

アーバンウォール®工法の開発

鉄建建設	橋本 崇俊
加藤建設	正会員 ○高橋 達也
JFE 建材	松岡 馨
JFE スチール	松井 良典

1. はじめに

アーバンリング工法®は、“アーバン”の名が示すとおり、主に都市およびその周辺部における立坑や基礎構築のための仮設土留めとして活用されている。近接、狭隘地、大深度、上空制限、路下施工等の厳しい条件に対応可能な短工期の省力化省人化工法である。

工場製作による分割構造のリング体を用いて鉛直方向の地下構造物を短工期で構築するという基本コンセプトのもと、材料と施工の両視点から工法を整備し、施工実績は本工法の母体である鋼製セグメント圧入工法として1991年から販売開始以来、施工基数は370基、掘削土量は約43万m³に達している。

一方、近年、構造物の地下化がさらに進み、大口径・大深度の立坑を急速施工する技術が求められるようになってきている。そこで、アーバンリング工法が有する狭隘地・急速施工の特長を活かしつつ、これまでアーバンリング工法で対応できなかった直径15mを超える大断面立坑用としてアーバンウォール®工法を開発し、実証施工を実施した。ここではアーバンウォール工法の開発にあたって実施した各種試験と実証施工について報告する。

2. アーバンウォール®工法の概要

アーバンウォール工法は、直径30~50m程度の大断面・大深度にも対応すべく、図-1に示す様に内側リングと外側リングの2重鋼殻構造となっている。工場製作された通常サイズの内側と外側の鋼製ピースを現場で1リング毎に組立て、内側鋼製ピースと外側鋼製ピースをつなぎ材で締結したのちその内部にコンクリートを打設し、合成構造の躯体を構築する。合成構造ピースは鋼製ピースの端部や上部に設置したセグメント継手（ピース間継手、リング間継手）とつなぎ材によって組立てられる（図-2）。このセグメント継手を有する合成構造のセグメントピースが柔軟な構造体を可能にし、立坑としての耐震性を向上させている。

ピース間継手は、直線形鋼矢板（Jフラットパイル®）の継手をスキンプレートに直接溶接した構造となっている。リング間継手はワンタッチを採用している。直線形鋼矢板の継手は、大きな耐力を有するとともに、上部から差し込む形状となっているため、リング間のワンタッチ継手と共に組立時の急速施工に寄与し、多分割ボルトレス継手を可能とした。

従来工法であるオープンケーソンの刃口部には、底スラブと側壁間のくさび形状によりフープテンション（円周方向の引張力）が発生する。一方、アーバンウォール工法の刃口部は鋼製構造部材により図-3に示すように側壁厚さを段階的に変えることが可能で、鋭角な刃先形状を得ている。この刃先に沿って刃口部の土砂を掘削、クラムシェルで排土することが可能である。階段状の側壁形状により、揚圧力は側壁に鉛直に支持され、刃口全体にフープテンションが作用することを抑制している。

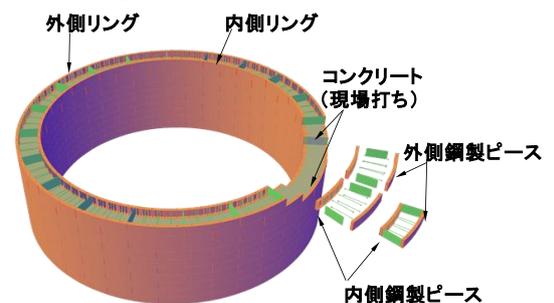


図-1 リング概要図

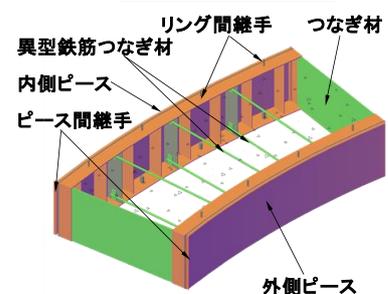


図-2 ピース概要図

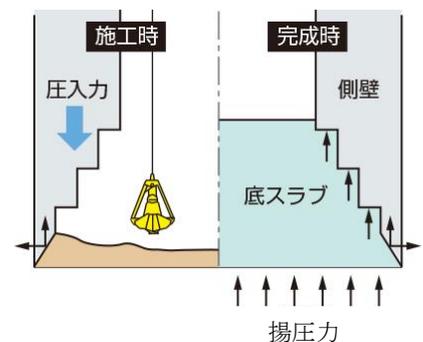


図-3 刃口リング概要図

大口径、ケーソン、アーバンウォール、合成構造

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南一丁目2番70号品川シーズ・テラス11階 JFE建材(株)セグメント技術部 TEL 03-5715-7890

