

中国非開削技術専門委員会年次報告書 概要



久米 辰雄

KUME Tatsuo

京都工芸繊維大学
長もちの科学開発センター
シニアフェロー
元下水道新技術機構評議委員

1. はじめに

今回の中国非開削技術専門委員会年次報告書は中国非開削協会CSTTの副委員長、顔 純文 (Yan Chuwen) 教授より受領した2017年4月14日付の119ページにわたる中国語のパワーポイントでの報告書「地下埋設管建設と非開削市場分析」の要約である。筆者はこの分野での中国語にやや不慣れなため翻訳の不適切な表現が含まれる場合もあるがご容赦願いたい。

パワーポイントの構成は4章にわたっており、

- ①国の地下埋設管の建設状況
- ②中国、およびアメリカの統計分析
- ③最新の注目技術、トピックス
- ④第35回国際非開削技術会議および展示会

となっている。

2. 中国の地下埋設管の建設状況

中国の地下埋設管には、①地方自治体管理埋設管と②幹線パイプラインの2種類がある。①地方自治体管理埋設管は、下水管、上水道管、ガス管、熱導管の4種類あり、幹線パイプラインには主に石油や天然ガスの長距離輸送パイプラインがある。特に近年、都市部での人口増加やエリア拡張に伴い、地下埋設管の建設実績は飛躍的に増加しており1980年比で28倍以上となっている。中でも中国西部の新疆ウイグル地区等に集中するガス田から北京、上海などの東部の需要地に天然ガスを輸送する”西気東輸”などの天然ガス輸送のパイプラインが完成して以来、都市部での天然ガス転換作業が進展し、この10年間の都市部での天然ガスのパイプライン建設は急増し、総パイプライン延長は、急速に伸びている。

地方自治体によるパイプライン建設は飛躍的に伸び

表-1 都市部でのパイプライン建設(2015年の統計)

	1980	2015	1980年比(倍)
4種類の総延長(km)	70338	1982574	28.2
パイプライン密度 (km/km ²)	9.46	38.05	4.0
1人当たりの延長(m)	0.79	4.31	5.5

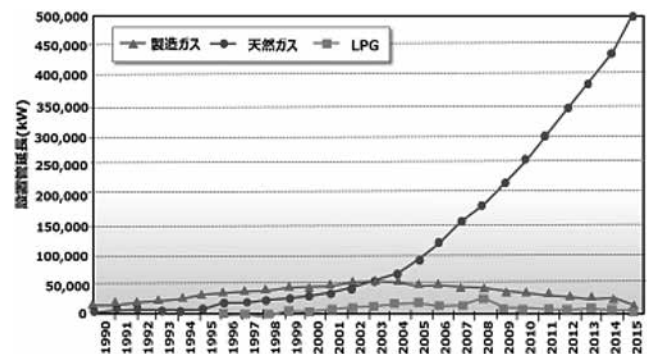


図-1 年度別中国全土都市部ガス供給管設置延長

てきたものの、都市部での社会インフラ建設全体の中では、遅れており、中国の住宅部門調査統計では、最近の自治体管理パイプライン建設管理に関して、下記の4点を指摘している。

- ①普及の遅れ (総延長, 密度, 1人当たり)
- ②パイプライン網の老朽化 (50年以上の経年管約6.2%: 深刻な顕在化, 潜在化漏えい)
- ③劣化管材 (ネズミ 鑄鉄管50%以上: 腐食しやすく, 低強度)
- ④過負荷操業 (断水トラブルや管破裂の増加)

①の普及の遅れに関して言えば、下水道の普及を1例としてみても、他の欧米先進国より、パイプライン密度が、1人当たりのパイプライン延長などで遅れている。

②のパイプライン網の老朽化については、調査統計では中国が1980年以前に敷設したパイプラインは約18.2万 km (内訳: 下水管5.8万 km, 上水供給管9.7

表ー2 中国と先進国の下水管普及比較

国	下水管総延長	管密度
ドイツ	下水管総延長44.6万(km) 一人当たり95.44(m/人)	管密度10(km/km ²)以上 (2002年)
日本	下水管総延長35万(km) 一人当たり35.1(m/人)	管密度20-30(km/km ²)以上 (2004年)
アメリカ	下水管総延長150万(km) 一人当たり4.0(m/人)	管密度15(km/km ²)以上 (現在)
中国	下水管総延長54万(km) 一人当たり1.17(m/人)	管密度10.36(km/km ²)以上 (2015年)

