

国鉄パイプラインの技術的展望

岡 田 宏*

はじめに

国民生活における石油消費量の著しい増大と内陸部の急速な市街化の進展に伴い、石油の大量中長距離陸上輸送の需要が非常に高まっている。このような輸送需要の増大に対処するため、石油の最も合理的な陸上輸送手段であるパイプラインを早急に整備することの必要性がここ二、三年各方面で叫ばれ、昭和47年6月には「石油パイプライン事業法」が成立し、わが国もようやく本格的なパイプライン時代を迎えようとしている。それと同時に、石油パイプラインの安全問題に関するさまざまな議論が聞かれるようになった。適切に設計・施工・運営されたパイプラインは決して危険なものではなく、きわめて安全な輸送施設であることは、すでに100年を超える欧米の歴史が証明している。しかし、可燃性の流体を高圧で輸送するための施設であるから、安全確保のためには、わが国の多様な自然的・社会的環境を十分考慮に入れて、多角的に検討しなければならないことはいまでもない。

国鉄では、早くからパイプラインの検討を開始し、現在、京浜地区から八王子を経て南埼玉に至る石油パイプラインの建設を進めているが、その計画に際しては、部内外の技術力を総結集して、各種の試験・実験・研究を行い、安全なパイプラインの実現に努めている。本文では、石油パイプラインの経緯等について簡単に紹介したのち、主として土木の分野に関係の深いパイプライン導管の、設計・施工上の問題について述べることにする。

1. 石油パイプラインの経緯

(1) 現 状

パイプラインは、流体の大量中長距離輸送手段として

非常に効率的なものであることは、今さら論をまつまでもなく、われわれの身近かな例としては、水道管、ガスパイプラインなどがあり、文化生活を営むうえに欠くべからざる役割を果たしている。

石油の原油や製品をパイプラインによって輸送することは、アメリカ合衆国においてはすでに100年を超える歴史を有し、第二次大戦後急速に発展したヨーロッパ、中近東、ソビエト諸国等を加えた世界の幹線石油パイプラインの延長は、原油ライン約30万km、製品ライン約18万kmに達している(アメリカ合衆国や西ドイツでは石油の総輸送量に占めるパイプラインの輸送割合は、約45%といわれている)。

一方、わが国において現在までに敷設された石油パイプラインは、いずれも小規模なものばかりであり、いわゆる大量中長距離輸送手段としての石油パイプラインは皆無といってよい(昭和46年の通産省調査¹⁾によると、原油ラインが合計83本で総延長492km、製品ラインが合計149本で総延長478kmとなっている)。このように、現在までパイプラインが発展しなかったのは、石油の消費量そのものが、ここ数年の間に急激に増大したものであることのほか、原油の大部分を海外に依存し、大型外航タンカーが原油の輸送を一手に引き受けていること、精油所はもちろん大消費地である大都市や大工業地帯のほとんどが臨海部に集中していたため、大規模な陸上輸送の必要性が生じなかったこと、さらには、パイプラインに対する認識が乏しく、それを発展させる総合的な施策が無かったこと等が理由として考えられる。

(2) 必 要 性

経済規模の拡大とエネルギー革命、自動車保有台数の激増、石油化学工業の発展等の事情が相まって、近年のわが国における石油消費量は著しく増大し、昭和46年度の実績は2億2000万kl(昭和39年度の約3倍)に達している²⁾。このような石油消費量の増大と、既製の臨海工業地帯および市街地の過密化に伴うその内陸部へ

