

「アーバンリング」

“Urban-Ring”

佐藤 和義 日本鋼管ライトスチール(株) 道路・土木商品営業部 アーバンリングチーム長
長岡 省吾 日本鋼管ライトスチール(株) セグメント生産技術部 課長
霧見 明俊 日本鋼管ライトスチール(株) デザイン・設計部 土木設計室 室長
大木 一慶 日本鋼管ライトスチール(株) デザイン・設計部 土木設計室
濱田 良幸 (株)加藤建設 特殊工法推進チーム 係長

Kazuyoshi Sato
Shogo Nagaoka
Akitoshi Tsurumi
Kazuyoshi Oki
Yoshiyuki Hamada

都市における建設環境負荷の低減ニーズから、地下構造物建設における新しい工法が求められている。「アーバンリング工法[®]」と呼ばれる工法が上記の社会ニーズの満足を目的として開発され、成果を上げている。同工法は、リングを圧入躯体の沈設地点において組み立て、圧入して立坑などを構築するものであり、狭隘な場所や上空制限のある場所における工事を実現し、さらに沈設に伴う周辺地盤への影響を最小にするものである。

With increasing demand in recent years for reduction of environmental loading to urban construction environment, a new construction method is required in the field of underground structures construction. The method, named “Urban-Ring method[®]”, has been successfully developed with the aim of making satisfaction with the social needs mentioned above. The “Urban-Ring method” is a sinking method to sink built-up-rings using jacking system at a sinking point to erect a shaft body. The method realize a construction work of underground structures at a narrow space, and under a restriction of upper air space. Furthermore, the method minimize the influence of sinking to rim ground of the shaft body.

1. はじめに

「アーバンリング[®]」は「アーバンリング工法[®]」に使われる材料である。「アーバンリング工法」は、1996年11月のアーバンリング工法研究会の発足と同時に普及活動が開始された。工場製作による分割構造のリング体を用いて、立坑など鉛直方向の地下構造物を構築するという基本コンセプトの下、材料と施工の両視点から工法内容を充実・整備してきた工法である。「鋼製セグメント圧入工法」としての施工実績は1991年からある。「アーバンリング」、「アーバンリング工法」とともに商標登録されている。

「アーバンリング」は鋼製を基本に各種の開発がされてきたが、RC製の施工例もある。

「アーバンリング工法」は、狭隘地や他の構造物への近接地、上空制限下など厳しい施工条件に好適な工法である。これらの特長により、本工法の母体である「鋼製セグメント圧入工法」は、1998年3月に(財)国土開発技術研究センターから技術審査証明を取得している。今後の都市土木ニーズに応えていくことが期待される工法である。

2. 「アーバンリング工法」の概要と施工実績

2.1 概要

「アーバンリング」は「アーバンリング工法」に使われ

る。アーバンリングピースを沈設地点でリングに組み立て、内部をクラムシェルなどでバケット掘削する。この作業工程を繰り返し、所定の深度まで鉛直方向にリングを増設する。グラウンドアンカーを反力に沈設する工法である。

Fig.1 に工法概要図を示す。

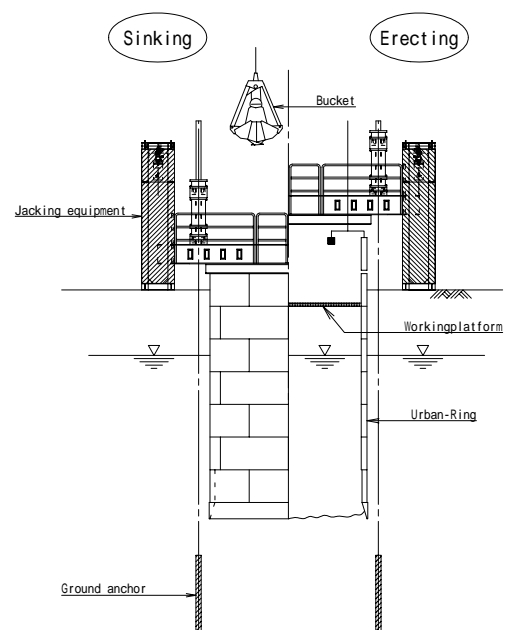


Fig.1 Explanatory diagram of “Urban-Ring method”

