

中国非開削技術協会の年次報告にみる 中国非開削技術の動向



楠田 哲也
KUSUDA Tetsuya

九州大学
高等研究院特別顧問
(当協会副会長)

中国非開削技術協会（中国地質学会非開削技術専門委員会 CSTT）では毎年開催される中国非開削技術研究討論会にて非開削技術関連事項の年次報告を行っている。この報告は2013年以降中国地質学会非開削技術専門委員会副主席の顔純文氏が担当している。この専門委員会は国家機関の一部とみなせ、種々の規則を制定できる権限を持つ組織である。

平成28年4月23日になされた報告の概要を以下に述べる。報告内容の項目は、

1. 2015年の十大ニュース
2. 市場の統計分析
3. 新技術、新装置の開発

である。各項目の概要は以下のようである。

1. 2015年の十大ニュース

- ①王明復教授中国工程院学士院会員（院士）に選出
- ②中国34施工会社の非開削工事施工能力を審査・認定
- ③北京隆科興公司与中拓石油公司が新三板(店頭市場)に上場
- ④非開削術語集、HDD・推進工法と管更生技術の規定と積算資料を発表
- ⑤管道局、HDDで揚子江を横断施工し、延長3,500mの国内記録を更新
- ⑥国務院「都市の地下総合共同溝建設推進の指導意見」を発表
- ⑦北京市の基準「都市ガス配管反転更生工法と検収の規程」を正式施行
- ⑧福州市大口径長距離の推進工事順調に完了
- ⑨世界初のパイプジョイント矩形シールドを山東省済寧で完工
- ⑩「大型インテリジェント非開削HDD主要技術と工

業化」が中国機械工業科学技術一等賞を受賞、以下はその他項目を含めた概要である。

(1) 共同溝と海綿都市（雨水浸透都市）建設

2015年8月10日、中国国務院は「都市の地下共同溝建設に関する指導意見」を発表した。

- ・〈意見〉提出：2020年までに、国際的に見てトップレベルの共同溝を建設し、雑然とした道路景観を改善し、管路の安全レベルと防災・抗災能力を上昇させるとともに、主要道路の蜘蛛の巣状態の高架線を無くして、都市の景観を良好なものに改善する。
- ・〈意見〉要求：2015年末までに都市の地下管路を全面的に調査し、その結果をシステム化して総合管理を可能にし、地下管路管理総合規則を作成する。これからの5年間で都市の地下老朽管ネットワークを改造し、10年前後で、完全な都市の地下管路体系を構築する。
- ・おおよそ3年以内に全国で8,000kmの共同溝を敷設する。
- ・2015年10月11日、国務院は「海綿都市建設に関する指導意見」を発表した。「海綿都市」は簡単にいえば、都市の河川、湖沼と地下水の汚染予防と生態系修復を組み合わせ、都市を海綿のようにして、環境変化に適応し自然災害に対しても好ましい“弾力性”があって、降雨時に雨水を吸収し、貯水し、より深く浸透させ、浄化して、必要に応じてこの浄化水を利用するとともに内水氾濫を防止する。

(2) 非開削技術用語、HDD・推進工法・管更生に関する技術新規定、および施工積算資料完成

現時点での標準規則は、

- ①HDD施工工事規則 2002年
- ②推進工法技術と検収に関する規則 2006年
- ③非開削技術用語 2016年

- ④HDD技術規定 2016年
- ⑤推進工法技術規定 2016年
- ⑥管更生工法技術規定 2016年
- ⑦非開削施価格規定 2016年

であり、これらは国家、業界、協会、地方、企業を対象とする。

(3) 34施工会社の非開削技術施工能力を審査・認定

中国非開削技術協会は「非開削施工能力認証管理方法」に準拠して、HDD、推進工法、更生工法の3工法の専門的施工能力認証のための専門家評価審議会を開催し、初回として34社の施工能力を審査・認定した。認定結果は表-1の通りである。

表-1 工法の専門的施工能力認証結果

| 等級 | HDD | 推進工法 | 更生工法 | 合計 |
|----|-----|------|------|----|
| 甲 | 9 | 9 | 6 | 24 |
| 乙 | 4 | 2 | 1 | 7 |
| 丙 | 2 | 0 | 1 | 3 |
| 合計 | 15 | 11 | 8 | 34 |

