

【土木・建築基礎工事と機材の専門誌】

基礎工

2014
Vol.42, No.2

THE FOUNDATION ENGINEERING &
EQUIPMENT, Monthly

2

特集 ▶ 建築基礎にかかわる最近の技術認証



つばさ杭®
～先端翼付き回転貫入鋼管杭～



JFE スチール 株式会社

〈問合せ先〉
本社 建材センター 建材営業部
TEL 03(3597)3475

報文

アーバンリング工法による 機械式駐輪場の設計と施工例

南部 俊彦* 佐々木 博臣** 濱田 良幸*** 松岡 馨****

1 はじめに

近年、放置自転車問題の解決策として機械式駐輪場が採用される事例が増えている。機械式駐輪場は地上設置型と地下設置型に大別され、地上式に比較し建設費は比較的高価ではあるが、土地有効活用の観点から地下設置型が選定される場合が増加傾向にある。本稿では、当社JFEエンジニアリング(株)の地下設置型の駐輪場において最も実績のある「RCアーバンリング地下駐輪場(名称: Cycle Tree®)」(図-1)について、その地下躯体の設計法と施工例を紹介する。

2 アーバンリング工法の概要

アーバンリング工法は、工場製作のRCセグメント(写真-1)を施工現場で円筒筒状(RCアーバンリング)に組み立て、その内部をバケット系掘削機により掘削し、

グラウンドアンカーを反力にして所定の深度まで圧入沈設することで壁体を築造する工法である。RCアーバンリング地下駐輪場は、築造された躯体底部に水中コンクリートと底版、頂部に自転車の入出庫ブースと一体の頂版を配置し、躯体内に自転車の収容設備、搬送機械が設置される。