「アーバンリング」の断面形状は構造上有利な円形が多いが、施工場所の関係から小判形も使われる¹⁾。

硬質地盤などには補助工法として先行削孔工を併用して適用範囲を広げている。また、標準施工としている滑材注入工は沈下抵抗を低減するのみでなく周辺地盤の安定に有効である。

Fig.2に「アーバンリング工法」の施工フローを示す^{2),3)}。

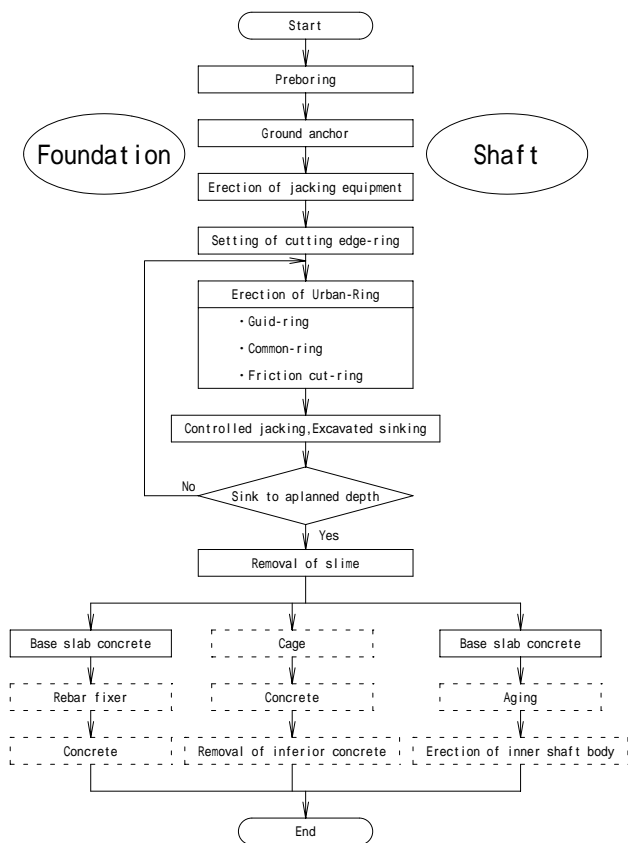


Fig.2 Flowchart of site erection

用途の大半を占める立坑向けの特長をまとめると以下のとおりである。

(1) 設計・施工の自由度が大きい

鋼製であることから、「アーバンリング」は必要強度や形状設計の自由度が大きく、個別の工事に応じた利便性、経済性を追究できる。また、RCとの合成・組み合わせにより設計の自由度をさらに拡大することも可能である。さらに、構造上の軽量性(対RC)から沈下の制御幅が大きく、施工システムとしての自由度を大きくしており、これが良好な沈設精度につながっている。

(2) 機動性が高い

躯体構築は工場製作されたアーバンリングピースを現地でリング状に組み立て連結するだけであり、機動性が高い。ピースに分けられており道路上あるいは現地での運搬・取扱いが容易で、大型重機を必要としない。

(3) 作業・周辺環境への負荷が小さい

沈設時に作業員が坑内に入ることがなく安全である。また、通常、支保工を使わず作業環境上有利である。小型重機使用や水中掘削のため、施工中の騒音・振動が小さく周辺環境に対する負荷が小さい。