* 正会員 日本国有鉄道建設局停車場第二課長

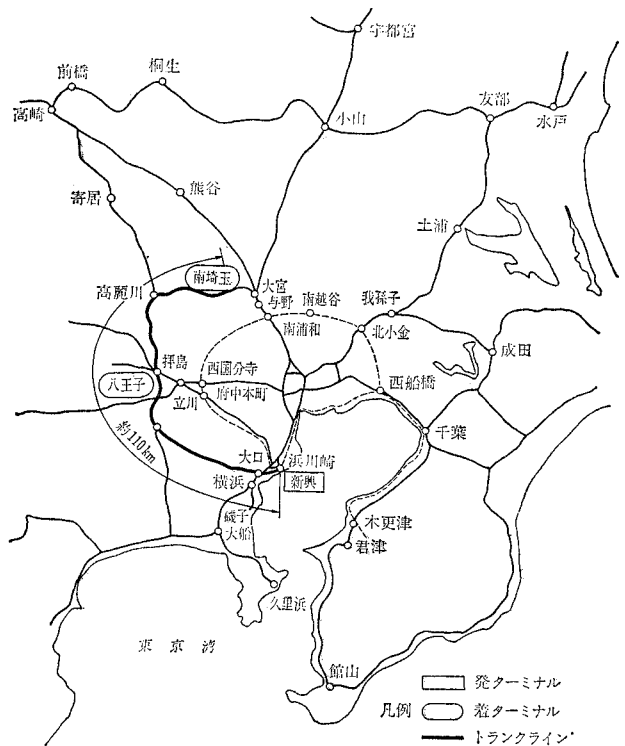
の分散とが相まって、石油の中長距離陸上輸送も増大の一途をたどっている。このように増大する輸送需要を、従来からの鉄道タンク車およびタンクローリーのみによりまかなうことは、道路および鉄道の輸送事情を考えるとときわめて不合理であり、また不可能である。したがって、石油の最も安全で効率的な輸送手段としてのパイプラインを早急に整備する必要性が各方面で認識され、昭和42年1月には、科学技術庁資源調査会による「パイプラインによる石油輸送の近代化に関する調査報告」がパイプラインの整備を勧告し、さらに、前述のとおり昭和47年には「石油パイプライン事業法」が制定されるに至った。

(3) 国鉄とパイプライン

国鉄では、従来から鉄道による石油輸送の近代化（内陸の主要消費地におけるオイルターミナルの建設、専用列車によるピストン輸送等）に努めてきたが、より合理的かつ安全な石油輸送手段としてのパイプラインについても早くから着目し、鉄道線路敷を利用してパイプラインを敷設することについて検討を進めていた。鉄道線路敷にパイプラインを敷設する場合のメリットとしては、単なる用地の有効利用のほかに、鉄道と同様に、線状に長い輸送施設であるパイプラインを、保安面においても、施設の維持という面においても、① 鉄道と一元的に管理できること、② 長年にわたる線路保守の経験から沿線の地質の状況や災害の経歴などについても十分な知識を有して、それに即応した計画を立てること、③ 専用用地内に埋設されるため、他工事によりパイプラインが損傷を受ける恐れのないこと、などがあげられる。

さて、その後昭和42年1月に前述のとおり科学技術庁から勧告が出されたことや、たまたま同年8月に新宿駅構内においてタンク車が脱線炎上するという重大事故が発生したこと等を契機としてパイプラインの建設調査をより促進させ、後述するような多角的な検討を経て46年6月には第一号ラインとして、石油輸送需要が最も多くかつ発地における鉄道輸送力のひっばくしている京浜地区から南埼玉に至るパイプラインの建設に着手した。

このパイプラインは、京浜（川崎・横浜）地区の精油所で精製された石油製品を、内陸部の八王子および南埼玉に輸送する全長約110kmの石油パイプラインである（甲府および高崎・宇都宮方面へは、当面は八王子および南埼玉から鉄道タンク車で中継輸送する）。導管は、外径16in（約40cm）1本で、横浜新興の発ターミナルから主として横浜線沿いに八王子着ターミナルに至り、さらに八高線および川越線沿いに南埼玉着ターミナルに



図一 京浜-南埼玉間パイプライン経路図

至る（図一参照）。輸送油種はガソリン（ハイオクタンおよびレギュラー）、灯油および軽油であり、計画輸送量は720万kl/年である（最大輸送能力は28400kl/日である。これは、タンクローリーで約3000台/日、鉄道タンク車で約600両/日に相当する）。油は発ターミナルの送油ポンプにより加圧して一定の順序で圧送するが、輸送能力いっぱいでは送油する場合の最高圧力は70kg/cm²である。なお、国鉄パイプラインの発ターミナルと京浜地区各製油所は約20kmの集油ラインによって結合されるが、この集油ラインの建設と運営は、国鉄と石油業界等の共同出資による京浜パイプライン（株）により行われる。

(4) 石油パイプライン事業法および技術基準

政府においても、石油パイプラインを適正に整備するための法制の必要性が強く認識され、昭和45年以来関係各省等において種々検討されてきたが、昭和47年6月の第68回国会で、通産・運輸・建設・自治4省共管の法律として「石油パイプライン事業法」が成立し、同年12月関係政省令とともに施行された。この法律は、「石油パイプラインの設置及び石油パイプライン事業の運営を適正ならしめ、並びにその事業の用に供する施設についての保安に関し必要な規制を行うことにより、合理的かつ安全な石油の輸送の実現を図るとともに公共の