(4) 中国におけるHDD施工の新記録

2015年1月29日、気道管局の作業会社が如東—海門—崇明島間のガス輸送管（径610mm, 延長3,500m）をHDDにて揚子江を横断させ、第4回目の管路施

工世界新記録を出した。（前3回の延長は2,700mと3,302mである）。

双方からの管路をドッキングさせ、高精度で施工を完了させた。同時に独特の泥水注入技術を採用し、しかも電子器械を活用し、推力、ドリルのトルクなどの情報をもとに、直ちに泥水排出量を調整し、泥水性能を向上させ、極めて長距離の微砂の摩擦の大きい地層を通過させ、土砂排出や先端ドリルの劣化や切断等の難題を乗り越え、第3級の拡径作業を完成させた。



写真-1 如東-海門-崇明島間の揚子江を潜るガス輸送管施工状況

(5) 米国のHDD新記録

2015年2月13日、米国Michael社は従来の世界記録を破るHDD施工記録を達成した。この施工技術は米国で101年の歴史を有し、この技術にて米国ヒュース

表-2 他のHDD記録

| 番号 | 施工時間 | 工程名称 | 管径(mm) | 延長(m) | 施工会社 |
|----|------|---------------------|-----------|---------|-------------|
| 1 | 2015 | 加拿大聖大バ斯卡河穿越工程 | 1,067 | 2,194.6 | 美国Michael公司 |
| 2 | 2015 | 美国休斯敦航道穿越工程 | 457 | 3,797.5 | 美国Michael公司 |
| 3 | 2013 | 甬台温天然气管道甌江南支定向钻穿越工程 | 813 | 3,192 | 管道局穿越公司 |
| 4 | 2013 | 如東-海門-崇明島輸氣管道長江穿越 | 610 | 3,500 | 管道局穿越公司 |
| 5 | 2013 | 江都—如東長江定向钻穿越工程 | 406.4と711 | 3,302 | 管道局穿越公司 |
| 6 | 2012 | 中海油崖門水道定向钻穿越工程 | 1,016 | 2,700 | 管道局穿越公司 |
| 7 | 2009 | 呼包鄂成品油管道黄河穿越工程 | 355.6 | 3,200 | 管道局穿越公司 |
| 8 | 2009 | 南氣北輸黄河主河槽穿越工程 | | 3,075 | 中原石油勘探局 |
| 9 | 2008 | 營盤連絡錢大遼河穿越工程 | 711 | 2,480 | 管道局穿越公司 |
| 10 | 2008 | 河南漯河穿越工程 | 1,219 | 711 | 管道局穿越公司 |
| 11 | 2007 | 新郷黄河穿越工程 | 355.6 | 3,000 | 廊坊华元机电公司 |
| 12 | 2006 | 波斯湾海底穿越工程 | 610と762 | 3,050 | 沙特DCL公司 |
| 13 | 2005 | 珠海磨刀門水道穿越工程 | 660 | 2,630 | 管道局穿越公司 |
| 14 | 2005 | 杭州錢塘江穿越工程 | 813 | 2,454 | 管道局穿越公司 |
| 15 | 2005 | 舟山外釣島到册子島海底穿越工程 | 610 | 2,350 | 廊坊华元机电公司 |
| 16 | 2002 | 杭州錢塘江穿越工程 | 273 | 2,309 | 管道局穿越公司 |

トンの航路下に3,797.5m、直径457mmの管路を敷設した。この工事を完成するため、Michael社と中国の提携パートナーは現場で1カ月準備作業し、2台の削孔機と15人の操作員により3日間で施工を終えた。

(6) 3社株式市場への上場

2014年12月12日：陝西中科非開削技術的有限責任株式会社は全国中小企業の株式市場に上場した。(証券略称：陝西中科，証券コード：831553)。2015年1月28日：北京隆科は非開削工事有限責任株式会社を設立し、全国中小企業の株式市場に上場した。(証券略称：隆科興，証券コード：831901)。2015年9月22日：拓石油工事技術的有限責任株式会社が全国中小企業の株式市場に上場した。(証券略称：中拓石油，証券コード：833687)。