3. アーバンウォール®工法の確性試験

3.1 本体部曲げ試験

合成構造の躯体本体部の曲げ耐荷性状を把握するため、図-4 に示すように、支間 7.5m、荷重点間 1.5m の 4 点曲げ荷重試験を実施した。試験体断面は、1/2 縮尺の 1.25m×0.5m とした。図-5 より、セグメント本体は、設計荷重の 3.4 倍の曲げ耐力を保有していることが確認された。また、耐荷力曲線（ $P-\delta$ 関係）に関し、実験結果は理論値と概ね一致していることから、合成断面として扱えることがわかる。

3.2 継手部曲げ試験

合成構造の躯体継手部の耐荷力および変形挙動を確認するため、図-6 に示すように、支間 9.1m、荷重点間 2.5m の 4 点曲げ荷重試験を実施した。試験体断面は、実物大を想定し、2.5m×0.5m とした。図-7 より、設計曲げモーメントの 2 倍以上の継手耐荷性能を保有していること、および継手の回転バネ定数が計算値 $3.00 \times 10^6 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$ に対し $3.33 \times 10^6 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$ であることを確認した。

4. 実証施工

東京都水道局発注、鉄建・奈良建設共同企業体施工における発進立坑（ $\phi 11612\text{mm}$ 、深度 37.66m）の刃先から水中コンクリート、調整コンクリートの打設区間内にアーバンウォールを部分的に適用し、実証施工を行った（図-8、写真-1）。

組立は、つなぎ材の締結作業が増加になるが、ピース間とリング間の継手をワンタッチにしたことでボルトの増し締め時間が不要になり、全体的な時間増は通常のアーバンリング工法に対し僅かであった。組立精度も通常のアーバンリング工法と同程度の精度で組立完了した。刃先周りの掘削は、クラムシェルで十分対応でき、圧入抵抗に異常もなく沈設できることを確認した。

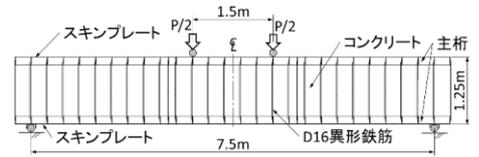


図-4 本体部曲げ試験

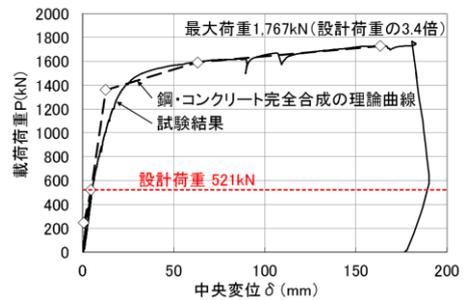


図-5 本体部曲げ試験結果

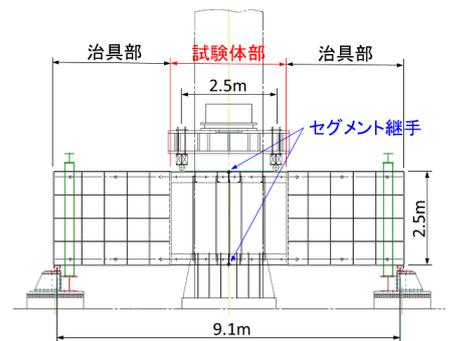


図-6 継手部曲げ試験

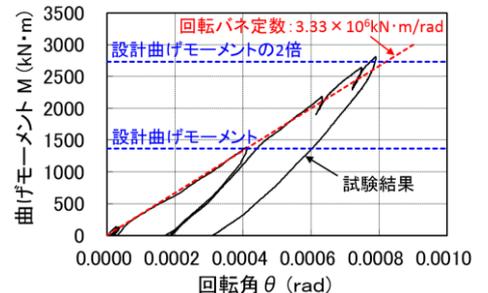


図-7 継手部曲げ試験結果

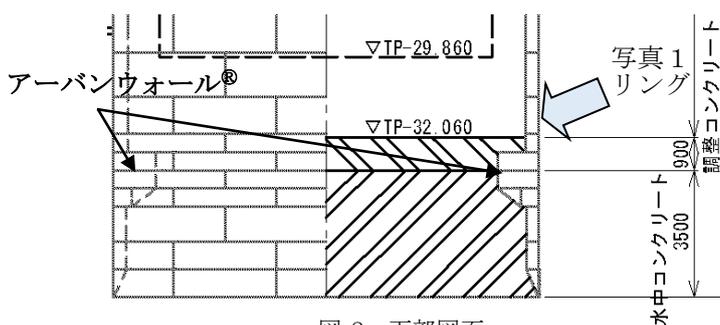


図-8 下部図面



写真-1 施工状況

4. おわりに

大深度・大口径化する地下構造物の建設ニーズに対応すべく 2014 年から開発してきたアーバンウォール工法について報告した。アーバンウォール工法は、地下水に対するリスクが小さいオープンケーソンを進化させた工法であり、大深度・大口径のケーソンを低リスクで急速施工できる省力化省人化工法として適用拡大を図っていきたい。

参考文献

- 1) 松岡馨他：アーバンリング工法®・アーバンウォール®工法 JFE 技報 No43(2019年2月)