万 km, ガス管2.4万 km, 熱導管0.3万 km) にのぼり, 既に耐用年数が過ぎ, 事故が頻発している。上水供給管(水道管)における平均漏水率は約24%で欧州の7%比較してもはるかに大きく, 毎年漏水量は100億 m³に達している。南北送水プロジェクトの平均送水量と比較しても, 下水管の老朽化(スケーリングや接続部の亀裂など)も進んでおり, 汚水の滲出, 漏水などが発生し, 都市部の地下水汚染や周辺環境汚染は非常に深刻となっている。ガスパイプラインでは腐食や接続部の亀裂等によりガス漏洩やガス爆発なども発生し市民の生命・財産に脅威を与えている。

表ー3 管材料劣化による上水管の不具合

管種	総延長(km)	比率(%)
ネズミ鉄管	43,362	50.8
コンクリート管	11,133	13.0
垂鉛メッキ管	5,138	6.0
ダクタイル鉄管	14,135	16.8
銅管	6,977	8.2
塩ビ管(PVC)	4,467	5.2
合計	85,212	100.0

③配管材料の劣化による不具合については, 上水管では, 8万5,000km以上に不具合があり, ネズミ鉄管での漏水が最も多く全体の50%以上を占めている。

過負荷操業については, 中国では急速な発展に伴い, 一部の都市では, 上水導管の建設時期が異なる違うエリアを共通で給水している場合, 様々な管材が混合して使用されているケースが発生し, 標準使用圧の低い管での超負荷操業により, ④管破裂事故も多発している。また, 都市部の人口密集地や水道管径が小さい場合など利用ピーク時には, 供給能力不足となり断水が

発生している。一部の都市では, 新水源建設や地下水源から地表の水源へ変更したケースは, 圧力損失を補完するためパイプライン網の水圧が設計基準を超え高めることがあり, 使用中の配管の破損や, パイプライン網の漏れい量増加の原因となっている。雨水・下水合流管では, 降雨時, 排水量が増加し, 下水の溢流が発生するほか, 下水処理場での処理プロセスの負荷に多大な打撃を与える事例も発生している。

主要パイプライン事故

- ・土砂流出
- ・パイプライン破裂
- ・路面陥没
- ・都市浸水



写真ー1 様々なパイプライン関連事故

3. 中国の長距離石油・ガス幹線建設状況

2015年初現在, 中国の石油・ガスパイプラインは既に累積約10.87万 km(内訳: 石油4.47万 km, ガス6.40万 km) 建設されている。最初に形成されたのは中国東北部の大慶油田や渤海油田から南の中国深圳, 东莞, 広州などの珠江デルタ地区を結ぶ“北油南運”と, 中国西北, 青海格尔木や西南地区の西藏拉萨の油田と東南部の珠江デルタ地区を結ぶ“西油東進”の石油パイプラインであり, 天然ガスは中国西部のタリム盆地,



図ー2 中国の原油パイプライン網

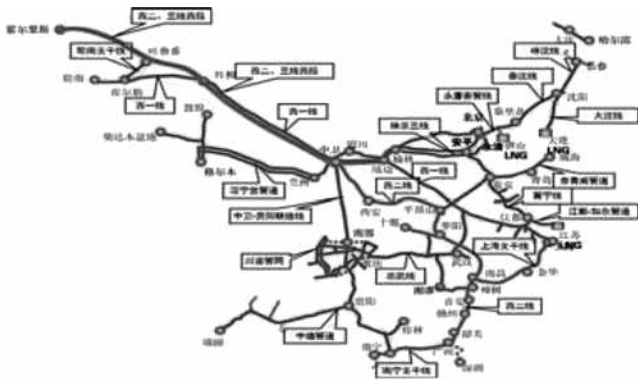


図-3 中国の天然ガスパイプライン網

四川盆地、オルドス盆地のガス田から上海を結ぶ“西気東輸”や東シナ海海底ガス田から上海や珠江デルタ地区等の沿海の需要地に送る“海気登陸”の天然ガスパイプラインである。それ以降もさまざまな石油・ガスの幹線パイプラインが急ピッチで建設されている。更に天然ガスパイプライン網は整備化が進んでおり表-4に示すような4つの幹線が新たに建設されつつある。

