

鋼管杭の施工性に関する実験的検討 その2 (回転圧入施工)

新日本製鐵 正会員 ○石濱 吉郎 松宮 弘信 妙中 真治

1. 目的 鋼管杭に用いられる振動・騒音が少ない工法として回転圧入工法があるが、回転力と圧入力との力を同時に作用させるため、施工時の抵抗挙動は複雑であり、いくつかの研究例¹⁾があるもの、未解明な点が多い。そこで、本報では、基礎的な抵抗挙動確認を目的として、模型試験による回転圧入工法の施工性について検討した結果について示す。

2. 模型試験 図1に試験機概要を示す。試験杭はφ101.6, t4.2に先端に掘削用のビットを4枚取付けた鋼管を用いた。土槽は内部にゴムバックを内蔵しており、水圧により側方から拘束圧をかけることが可能である。ゴムバックの内側寸法は直径480mm, 高さ786mmである。地盤は宇部硅砂6号を用いて突固め・締固めを行い、相対密度70%程度の乾燥砂地盤を作製した。土槽を回転圧入試験装置の下部にセットし、所定の側圧(50～150kPa)を導入後安定させ、施工試験を実施した。施工時には、回転数、圧入速度をコントロールした。試験は側圧の影響と回転圧入時の抵抗と静的圧入時の抵抗を比較するための「回転施工・準静的圧入試験」と、「圧入条件をパラメータとした施工試験」の2種類を実施した。

3. 回転施工・準静的圧入試験

3.1 試験方法 表1に試験条件を示す。回転圧入施工は4rpmで圧入速度40mm/min, 静的圧入は圧入速度を1mm/min, 側圧をパラメータに50kPa, 150kPaの2ケース実施した。深度0～200, 210～410, 420～620mmの区間は回転圧入施工, 深度200～210, 410～420, 620～630mmの区間は静的圧入, 630～0mmは引抜き工程である。

3.2 試験結果 表2に試験結果を、図2, 3に深度と杭頭部で計測した圧入力, トルクの関係を示す。回転圧入時の圧入力は深度の増加に伴い増加していくが、側圧150kPaの深度400mm以降の区間では圧入力の増加は頭打ちになっている。これは、先端が閉塞した状態になり、それ以上先端抵抗が増加しない状態にあると推定される。回転圧入時の圧入力に比べ、静的圧入時の圧入力は2～7倍の値となっている。またトルクは、回転圧入時では、深度の増加に伴い高くなっていき、静的圧入時や引抜き時はほぼゼロとなっている。引抜き時の抵抗は摩擦抵抗と考えられ、側圧が高い150kPaでは側圧50kPaの条件と比較して同一深度で約2倍程度の抵抗が発揮されている。

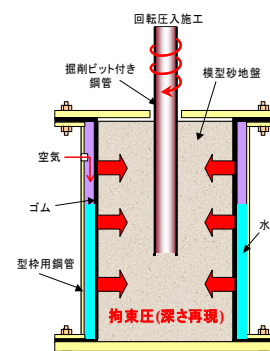


図1 試験装置

表1 試験条件

深度 (mm)	条件	回転数 (rpm)	圧入速度 (mm/min)
0～200	回転圧入	4	40
200～210	静的圧入	0	1
210～410	回転圧入	4	40
410～420	静的圧入	0	1
420～620	回転圧入	4	40
620～630	静的圧入	0	1
630～0	引抜き	0	40(上向き)

表2 試験結果

側圧 (kPa)	深度 (mm)	回転時 圧入力 (kN)	トルク (kN・m)	静的 圧入力 (kN)	引抜き (kN)
50	200	3.2	0.2	12.5	1.5
	400	12.0	0.6	25.7	6.3
	600	15.9	1.0	39.4	12.6
150	200	2.5	0.3	18.1	1.4
	400	22.4	1.3	50.1	14.0
	600	24.1	1.9	70.0	25.9

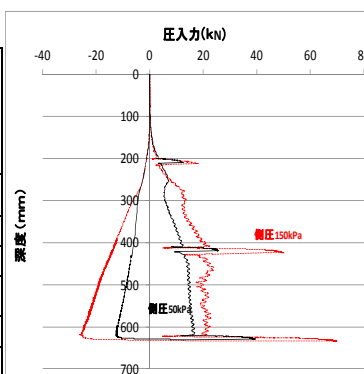


図2 深度-圧入力

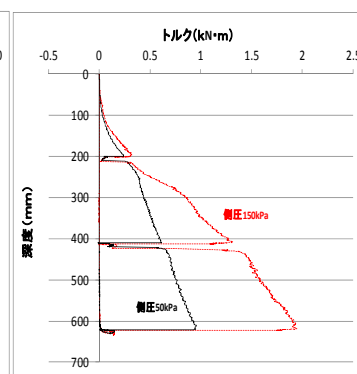


図3 深度-トルク

キーワード 鋼管杭, 回転圧入, 施工抵抗, 支持力

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富20番1号 新日本製鐵株式会社 TEL 0439-80-2111