(7) 都市ガス管用のCIPP法による施工と検収規定 正式発効

2014年12月17日、北京市規定「都市ガス配管反転更生工法と検収に関する規定」(DB11/T1136-2014)が公布され、2015年4月1日に施行された。この規定は国の規定の第1部中低圧から高圧に至るガス管の反転更生工法技術規定をカバーし高圧ガス管の反転更生工法技術規定の未規定分野を補充するものである。なお、この条文は、北京天環燃気有限会社、中国地質学会非開削技術専門委員会などの組織が起草したものである。

(8) 第33回国際非開削技術会議および展示会

2015年9月27日～30日に、国際非開削技術協会とトルコ非開削技術協会が共催した第33回の国際非開削技術研究討論会と展示会(No-Dig Istanbul 2015)がトルコ第二の都市イスタンブールで開かれた。中国非開削技術協会は国内の関係する事業体の専門家と技術者を組織して計26人が研究討論会に、加えて9社が展示会に参加した。展示会への出展企業は計84社(17の国と地域)で、51編の論文発表があった。2015年度の国際非開削技術会議の表彰は、科学技術研究課程に関する賞としてオーストラリアの掘進工法訓練委員会の掘進工法認定とHDD訓練課程(候補3件)、優秀な製品に関する賞としてドイツの会社の衛星システム/汚水支線機器(候補8件)、優れた管路建設工事に関する賞としてトルコEKOL YAPI INSAAT社がHDDにて実施したイスタンブールの大口径管工事(径914mm延長487mと847m)(候補9件)、優れた管路修復に関する賞・優れた工事に関する賞としてブルガリアStroitelna Mehaniztsia社のCIPPにて実施したカザフスタンの大口径管(候補12件)である。終身貢献賞はISTTの第2代会長であったFSTT会長のMichel Mermet氏とCTSTT前会長のTsun-ShenLiao(廖宗盛)氏であった。発表された重要論文を表-3に示す。

また、発表された新製品は、オランダNormag社電気駆動掘削機、オーストリアMTA社管路検査器、フィンランドGeonex社穿孔機、ドイツPROKASRO社UV CIPP(同様のものとしてドイツのReline, BKP, Brandenburger, Primusline社)、ドイツTrolining社更生工法Bionic、日本積水化学工業SPRである。

表-3 発表された重要論文一覧

| 番号 | 著者 | 組織名 | 題目 |
|----|--------------------|----------------------|---|
| 1 | Enrico Boi | イタリー IDS 社 | Large-Scale Utility Mapping using Multichannel 3D GPR Array Systems: Recent Developments |
| 2 | Roland Waniek | ドイツ IKT | Ten Years of CIPP Liner Testing Results |
| 3 | Gokhan Kilic | トルコイズミル経済的の大学 | Comparing Different Frequency GPR Antennas To Locate Anomalies In Concrete Structures |
| 4 | Tuomas Lasssheikki | フィンランド Geonex 社 | Steel Cased Horizontal DTH Drilling for Rocky No-Dig Applications |
| 5 | Stefan Schmitz | ドイツ Tracto-Technik 社 | HDD Experience in Low and High Mountain Regions |
| 6 | Lutz zur Linde | ドイツ Herrenknecht 社 | Installation of Shore Approaches and Sealines with Trenchless Methods: Technologies and Case Studies |
| 7 | Hideki Shimada | 日本九州大学 | Application of Pipe Roof by using Pipe Jacking under Different Design on Behavior of Ground Surface after Tunnel Construction |
| 8 | Michael Huainig | オーストリア MTA 社 | Cableless TV Inspection of Pipelines with Integrated Leak Detection |

2. 市場の統計分析

(1) 中国における第14回HDD調査

米国と中国におけるHDD機の販売台数を図-1に示す。

2015年の中国でのHDD販売台数は1,643台である。経済の成長速度が小さくなり、生産能力過剰などの影響により、2015年のHDD機器の販売量は全体で急降下した。第14回国内HDD機器統計にもとづけば、去年17社のHDD販売台数は2014年の2045台より402台減少し、低下率は24.5%である。

①2015年における新HDD機器台数

輸出は501台で、新規販売台数の30.5%を占め、2014年の537台より36台減少しただけである。輸出先の主な国家はロシア（ほぼ51%）とインド（ほぼ44%）で、他にはイラク、カザフスタン、マレーシアなどがある。2015年末の中国内HDD機器の総数は