(4) 施工精度が高い

製作精度が高い工場製品であり、現地における組み立て精度が高い。その結果、余分な断面を考慮しなくて良い。

(5) 急速施工ができる

地盤改良が不要なため、また、躯体養生がなく連続施工が可能のため、急速施工につながり工期の短縮が図れる。

2.2 施工実績

「アーバンリング」の施工実績を、外径と沈設深度においてFig.3に分布図で表す。外径は4~6m、沈設深度は20m程度が多く、用途としては下水道シールド工事向けの到達立坑が多い^{4),5)}。深度が60mを超える工事予定もある。

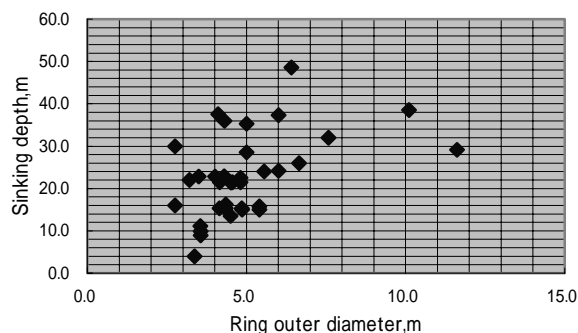


Fig.3 Performance of "Urban-Ring method"

3. 「アーバンリング」の構成と構造

3.1 「アーバンリング」の構成

「アーバンリング」の構成をFig.4に示す。

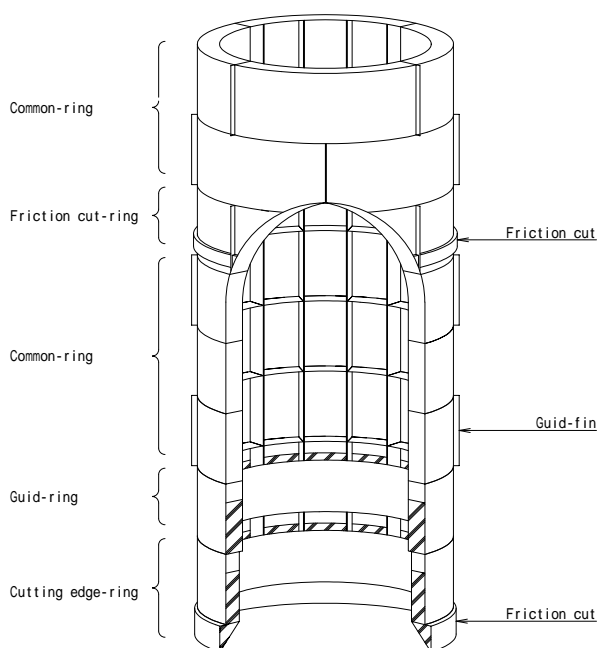


Fig.4 "Urban-Ring"

「アーバンリング」は、アーバンリングピースを連結して構成される。以下の種類のリングがある。

(1) 刃口リング

「アーバンリング」の最下端に配置されるリングで、先端は地盤貫入用のテーパ形状になっており、フリクションカット、注入孔、内面プレートを備える。底版の押し抜き防止用の構造も備える。

(2) ガイドリング

刃口リング上部に1~2リング配置されるリングで、掘削機の干渉を防ぐとともに掘削機を刃口付近に誘導する内面ガイドを備える。躯体と底版コンクリートの接触面からの漏水を防ぐ構造も有する。

(3) 一般リング

ガイドリング上部に配置されるリングで、沈設制御用のガイドフィンを備える。ガイドフィンは、一般リングの外側に垂直に取り付けられ、沈設時の躯体の回転を抑止し、施工精度を向上する。