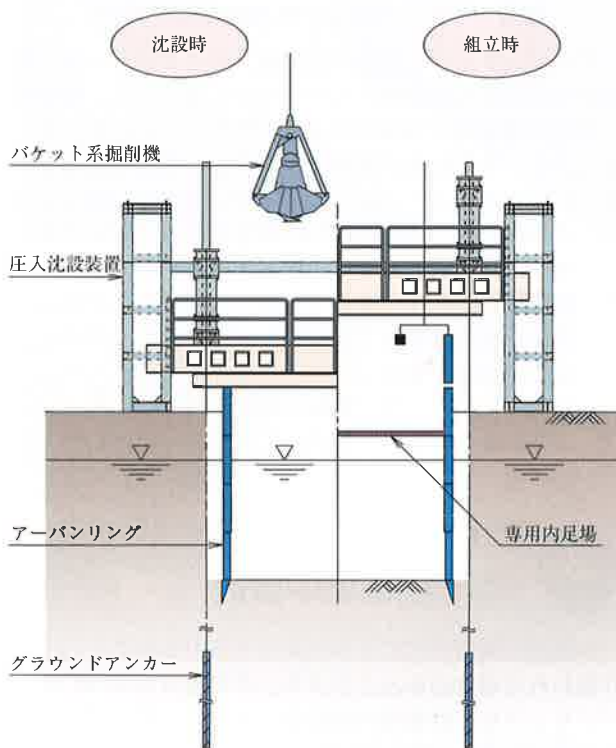


図-2 RCアーバンリング工法概要

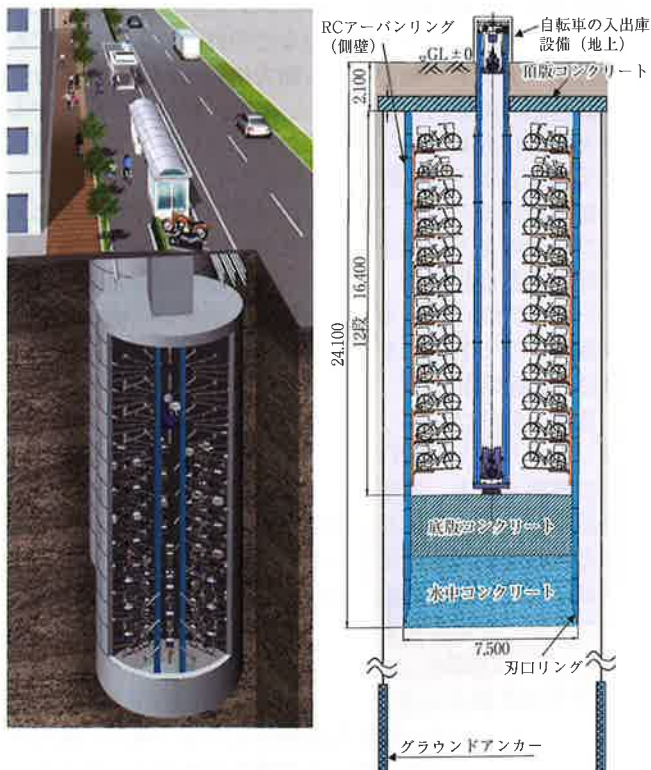


図-1 RCアーバンリング地下駐輪場の概要



写真-1 RCセグメント

*NANBU Toshihiko JFEエンジニアリング(株) シビルエンジニアリングセンター 設計部 課長
 **SASAKI Hiromi 同 上 プロジェクト部 課長
 ***HAMADA Yoshiyuki (株)加藤建設 アーバン・イノベーション事業部 アーバンリング推進部 部長
 ****MATSUOKA Kaoru JFE建材(株) セグメント生産技術部 課長

横浜市鶴見区末広町2-1
 同 上
 東京都江東区大島3-19-2
 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15

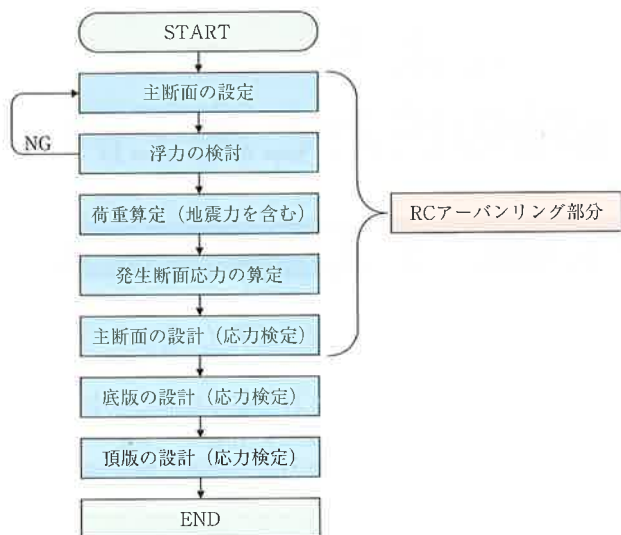


図-3 RCアーバンリング地下駐輪場設計フロー

アーバンリング工法は、近接施工などの厳しい施工環境に対応可能な都市型圧入ケーソン工法であり、縦型地下構造物構築用に開発されたRCセグメントを用いることにより、姿勢制御が容易で、安全かつ確実な施工をすることができる。アーバンリング工法の特徴を以降に示す。

- ① 近接構造物や周辺地盤への影響が少なく安全である。
- ② 地盤改良の必要がなく、地下水への影響がない。
- ③ 高精度な鉛直性が確保できる。
- ④ 高い止水性が確保できる。
- ⑤ 騒音・振動が少ない。
- ⑥ 狭隘な施工ヤードに柔軟に対応が可能。
- ⑦ 上空制限（高架下・屋内）にも対応が可能。
- ⑧ 路面覆工下の施工に対応でき、路面解放が可能。

3 RCアーバンリング地下駐輪場の設計

本構造は所管行政により建築基準法対象構造として取り扱われる場合があることより、その設計法は「RCアーバンリング地下駐輪場の設計法」として一般財団法人日本建築センター（基礎評定委員会）の任意の一般評定（評定番号BCJ評定-FD0427-01）を取得している。一般評定を受けるに当たり、本構造物の建築基準法上の取扱いは、建築基準法施行令第138条に該当する「工作物」である。なお、本駐輪場は地上に鉄骨造の入出庫設備を有するが、入出庫設備は評定対象範囲外とし、地下構造物（地下駐輪場）を評定対象範囲とした。RCアーバンリング地下駐輪場の設計フローを図-3に示す。

建築基準法施行令第138条に該当する工作物として下記方針により設計する。

- ① この工作物が負担する荷重（自重、土圧、水圧、上載荷重、接地圧、地震力など）に対して生ずる各部材の断面力を算定する。なお、地震力については建築基準法施行令第88条に基づく。
- ② 上記応力に対して各部材が許容応力度以内にあるように設計し応力検定する。
- ③ 使用材料の許容応力度は建築基準法施行令第9章