15,680台(内、輸入量414台)で、累計の輸出台数は3,306台である。同時期、米国は2,525台増加し、総保有量は41,725台に達している。

②新規に増加した機器の大きさから見た分布

新規増加分1,643台の内、特大型49台（3.0%）、大型103台（6.3%）で、両者の和は2014年の29台と基本的に同じ水準を維持しているが、その比率は8.7%から9.3%と増加した。中型は合計934台で、2014年の1,216台より282台減少したが、比率的には変化が少なく、59.5%から56.8%に減少しただけである。小型は557台で、2014年の650台より93台減少した。その占有比率は31.8%から33.9%に上昇した。その比率の変化は図-2のようである。

③HDD機器の使用年数分布

使用年数から見ると、総数15,680台の内、この2年（2014年と2015年）の2,650台は、16.9%、3～5年の4,367台は、27.9%、6～10年の6,568台は、41.8%、10年

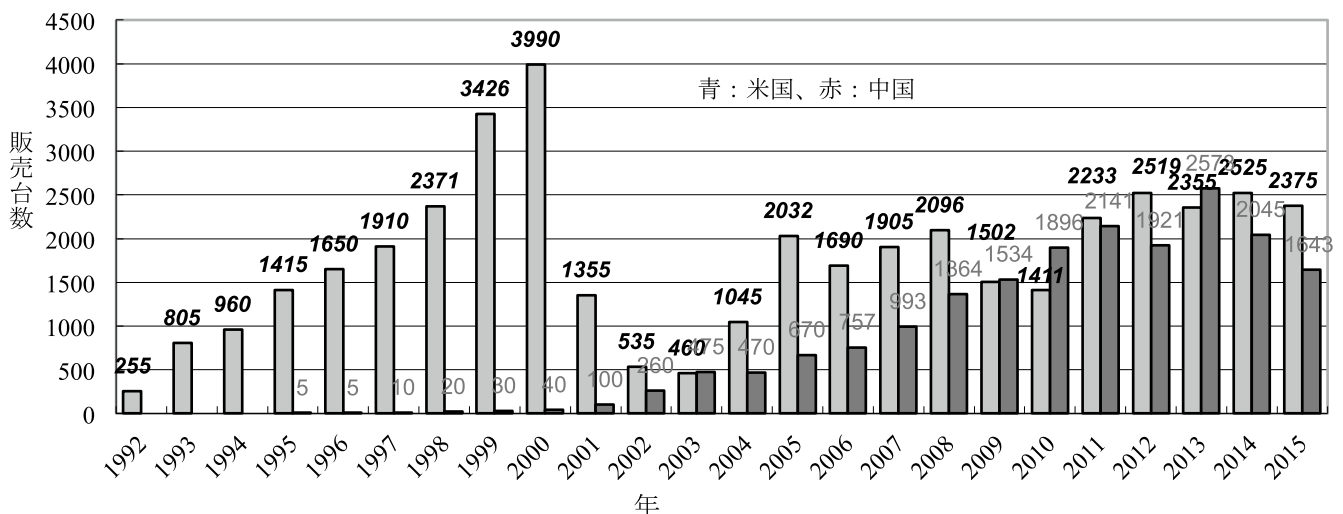


図-1 米国と中国におけるHDD機の販売台数の変化

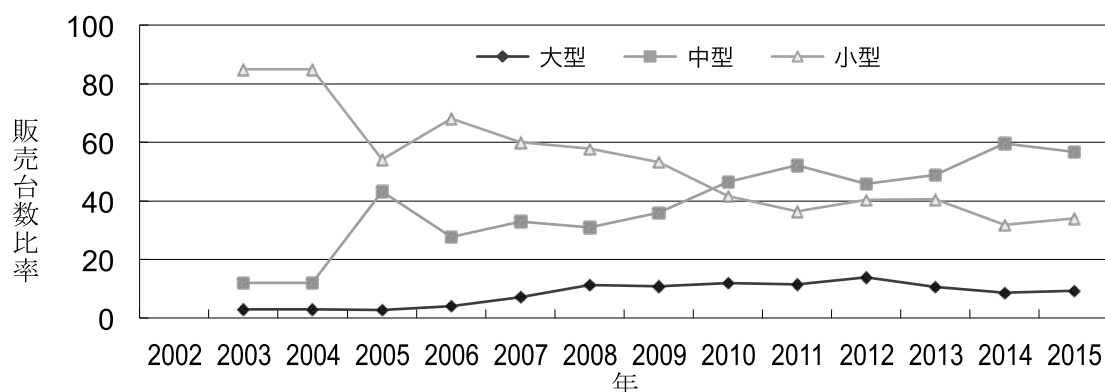


図-2 中国のHDD機器販売台数の率的变化

以上の2,095台は、13.4%である。

④市場占有率

2015年、HDD機器販売台数首位の企業の市場占有率は25.1%、第3位までのその総販売台数は972台で、市場占有率は59.2%であり、2014年よりやや上昇している。第5位までの販売台数は合計1,233台で75.1%を占め、2014年より若干低下している。第10位までの販売台数は合計1,556台で、94.7%を占め、ほぼ前年と同じである。ここ数十年の急速成長を経て、中国のHDD機器の市場は成熟して安定した段階に入り市場の構成は基本的に固まったとみている。

表-4 HDD機器の企業順位別市場占有率の変化 (%)

| 順位 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第1位 | 21.6 | 26.1 | 24.2 | 22.6 | 25.1 |
| 第3位まで | 53.0 | 56.4 | 56.8 | 55.1 | 59.2 |
| 第5位まで | 73.4 | 72.5 | 72.8 | 78.6 | 75.1 |
| 第10位まで | 95.1 | 92.8 | 95.2 | 95.0 | 94.7 |

(2) 米国HDD機器販売状況