(4) フリクションカットリング

深さ約10mごとに配置されるリングで、フリクションカット、注入孔を備える。

3.2 「アーバンリング」の構造

「アーバンリング」の設計について、設計フローをFig.5に示す²⁾。現状では仮設構造物としての設計を基本とする。

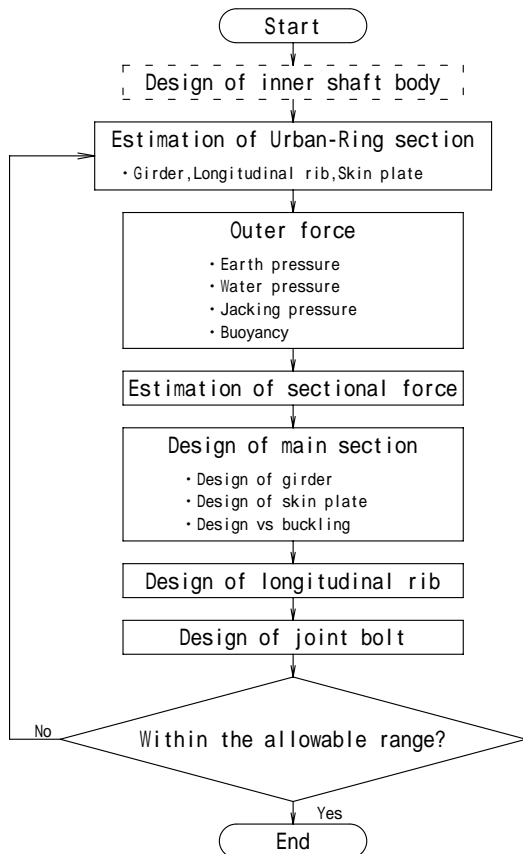


Fig.5 Flowchart of design

設計外力は施工形態からオープンケーソンに分類され「道路橋示方書・同解説 下部構造編」に準ずるものとして、土圧、水圧、圧入力を考慮する。設計外力をFig.6に示す。施工時には主働土圧と偏荷重および内外の静水圧差を考慮し、水替え時には静止土圧と外水圧を考慮する。

アーバンリングピースの設計は、「トンネル標準示方書（シールド編）同解説」に準じて設計する。

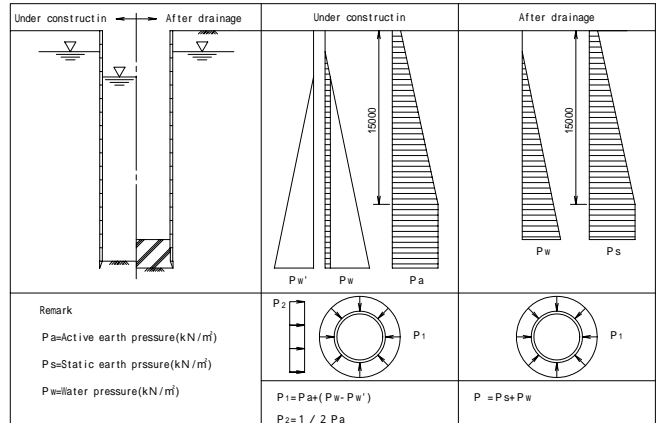


Fig.6 Outer force

4. 「アーバンリング工法」の施工

「アーバンリング工法」は、厳しい施工条件においても柔軟に対応が可能な都市型地下構造物構築工法であり、制約のある施工条件下の施工実績は年々増加傾向にある。ここでは、施工上の代表的な制約条件に着目し、以下に示す施工例について述べる。

- (1) 狭隘地における施工（平面的施工ヤードの制約）
- (2) 路下施工（常時占用および上空制限の制約）
- (3) 大口径施工（工期の制約）

4.1 施工例1～狭隘地における施工～

密集した住宅街において10m×15mの占用面積内で外径6.4mのリングを48.6m沈設する工事では、クローラークレーンが使用できないため天井走行クレーンによる計画を行った。Fig.7に「アーバンリング」の断面図を示す。当現場の土質は上部約30mがN<2の軟弱な粘土層であり、その下はN>50の硬く締まった東京礫層である。また、層変わりはN>20の硬質粘土も介在する土質であったが、掘削用10トンクレーンに油圧グラブ0.6m³を装備し作業を行った結果、大きなトラブルもなく掘削を完了した。