表-4 中国の建設中の4大天然ガスパイプライン網

パイプライン名称	第4京京線 第4陝西省-北京線	第4西気東輸 第4東西線	新粵浙線 広東省-浙江省線	中俄東線 中国-東ロシア線
延長(km)	1(幹線)3(支線) トータル 1468	2454	1(幹線) 4929 5(支線) 3393	ロシア側 2680 中国側 3968
管径(mm)	1219	1410		1016~1420
年間輸送能力 (億m ³)	250	300	300	380
着工	2007-14	2014 (遅延)	2015 (遅延)	2015
完工	2010-17(幹線)	2017	2017	2018
総投資額(億元)	230	360	1590	

4. 城郷建設：地方都市・町村建設について

これまで述べてきたのは主要な全国656都市（4直轄自治体、291の県レベルの都市、361の郡レベルの都市）のみで、現在、中国では、地方都市・町村の整備を含めた『「十百千万」都市システムの構築：10の国家主要都市、100の特別都市、1,000の中小都市、10,000の特別町村を建設する計画』が立案されている。

上水、下水、ガス、熱導管4大パイプライン整備のほか、電力ケーブルや通信・TV・インターネットの3種混合の地中ケーブルの敷設計画も進んでおり、これらの整備に非開削工法の活用が大いに期待されている。

表-5 中国の全国都市・地方都市整備計画

都市、町村	主要都市	地方都市	町村
市町村数	656	1568	20515
戸籍上の人口(億人)	3.94	1.40	1.92
面積(万km ²)	5.21	2.00	4.78
自治体公共施設建設投資額(億元)	16204.4	3099.8	7469.0
四種パイプライン投資比率(%) (下水、上水、ガス、熱導管)	15%	23%	8%
下水道管総延長(万km)	54.0	16.8	18.17
上水道管総延長(万km)	71.0	21.5	57.64
ガス導管総延長(万km)	52.8	11.0	
熱供給管総延長(万km)	20.4	4.6	
四種導管合計 総延長(万km)	198.2	53.9	75.8

注：表中の数字は香港、マカオ、台湾を含まず。

5. 第14回 中国HDD(水平掘削)調査について

2016年は、世界経済成長の停滞、需要縮小により、建設機械全体に景気低迷が続いていたにもかかわらず、水平方向掘削リグ・機械製造業界は、メーカーごとに増減はあるものの、業界全体では逆に成長を示した。第14次中国国内水平掘削リグ・機械統計によると、2016年は17社の水平掘削リグ・機械メーカーは1900台の掘削リグを販売し対前年比257台増、対前年比15.6%増となっている。最新のリグ販売のうち、輸出は542台で販売総数のうち28.5%を占めている。主要な輸出国は東南アジア（主にインドとマレーシアのほか、CIS（ウクライナ、トルクメニスタン等）諸国に輸出されている。2016年末までの、中国国内の水平方向掘削リグの保有台数は17,038台。（輸入リグ基数を含む）なお、アメリカの新規増加リグ数は2415台、累積保有リグ数は44,861台となっており、中国はアメリカに対して新規販売数では78%に迫っている。

新規増加掘削リグ1,900台の型式分布を分析すると、特大型は、65台（3.7%）、大型は152台（8.0%）、中型は1,273台（67%）、小型は410台（21.6%）で、この10年間で、中型が大きく伸び、大型や特大型も着実にシェアが伸ばし、中国全体で埋設管の工事がより大型化していることを物語っている。メーカー別に見れば、2016年度の1,900台のうちトップ10の企業で1789台（94.1%）、うちトップ3で1,156台（60.8%）、トップ企業は462台（24.3%）を販売しており、規模の変遷はあるもののメーカーシェアはあまり変化はなく、着実に販売は増加している。