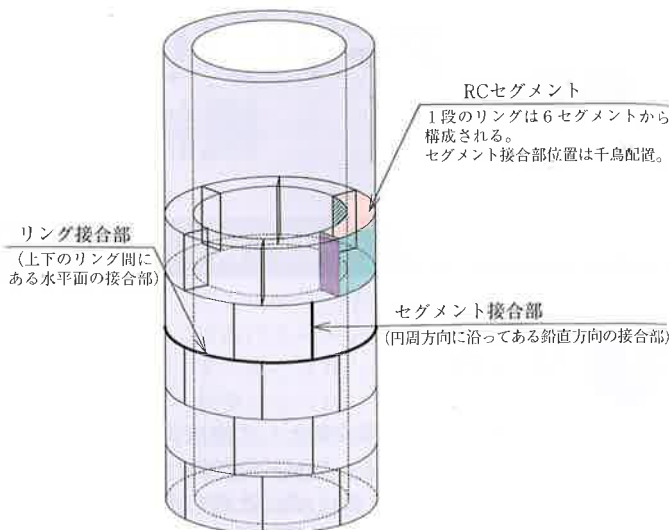


図-4 RCセグメントの配置

（許容応力度及び材料強度）による。

評定取得に当たり審査を受けた主な設計内容を以降に示す。

3.1 RCセグメント本体および接合部の設計

躯体を構成するアーバンリング（外径7.5m、高さ1m、厚さ30cmのリング）は水平方向に6ピースのRCセグメントから構成され、RCセグメント間はボルト接合される。RCセグメント躯体は、このリングを深さ方向に20リング程度、横方向接合位置が千鳥状になるように積み上げて構成され、上下のRCセグメント間もボルト接合される（図-4参照）。セグメント内の本体および接合部は、土圧・水圧・地震力などの外力により発生する曲げモーメント・軸力・せん断力に対して、発生応力度を許容応力度以内に設計する。また、接合部に発生するせん断力に対しては、接合部のコンクリート間の摩擦力以下になるように設計する。

断面算定モデルについては、構造的な特性から本体および接合部を全断面圧縮状態として取り扱えるため、水平面内の断面検討は、剛性が様な長方形断面梁として、また鉛直方向における断面検討は、剛性が様な円筒形断面梁として断面力を算定する。

3.2 底版の設計

底版（鉄筋コンクリート）は、水中コンクリート（無筋コンクリート）を打設し、養生、坑内水排出を行った後に構築される。揚圧力は水中コンクリート部が受け、底版は直接受けないが、底版においても水中コンクリートと同等の揚圧力を受けるものとしている。躯体との接合は、刃口リングの縦リブ間に打設されたコンクリートのシアキーで抵抗する。

3.3 頂版の設計

頂版は鉄筋コンクリート構造で、入出庫口部鉄骨サポートフレームと一体化した構造とする。浮力に抵抗する本設グラウンドアンカーを設置する場合は、アンカー定着鋼材も一体化した構造とする。

3.4 浮力に対する検討

坑内水排出時、完成時および液状化時の浮力に対して抵抗する力は、RCアーバンリングの自重、水中コンク

リート自重、底版コンクリート自重、グラウンドアンカー抵抗力および設備機器自重とする。従来は水中コンクリートの重量を調節することで抵抗していたが、一部のグラウンドアンカーは建築系設計法にて浮上がり対策に用いることが認められているため、RCアーバンリング圧入時の反力として使用するグラウンドアンカーを本設アンカーとして利用することも可能な設計法とした。本地下駐輪場の設計においては、本設アンカー工法で定められた適用範囲内において使用し、かつ当該設計指針に従い設計することとした。

3.5 液状化に対する検討

地盤の液状化に対する検討は、「駐車場設計・施工指針 同解説」(日本道路協会, 平成4年)に準拠して行う。ただし、液状化判定は「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会, 2001)の手法による判定も行い、液状化判定結果が安全側になるように検討することとした。