「アーバンリング」は、クレーン付きトラックにて1リング分をそのつど搬入した。トラックのクレーンにて1ピースずつ沈設地点に仮置きした後、天井走行クレーンにて組立作業を行った。また、掘削土搬出車両、「アーバンリング」搬入車両などの搬入出車両ヤードを場内に確保し、その他のスペースはできる限り立体的に使用した。近隣への対策として壁面は防音ハウスとした。Fig.8に設備配置を示す。

「アーバンリング」

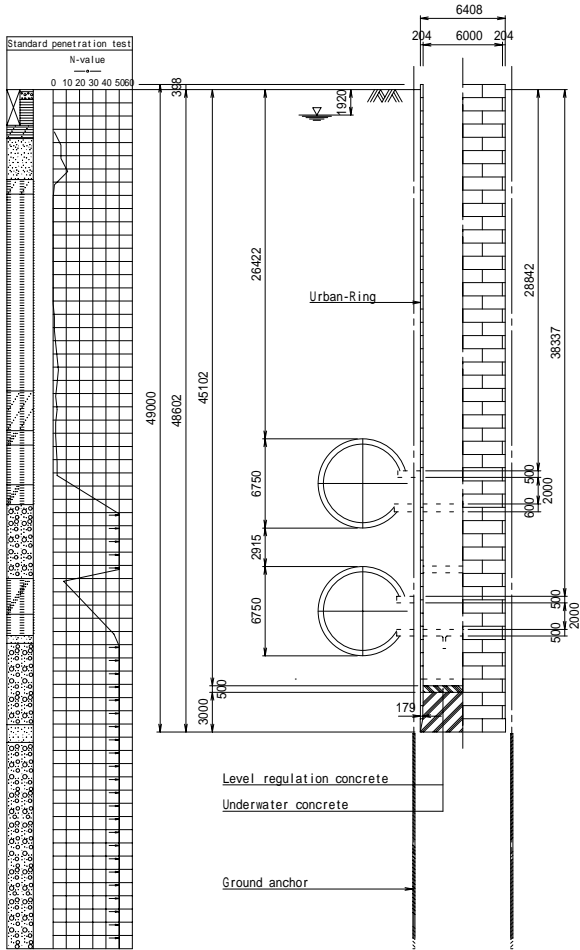


Fig.7 Profile of "Urban-Ring"

Photo 1 に施工時と休止時の写真を示す。



Photo 1 Under and out of construction

路下施工の計画は、搬送可能な資機材はそのつど、搬入・搬出するものとし、移動が困難な圧入沈設装置のみ道路下に配置する。この場合の掘削機械は、ホイールクレーン+重クラムシェルとする。重クラムシェルにより水中掘削された残土は、直接コンテナダンプに積み込み搬出するよう計画し、産廃処分とする。

「アーバンリング」の資機材は、路下施工が可能な大きさに分割されており、機材は覆工面から投入後、土留め空間にて必要な大きさに組み立てられる。リングの圧入沈設装置は、刃口リング据付から最終リング沈設完了まで移設することなく施工が可能となるよう設計されており、リングの組み立てから圧入掘削まで一連の作業を連続して行うことができる。