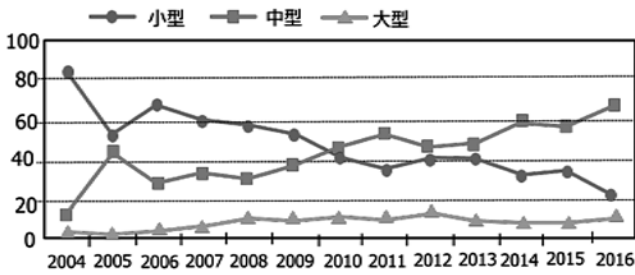


図-4 中国のHDD掘進機の規模別シェアの推移

6. 最近の10大イノベーションとトピックス

中国の最近の10大イノベーション技術は、①独立式HDD掘進機②ナビゲーションシステム③HDD交差結合工法④曲線推進工法⑤直接パイプ敷設法⑥原位置硬化法CIPP⑦管内監視 CCTV⑧分岐管修復⑨溶接(溶着)可能PVC管⑩スラリー処理及び地層改良の導入である。また、最近の10大注目トピックスは、①岩盤層掘削機押しぬき機器②同時拡孔技術③高速プルバックジョイント④後退可能掘進機⑤異形推進機(矩形等)⑥紫外線原位置硬化⑦地中探索レーダー⑧旋回風式管路清掃技術⑨大気汚染(微小粒子状物質PM2.5等)に伴う地中熱開発の進展⑩官民パートナーシップであり、中国メーカーによる技術開発や、欧米との合弁なども進んでいる。紙面の関係であまり紹介できないが、中国でも、これらのイノベーション技術などが急速に採用され、推進工法は、長距離化、大口径化が進んでいる。また、PM2.5対策から地中熱利用も進んでおり、ドイツTT社、Herrenknecht社、BAUER社のほかアメリカVermeer社などにより、中国でも本格的な地中熱利用開発が進んでいる。

表-6 水平方向掘削機貫通記録

NO	施工年	プロジェクト名	管径(mm)	延長(m)	施工会社
1	2017	南台臨天熱気管線臨江南京定向地穿線工程	323	3360	中原油建公司
2	2016	南台臨成油氣管線臨江南京定向地	813	3197	江江油建公司
3	2015	加拿大立大巴黎卡河穿線工程	1067	2194.6	美國Michael公司
4	2015	美國休斯敦熱氣管線穿線工程	457	3797.5	美國Michael公司
5	2013	南台臨天熱気管線臨江南京定向地穿線工程	813	3192	管道局穿線公司
6	2013	加爾-海門-崇明島熱気管線長江穿線	610	3500	管道局穿線公司
7	2013	江都-柳東長江定向地穿線工程	406.4x711	3302	管道局穿線公司
8	2012	中海油臨江門水道定向地穿線工程	1016	2700	管道局穿線公司
9	2009	呼包鄂成油氣管線臨黃河穿線工程	355.6	3200	管道局穿線公司
10	2009	南氣北輸黃河主河槽穿線工程		3075	中原石油勘探局
11	2008	寶島華池南大江河穿線工程	711	2480	管道局穿線公司
12	2008	河南濟河穿線工程	1219	711	管道局穿線公司
13	2007	新嘉黃河穿線工程	355.6	3000	膠州中元机电公司
14	2006	遼寧渤海灣穿線工程	610x762	3050	沙特DCL公司
15	2005	珠海航門水道穿線工程	660	2630	管道局穿線公司
16	2005	杭州臨江穿線工程	813	2454	管道局穿線公司
17	2005	舟山外行島到龍子島海峽穿線工程	610	2350	膠州中元机电公司
18	2002	杭州臨江穿線工程	273	2309	管道局穿線公司

表-7 中国での地熱開発状況

地熱種類	浅い地層の地熱 (地中熱ヒートポンプ)	熱水地熱 (中温)	高温火山型地熱 (高温)
深度	200m以下	3000m以下	2000m以上
掘削	垂直井、水平井	垂直井	垂直井、高温 (200℃以上掘削ツール、泥漿)
用途	暖房	発電、療養・老人ホーム	発電
実例	地熱ヒートポンプ (河北雄都方式)	西藏羊八井 浙江千岛湖1360m、45.5℃	山東2000m、114℃
掘削設備	液圧式ヘッド駆動 多機能掘削リグ	井戸掘削リグ、浅層石油掘削リグ(ターンテーブル式、ヘッド駆動式)	深層石油掘削リグ (電動式)
実施会社	ドイツ TT社、アメリカ Vermeer社	ドイツHerrenknecht社、BAUER社	

7. 最後に

中国では、石油天然ガスの幹線パイプライン工事やそれに伴う都市部でのガス管敷設のほか、下水、上水などのパイプライン工事もまだまだ必要で、非開削工法関連技術は今後ともますます普及していく重要技術であり、この分野のさらなる技術進展を期待して要約としたい。