2015年の米国におけるHDD機器販売台数は2,375台である。1980年代、大型HDD機器は大口径管施工のために需要が大きく伸びた。1990年代には、電気通信業の進展により小型HDDの使用が急速に伸びた。21世紀に入って、電気通信市場は不景気となり、エネルギー業も谷底を示した。過去数年は、エネルギー業の繁栄により大型機器の市場シェアが増加するとともに中型機器も増加した。HDD工法は地下のパイプライン施工における選択肢の一つではなく、環境条件下で適切な技術として選択されるようになった。熟練

工は常に不足気味であり、大量の新参入（低価格入札は経験が欠く）はパイプライン事故につながり、発展を阻害している。総じてみれば、HDDは安定した、健康的な発展段階にある。

①米国HDD技術市場分野

電気通信分野はHDDの最大使用分野(20%)であり、ガスの分野も市場シェアも大きい。大口径の油送管と下水管は減少気味である。

表-5 米国のHDD工法使用比率 (%)

| 使用分野 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 電信通信 | 24.2 | 25.0 | 21.5 | 19.9 | 20.0 |
| 電力 | 13.9 | 13.3 | 12.9 | 13.5 | 14.0 |
| 天然ガス | 21.9 | 21.1 | 16.9 | 17.0 | 19.6 |
| 水道 | 12.4 | 12.5 | 14.9 | 15.1 | 18.0 |
| 油輸送 | 15.4 | 15.5 | 17.6 | 18.1 | 13.5 |
| 下水道 | 9.3 | 8.7 | 9.6 | 9.5 | 8.7 |
| その他 | 2.9 | 3.9 | 6.6 | 6.9 | 6.2 |

②HDD機器の市場占有率

米国におけるHDD機器の市場占有率は表-6、図-3のようである。大型と中型ドリルの市場シェアは増えていても、小型のドリルは依然としてよく用いられている。

表-6 米国におけるHDD機器の市場占有率

| ドリル型式 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 巨大型 | 0 | 0 | 0 | 4.1 | 4.3 |
| 大型 | 8.2 | 8.1 | 9.2 | 10.1 | 12.0 |
| 中型 | 23.5 | 27.2 | 30.2 | 30.4 | 30.5 |
| 小型 | 68.3 | 64.7 | 60.6 | 55.4 | 53.2 |