図4には、200, 400, 600mm 毎の回転圧入時の圧入力、引抜き抵抗と静的圧入力を示す。静的圧入力は周面摩擦力と先端抵抗力を含めた成分であり、引抜き力は周面摩擦力のみの成分である。一方で、回転施工時の圧入力は、「静的圧入力」と「引抜き力」との差よりも大幅に小さい。回転施工時には、周面摩擦力は回転により低減し、抵抗の大部分は先端抵抗により発揮されていると考えられるが、その抵抗は静的圧入力に発揮される先端抵抗より大幅に低減されているということになる。つまり、回転させることにより、周面摩擦力だけでなく、管内土により閉塞した部分を含めた先端部の抵抗力も大きく低減され、支持力発揮時には砂地盤ではそれらは即座に回復し抵抗に寄与する。図5には、同一深度でのトルクー圧入力の関係をプロットした。鋼管杭に圧入力に加え、回転力を与えることで、トルクが発生すると同時に圧入力が低減している。この傾向は側圧が変化しても同様の傾向を示すことが分る。

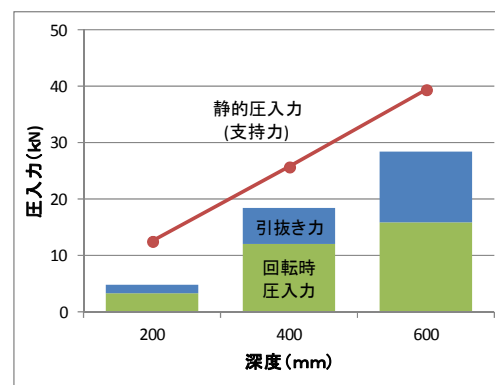


図4 ステップごとの圧入力

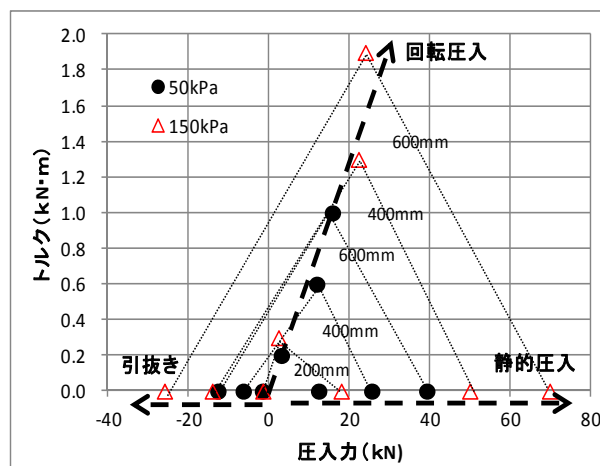


図5 速度－施工抵抗

4. 圧入条件をパラメータとした回転圧入施工試験

さらに、圧入速度のトルクと圧入力に与える影響を評価する目的で、圧入条件をパラメータに実施した試験について述べる。

4. 1 試験方法 表3に試験ケースを示す。回転圧入施工は2rpm、側圧は150kPaで一定とし、圧入速度をパラメータとしたケースと圧入力を一定としたケース実施した。

4. 2 試験結果 図6に深度400mm時点での圧入速度と圧入力およびトルクの関係を示す。最も左側にプロットされたものが圧入力一定のデータである。圧入速度が増加する、つまり相対的に回転速度が低下することで、トルクの変化は見られないものの、圧入力は高くなる傾向がある。

5. おわりに 本研究から回転圧入工法について以下のことが分った。

- ① 回転圧入時にはトルクの発生に伴い圧入力が低下することが分った。回転を止めて、準静的に押しこむことで圧入力に対する抵抗は回復し、高い支持力が得られる。
- ② 圧入速度と押し下げ荷重の関係には密接な関係があり、圧入速度の低下に伴う圧入力の低減がみられた。今後、詳細に検討を進めていくことで、施工抵抗をコントロールするとともに、施工抵抗から支持力性能を推定可能な手法を検討する。

参考文献: 1), 岡田他, 回転圧入中の杭の摩擦疲労に関する研究, 第46回地盤工学研究発表会, 2011 など

表3 試験条件(速度パラメーター)

Case	側圧 (kPa)	施工方法 (一定項目)	圧入力 (kN)	圧入速度
150-S	150	貫入速度	—	40mm/min
150-S/2		貫入速度 1/2	—	20 mm/min
150-1.5S		貫入速度 1.5	—	60 mm/min
150-P		圧入力	18	—

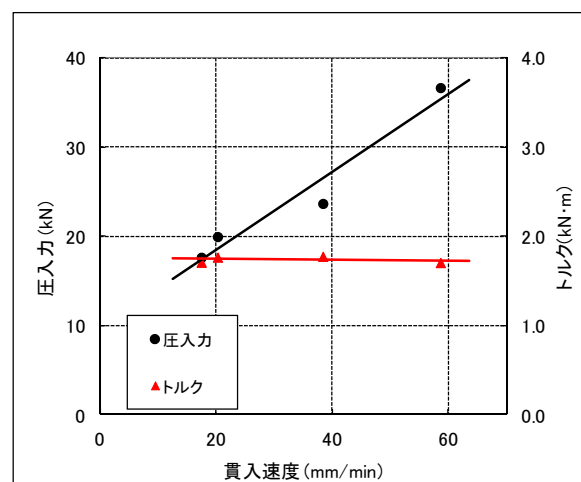


図6 速度－施工抵抗