安全を確保し、もって石油の安定的かつ低廉な供給の確保に寄与する」ことを目的とするもので、① 国で石油パイプラインの経路・規模・完成目標年度等を基本計画として策定し、基本計画に合致した事業計画のみを許可する、② その建設に際しては、政府で定める技術基準に適合することを条件に工事計画を認可し、工事完成時には国できびしく検査する、③ 事業開始にあたっては、輸送料金等に関する輸送規程および施設の保安・管理に関する保安規定の届出を義務づけ、④ 事業開始後も、施設を技術基準に適合するように維持し、定期的に保安検査を受けることを義務づける、等を骨子としている。

一方、工事計画を規制し、パイプラインの安全確保上重要な要素となる技術基準は、欧米諸国の諸基準、国内の諸研究・各種実験等を参考に原案が作成され、学識経験者から構成された「石油パイプライン技術基準作成専門委員会」の慎重な審議を経て、昭和47年12月に省令が、昭和48年9月に告示がそれぞれ制定公布されたが、「人口稠密地震多発等のが国の特殊条件に十分対応できるように、最高かつ完璧なものとする」という事業法成立時の国会の付帯決議を反映して、パイプラインの設計、敷設、試験・検査、保安設備の全般にわたり欧米諸国に比べても非常にきびしく、かつ詳細に規定されている。

2. 国鉄におけるパイプラインの技術的検討

国鉄では、前述のように早くからパイプラインについての検討を開始し、現在、京浜一南埼玉間パイプラインの建設を進めているが、その間、鉄道技術研究所をはじめとする部内の関係技術者を総結集し、さらに部外の学識経験者も混じえて、技術的にも多くの研究を重ねてきた。その概要は、次のとおりである。

(1) パイプライン技術専門委員会

保安に万全を期して実施設計を行うために、部内外の学識経験者およびパイプライン担当技術者から構成する技術専門委員会を国鉄部内に設けた。同委員会では、パイプラインに欠陥を生ぜしめる要因と、それらに対する設計、施工、試験・検査、保守・管理の4段階における対応策を体系的に分析し(表-1参照)、それぞれの対応策について、国内外の文献などの調査研究、部外委託研究、数値解析、試験・実験、諸測定等により具体的かつ詳細な検討を行った。

(2) 部外委託研究等

a) 土木学会に建設基準について研究委託

表-1 パイプライン保安対策一覧表

要因	主な対応策			
	設計	施工	試験・検査	保守管理
① 溶接継手の欠陥	鋼管の選定 バルブの取付け・支持方法 漏えい検知方式の選定	溶接施工法の選定 良好な溶接作業条件 溶接工の技量試験	溶接部の非破壊検査 耐圧試験 漏えい試験	定期的な巡回点検 定期的な漏えい試験
② 内面腐食・摩耗	内面摩耗しる	耐圧・漏えい試験後の水・空気の排除		
③ 外面腐食	塗覆装の選定 電気防食の選定 電位測定端子の設置	運搬中の塗覆装損傷防止 確実な現場塗覆装作業 電気防食の確実な取付け	塗覆装検査(ピンホール 絶縁抵抗) 電気防食施工検査 接地抵抗・絶縁抵抗 電流測定・電位測定	定期的な電位測定
④ 温度伸縮 (地上敷設導管)	日光直射の防止(シルバー塗装など) 可撓性の付与(曲管の配置など)			
⑤ 地震および異常時の現象	埋設位置の選定(地質調査) 可撓性の付与(曲管の配置など) センサーの設置 ターミナルの設置 緊急遮断弁の設置	地盤改良	センサー・緊急遮断弁などの作動試験	センサーの定期検査 地震直後の巡回点検
⑥ のり面崩壊・不等沈下	埋設位置の選定(地質調査) 可撓性の付与(曲管の配置など) 変位計の設置	完全な埋戻し、水みちの防止 地盤改良		定期的な巡回点検 沈下量の測定
⑦ 自動車・近接工事など部外要因による衝撃	敷設位置の選定 防護工・ケーシング 標識の設置	正確な埋設位置の記録		定期的な巡回点検 (図面・標識の整備) 近接工事との協議・立会
⑧ 消防および防火	漏えい検知装置の設置 拾線通信設備無線の設置 防火設備の設置 ターミナルの消防設備の設置		作動試験	定期的な巡回点検 緊急連絡・防災体制 緊急処置
⑨ 異常圧力	制御システム 圧力安全装置の設置 緊急遮断弁の設置		作動試験	圧力の監視 異常時の処置(ポンプの起動停止・バルブ開閉)
⑩ 異常電圧・停電	絶縁遮へい・接地 制御回路の誤動作防止策 予備電源など		絶縁抵抗の測定 接地抵抗の測定	絶縁、接地 電位の測定と監視 電源の監視