注) 巨大型：回転力ほぼ130ton 大型：回転力45 - 130ton
 中型：回転力18 - 45ton 小型：18ton以下

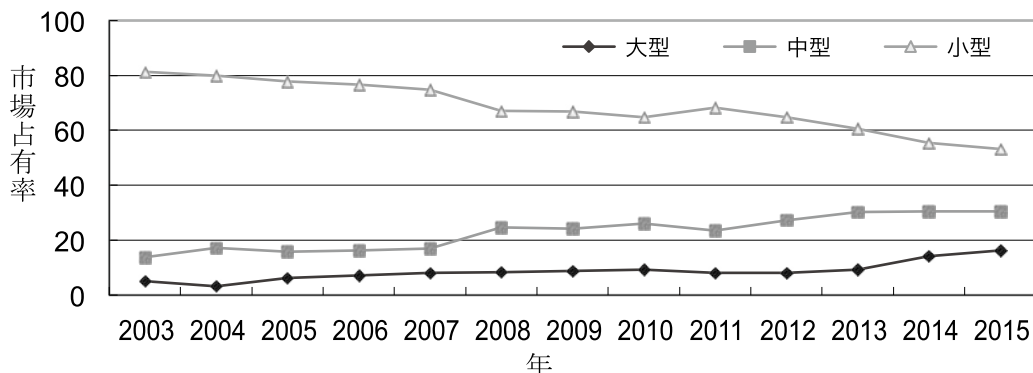


図-3 米国におけるHDD機器の市場占有率

③ HDD機器の使用年数分布

米国で使用されているHDD機器の使用年数分布は表-7のようである。

表-7 米国で使用されているHDD機器の使用年数分布

| 機器年齢 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10年以上 | 10.0 | 13.0 | 15.7 | 22.1 | 20.3 |
| 5～10年 | 37.5 | 43.5 | 26.5 | 28.4 | 31.7 |
| 2～5年 | 35.7 | 26.6 | 40.7 | 28.4 | 29.3 |
| 2年以下 | 16.8 | 16.9 | 17.1 | 21.1 | 18.7 |

④ 平均管路施工延長

米国で施工されたHDDによる施工延長は表-8のようである。ドリルと掘削器具の能力の進歩によってHDDの施工は益々多くなり、短距離の区間にも多用されるようになってきた。そのため過去2年のHDDの平均施工延長は短くなっている。

表-8 米国で施工されたHDDによる施工延長 (m)

| ドリル形式 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 大型 | 501 | 317 | 618 | 677 | 609 |
| 中型 | 197 | 181 | 193 | 185 | 173 |
| 小型 | 110 | 108 | 85 | 80 | 79 |

⑤ 管材分布

米国における使用管材の比率の変化は表-9のようである。

表-9 米国における使用管材の比率の変化 (%)

| 管材 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HDPE | 43.9 | 44.9 | 43.0 | 43.2 | 42.4 |
| PVC | 22.9 | 21.7 | 22.0 | 22.1 | 22.4 |
| 鋳鉄 | 12.7 | 12.4 | 12.5 | 12.3 | 11.8 |
| 鋼鉄 | 15.5 | 15.3 | 16.2 | 16.2 | 15.6 |
| その他 | 5.0 | 5.7 | 6.3 | 6.2 | 7.8 |

(3) 米国における第19回地方自治体の調査

アメリカ経済のゆっくりとした回復にともなって、過去5年污水管と水道管の施工（新規と改築の合計）に関する投資は毎年増えている。2015年の管改築・修繕工事に関する非開削工法の採択比率はおおよそ40%で、管工事全体に対する非開削工法の採択比率は33%である。非開削施工を採用した都市では、CIPP

が49%を占める。都市数で見た比率として部分修理工法に採用したものは40%、吹付法は31%となっている。化学モルタル注入法28%、HDD24%、管路破砕法22%、分枝管内更生法21%である。鞘管工法、密着管法、夯管と推進工法の使用比率は比較的低い。污水（含雨水）管と水道管の施工投資（億USD）を表-10に示す。

表-10 污水（含雨水）管と水道管の施工投資（億米ドル）

| 年度 | | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 | 2016年予定 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 水道管 | 新設 | 27.8 | 32.0 | 36.0 | 38.0 | 41.0 |
| | 改築・修繕 | 16.5 | 17.0 | 19.0 | 21.0 | 22.0 |
| 污水管 | 新設 | 43.0 | 43.0 | 48.0 | 50.0 | 55.0 |
| | 改築・修繕 | 35.8 | 38.0 | 43.0 | 47.0 | 50.0 |
| 雨水管 | 新設 | 8.17 | 8.98 | 13.0 | 15.0 | 18.0 |
| | 改築・修繕 | 7.8 | 10.0 | 11.0 | 10.0 | 11.0 |