路下での設備配置を Fig.9 に示す。また、路下での施工風景を Photo 2 に示す。

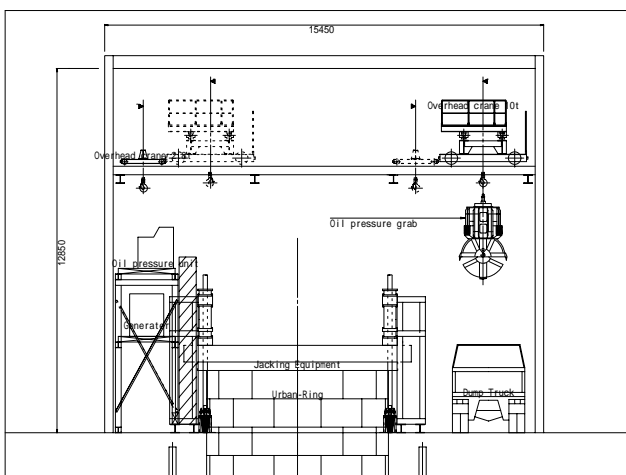


Fig.8 Equipments arrangement in a soundproof house

4.2 施工例 2 ~ 路下施工 ~

路下施工とは、交通量の多い昼間は通行に支障をきたさないよう道路を開放し、交通量の少ない夜間のみ工事を行う方法である。道路工事などでは一般作業としてすでに実施されているが、立坑などの構造物の工事ではあまり例を見ない。

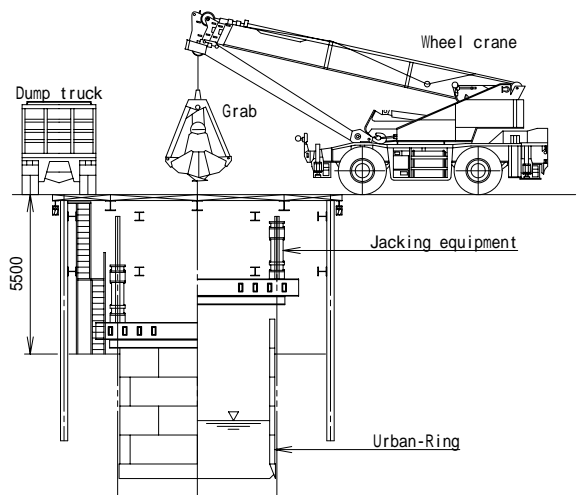


Fig.9 Jacking equipment arrangement (under-street)

「アーバンリング」

都市における昨今の道路・交通事情から路下施工のニーズは大きく、施工実績は年々増加傾向にある。「アーバンリング」の特徴的用途である。



Photo 2 Ring erection under a street

4.3 施工例 3～大口径施工～

「アーバンリング工法」は 2001 年 8 月に大口径の施工実績を外径 11.6m (内径 11.0m), 沈設長 L = 29.2m に更新した。それまでの最大径は東京都下水道局発注の第二岩淵幹線の発進立坑 (10.1m, L = 38.5m) である⁶⁾。第二岩淵幹線の施工風景を Photo 3 に示す。



Photo 3 Scenery of large diameter "Urban-Ring" construction

現在の最大径は、仮設の発進立坑として設計採用されたものであり、形状寸法は Fig.10 に示すとおりである。

当現場は、昼夜間施工で行われ約 2 ヶ月の急速施工で「アーバンリング」沈設工事を完了した。

発進地点が河川の近傍に位置することから土質はほとんどが砂層で一部にシルト、レキが混入する。硬質地盤ではないが、沈設トラブルを回避し円滑な工程管理を優先する目的で先行削孔を実施し、良好な結果を得た。