3.6 液状化による浮上がりに対する検討

地下駐輪場設置地盤に液状化の生じる可能性がある土層が存在する場合には、液状化の生じる可能性のある土層より下方にある非液状化層に十分に根入れする。これは液状化した砂を含む泥水の比重(1.8~2.0)に相当する浮力は受けない構造とするためである。ただし、駐輪場躯体底面が砂質地盤に支持される場合には、過剰間隙水圧の躯体底面へまわり込みの可能性を考慮し、「駐車場設計・施工指針 同解説」に準拠し、地下駐輪場躯体に作用する静水圧による揚圧力に過剰間隙水圧による揚圧力を加えて、液状化時の浮上がりに対する検討を行うこととした。液状化時の浮上がりに対する安全率は次式に従う。

$$F_s = \frac{W_u + W_c + W_f + W_m + W_s + T_a}{P_w}$$

ここに、

W_u : RCアーバンリングの自重 (tf)

W_c : 水中コンクリートの自重 (tf)

W_f : 底版コンクリートの自重 (tf)

W_m : 設備機器荷重 (tf)

W_s : 頂版および頂版上の重量 (tf)

T_a : アンカーの許容アンカー力 (tf)

P_w : 底版に作用する上向きの水圧 (tf)

$$P_w = U_s + U_D$$

U_s : 地下駐輪場躯体底面に作用する静水圧による揚圧力 (tf)

U_D : 地下駐輪場躯体底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 (tf) で下式による。

$$U_D = \Delta_u \cdot A = L_U \cdot \sigma'_v \cdot A$$

A : 地下駐輪場躯体の底面積 (m²)

σ'_v : 地下駐輪場根入れ部の非液状化層の上面深さでの静水圧状態における有効上載圧 (tf/m²)

L_U : 過剰間隙水圧比 $L_U = \Delta_u$ (過剰間隙水圧) / σ'_v で、液状化に対する抵抗率に応じて下式に定める値とする。なお、下式に用いる F_L は、地下水面から20mまでの土層のうち粘性土層を除く土層の深さ1mごとの F_L の平均値とする。

$$\begin{cases} L_U = F_L^{-7} & (F_L \geq 1) \\ L_U = 1 & \end{cases}$$



写真-2 刃口リングの据付



写真-3 RCアーバンリングの組立



写真-4 RCアーバンリングの圧入

4

RCアーバンリング機械式駐輪場の施工例

アーバンリング工法の施工フローは、

- ①グラウンドアンカー工
- ②圧入装置組立
- ③刃口リング据付 (写真-2)
- ④RCアーバンリング組立 (写真-3)
- ⑤掘削・圧入 (写真-4)
- ⑥水中コンクリート打設
- ⑦周面コンタクトグラウト注入
- ⑧浮止めアンカー工
- ⑨坑内水排水
- ⑩底版コンクリート工 (写真-6)
- ⑪頂版コンクリート工 (写真-8)

の順序となる。RCアーバンリング機械式駐輪場の施工例を写真-2~写真-10に示す。



写真-5 RCアーバンリング施工完了



写真-8 頂版コンクリート打設



写真-6 底版コンクリート打設



写真-9 自転車の搬送の様子

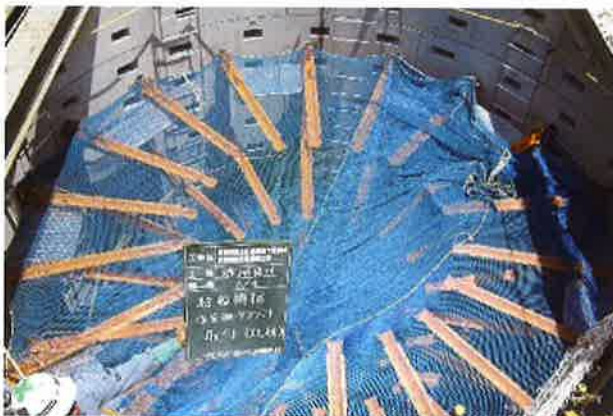


写真-7 保管棚の設置



写真-10 地上部の入出庫設備

5 まとめ

従来土木構造物として設計されていたアーバンリング工法による機械式地下駐輪場を建築基準法・同法関連法規に適合した設計法として整備し、建築基準法施行令第138条に該当する「工作物」として一般財団法人日本建

築センターの任意の一般評定を平成24年7月に取得した。

地下駐輪場部分が「建築物」として取り扱われる場合は、「社団法人公共建築協会 建築構造設計基準」の「地階の保有水平耐力の検討」の項目などを参照して、地下構造体の保有水平耐力計算により構造体の安全性を照査することで、建築確認申請への対応が可能である。