また、各種非開削施工法の評価は、5：とても良い；4：良い，3：比較的良い，2：ほぼ良い，1：悪い，とする時、CIPP 4.0, HDD 4.0, 密着法4.0, 推進工法4.0, 管路破砕法3.4, 吹付法2.8, 取付管更生3.1, 部分補修3.4, 化学モルタル使用3.4などとなっている。

3. 開発された新技術と新装置

新技術として、削孔施工技術、拡径施工技術、硬岩掘削技術（駆動モータ、二重管、カッターヘッドなど）、曲線推進、長距離推進、パイプルーフ工法、直接施工（最長の1,230.8m）、環境保全、地熱開発、真空開削、下水道検査と評価技術（SSET）などがある。

また、新製品には以下のようなものがある。

① インバーター利用の回転調整可能HDD

オランダNormag社製で、石油掘削にも使用でき、デジタル制御、コスト低減が可能で省エネ率30%の環境に配慮した装置である。代表的なものとして、XY-8DB型スピンドル式岩盤掘削機やXD-30DB型先端駆動式コアボーリング機がある。

② 無ケーブル式管路検査装置

オーストリアMTA社製でバッテリー電源供給方式でビデオと聴音装置を備えている。上下水、ガス、熱水と直管、曲管（最大90度）に適用可能である。適用口径100～3,000mm、最大長50m、耐水圧100bar、耐熱70℃、高解像度である。

③3D地下探査レーダー

米国Radar社のものは、10インチの高解像度松下タブレットPC上に、GPSとグーグル地図を備え、3D映像化でき、Bluetoothと3G、あるいは4Gの電気通信ネットワークでの通信が可能である。

イタリアIDS社の車載型3Dレーダーは、レーザー操作装置を移動させることができ、ハード面、ソフト面で問題点の解明能力を有している。

④ドイツTrolining社の生物的CIPPライニングは特殊な更生材表面の構造により水流が生じ沈積可能物質を流下させることができる。また、作業員が管路内部に入っても安全に立つことができる。

生物工学的自己適応PDCビットは虎の爪骨格を原型として、その爪の部分の特性を模して設計したもので、爪の部分の関節の動きをビット構造に適用することによって構造を保護できるようにしたものである。複雑な地層を掘削する時、衝撃力の作用で切削角を変えることができるもので、ビットを保護するとともに効率的な装置である。

⑤光硬化型更生工法

現位置での紫外線硬化法（UV CIPP）である。グラスファイバー入りの更生材料を用い、高強度、高耐食性、薄い壁厚、低コスト、急速固化、長施工距離、高自動化度、低環境影響という特性を持ち、重視されている。作業車はシームレスのグラスファイバー含有更生材を含め、殺菌灯、更生機器と操作員を一体とし

て運べる。

上海管麗会社はドイツのルイライグループの管更生技術を導入し、河南中拓会社は光硬化更生材料を用いた更生技術を開発し、米国Pro-liner社も光硬化更生材料の生産を中国で開始した。

⑥インターネットの工業利用

IT技術の発展につれ、HDDへの導入が始まった。オランダPrime社が開発したProDataシステムはリアルタイム測量と記録点数を増し工程管理を容易にするとともに問題点の発見を簡単にし、合わせてGPSを利用してマッピングし工程管理を容易にした。

⑦異形管の推進工法

揚州広鑫者の土圧式矩形推進機（大小カッターの組合せ）や日本のアルファ社の矩形推進機（ISTT No-Dig賞2013年受賞）がある。

⑧環境修復技術

土壤汚染回復（抽出法）、廃棄物処分場からの汚染物流出汚染防止（隔離法）、生物利用の修復などがある。

⑨その他

フィンランドGeonex社の岩盤地層ドリル、直接管路構築法、伸縮可能推進工法、小口径硬岩掘進機（中鉄装備会社）、推進機（ドイツのHerrenknechtやPrime）、新型泥水ポンプ（北京万向紅螞蟻会社）、大型HDD用のFDP-1200機、真空輸送システム（Vermeer社）、無纜式有線誘導計（米国Savant社）、誘導装置Falcon（米国DCI社）などがある。