底板コンクリートは水中不分離性コンクリートを使用し、プランジャートレミー方式で水中打設した。坑内水排出後の状態を Photo 4 に示す。

底部からの漏水はほとんどなく平坦性も良好であった。また、壁面(「アーバンリング」)からの漏水も見られなかった。

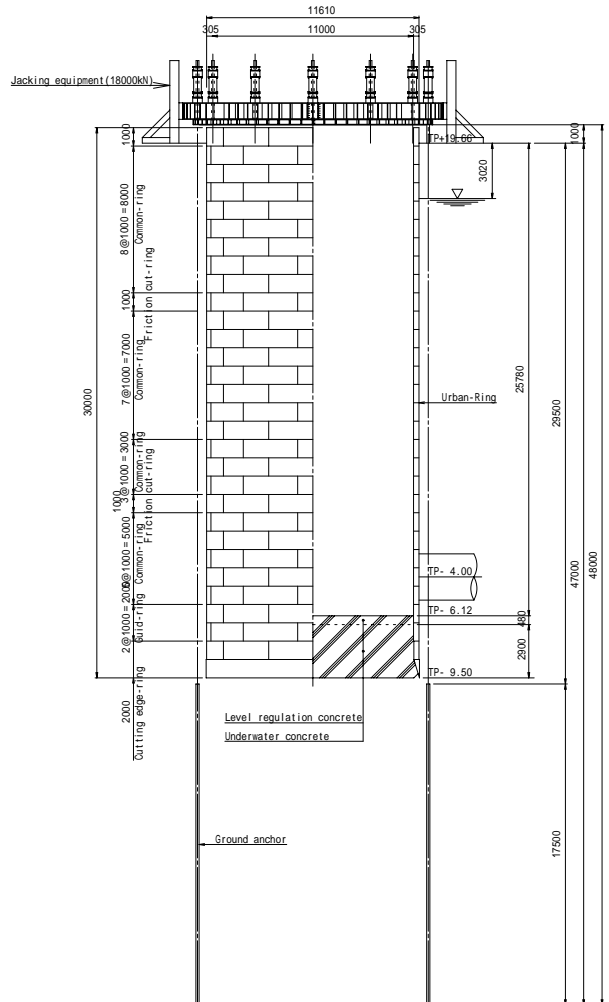


Fig.10 Profile of "Urban-Ring"



Photo 4 Finished bottom-slab concrete

参考文献

5. おわりに

これからの都市土木向け工法として注目されてきている「アーバンリング工法」用の材料である「アーバンリング」についてまとめた。

周辺環境への負荷の最小化，工費縮減と安全という大きな社会ニーズのもと，材料と施工技術一体のものとして，多様な用途に対して最適な工法を提案すべく種々のシステムやオプションを開発・整備している。今後，特に都市部において，従来にも増して立坑の立地条件が厳しくなることが予想される。路下施工，夜間施工も大きなニーズである。さらに大断面構造，大深度構造，本体構造，開口部構造など多様なニーズにも応えていきたい。

そのためには，ニーズの正確な把握と同時に，「アーバンリング」の設計において，地盤パラメータの設定や土圧の算定などが，全貌が明らかでない地盤条件の影響を強く受けることを考慮する必要がある。地盤条件，施工条件，構造物条件やコスト条件など種々の要因に対して，バランスの良い技術となるよう，更なる開発を進めることが大切であると考えている。

- 1) 酢谷郁夫ほか. “狭隘な現場におけるガス導管推進工用立坑の設計施工”. 土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集. -187, pp.374 - 375(1998).
- 2) アーバンリング工法研究会. “アーバンリング圧入工法技術資料”. 東京, アーバンリング工法研究会. 2000, 85p.
- 3) アーバンリング工法研究会. “アーバンリング圧入工法積算資料”. 東京, アーバンリング工法研究会. 2001, 91p.
- 4) 桂山広彰ほか. “アーバンリング工法(分割リング圧入工法)による立坑の設計と施工例”. 基礎工. Vol.26, No.4, pp.85-89(1998).
- 5) 「都市部でのシールド立坑に係わる新技術」連載講座小委員会. “立坑の構築技術(5), 特殊な立坑構築例(その 1), 掘削機械に係わる新技術”. トンネルと地下. Vol.31, No.3, pp.77-88(2000).
- 6) 山口徹ほか. “市街地における狭隘な用地での大規模立坑の施工 第二岩淵幹線立坑設置工事”. 土木施工. Vol.41, No.13, pp.8-15(2000).

<問い合わせ先>

日本鋼管ライトスチール㈱
道路・土木商品営業部 アーバンリングチーム
Tel. 03 (5644) 1244 佐藤 和義
E-mail address : k-sato@nkkl.co.jp