)

キーワード ニューマチックケーソン, 硬質粘性土, 急激沈下, 模型実験, 沈設, 刃口

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ 土木事業本部 技術第一部 TEL.03-6234-3671

3.2 荷重と貫入量の関係

Case1 の模擬地盤における貫入量と荷重の関係を図-5 に示す。貫入量の増加に対し、部分的に細かい荷重低下は見られるものの、貫入量が 40mm を超えた付近から貫入量に比例して荷重が増加する傾向が見られた。ただし、刃口の受圧面では、概ね $4,000\text{kN/m}^2$ の反力が継続して発生していることから、大きなすべり破壊は生じず、刃口先端で一定の反力が生じながら貫入していると考えられる。なお、実施工（土丹層）においても、刃口反力は $2,000\sim 6,000\text{kN/m}^2$ で推移していた。

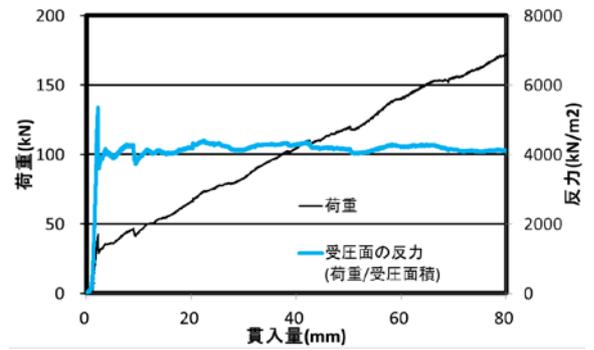


図-5 貫入量と荷重の関係 (Case1)

3.3 実験ケースの比較

(1) 刃口形状、初期貫入量の相違

刃口形状および初期貫入量の相違は、貫入量と荷重の関係に大きく影響すると考えた。しかしながら、刃口の貫入体積と荷重の関係を実験ケースで比較した図-6 では、初期のばらつきを除き、グラフの傾きはほぼ同じとなった。これより、刃口形状や地盤の初期状態(初期貫入量)による相違はあまり大きくないと考えられる。

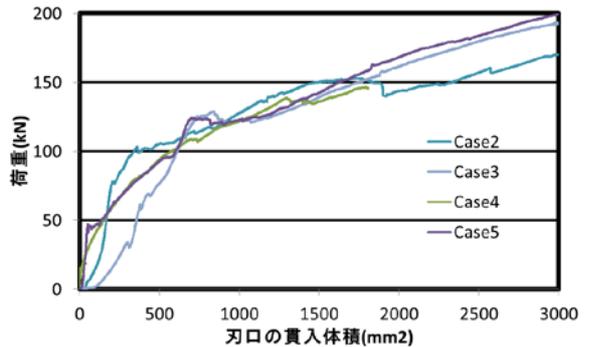


図-6 刃口の貫入体積と荷重の関係 (Case2~5)

(2) 地盤材料による違い

土丹、模擬地盤それぞれにおける貫入量と荷重の関係を図-7 に示す。土丹は模擬地盤に比べ、荷重が小さく推移している。土丹は模擬地盤に比べより脆性的な破壊をする材料(図-8、圧縮試験結果)のため、早期に写真-2 に見られる様な内部の破砕が発生したことが原因と考えられる。

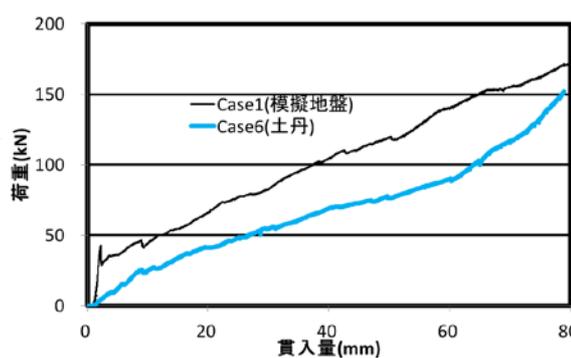


図-7 貫入量と荷重の関係 (Case1, 6)

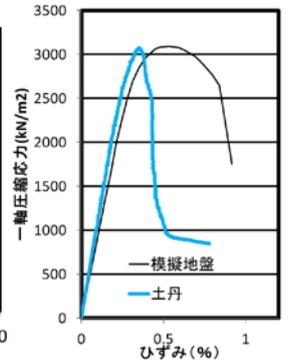


図-8 応力ひずみ図 (一軸圧縮試験)

また、土丹は図-7 にて、貫入の後半で反力が急激に上がっており、この先に急激沈下の発生につながる地盤状態の変化があると推定される。



写真-2 土丹と模擬地盤の破壊状況

4. おわりに

今回の実験により、ニューマチックケーソン沈設時における硬質粘性土地盤の破壊状況、および刃口の負担荷重の評価についての一考に至ることができた。さらに貫入量と荷重の関係より実現象で見られる急激沈下にいたる流れは図-9 のようにも考えられる。

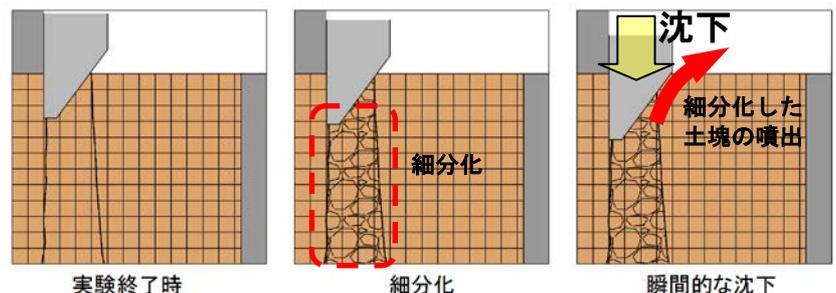


図-9 急激沈下のメカニズムの推定

今後は、土丹のもつ破壊前後の性状をより詳細に把握し、さらに追加の実験等を行うことで急激沈下の再現とそのメカニズムの把握を試みる予定である。