国鉄部内で作成したパイプライン建設基準（案）について、部外各界の専門家により技術的内容をさらに精査し、客観的な立場から検討を加えるため土木学会に研究を委託し、その報告書をもとに昭和46年8月、「パイプライン建設基準規程」を制定した。

b) 日本高圧力技術協会および日本非破壊検査協会に溶接関係諸基準について研究委託

導管の現場溶接に関する各種基準(溶接施工試験基準, 溶接工技量試験基準および溶接部の非破壊検査基準)について両協会に研究を委託し、その報告書をもとに基準を制定した。

c) 計測自動制御学会に輸送制御について研究委託
パイプラインの輸送制御について、その基本システムを検討するため同学会に研究を委託し、報告を受けた。

d) 日本鉄道技術協会に異常対策機器について研究委託

適切な異常対策機器(異常圧力対策, 漏えい検知対策, 消火設備等)を検討するため、同協会に研究を委託し、報告を受けた。

(3) 試験・実験

a) パイプライン制御試験装置

昭和45年12月、鉄道技術研究所構内に模型パイプライン装置(直径2in, 延長1.5kmの導管, 油種別タンク8基およびポンプ等運転・制御装置からなる)を設置し(写真-1参照), 異種油境界面の検知, 異常圧力波の発生および検知, 流量差による漏えい検知等の諸試験を行い保安および輸送制御上の諸データを収集した。

b) 自動溶接に関する試験

導管の現場溶接方法として省力化, 作業時間の短縮, 均質な溶接部の確保などを考慮すると自動溶接が望ましいが, 国鉄ではこの点に着目し, 昭和44年以来種々の室内実験を重ねてきた。さらに昭和44年12月, 新鶴見操車場構内の線路わきで, 実際工事に使用する鋼管によ

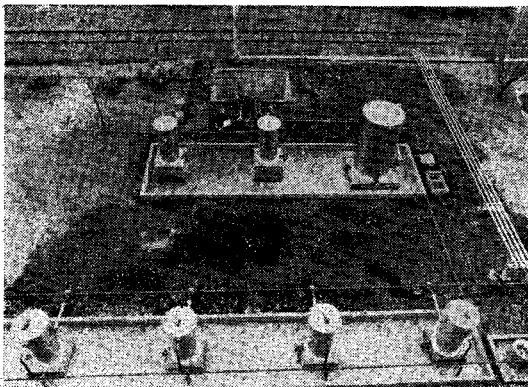


写真-1 国鉄鉄道技術研究所構内に設置されたモデルパイプライン

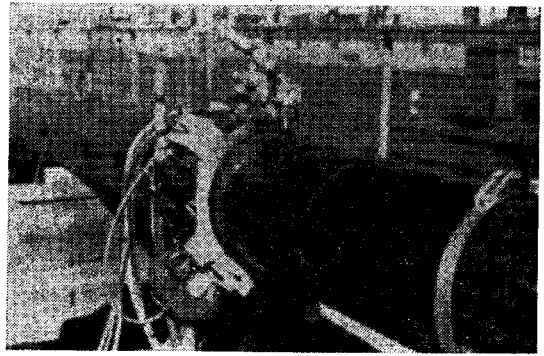


写真-2 自動溶接の現場試験

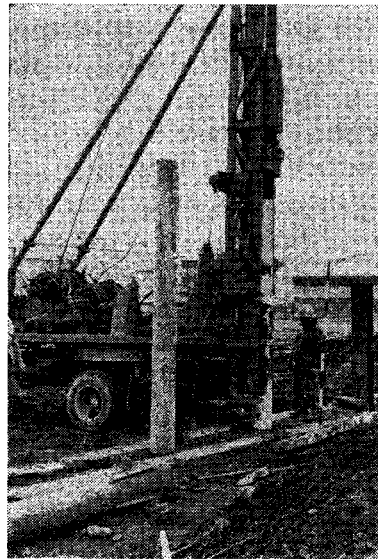


写真-3 杭打込みによる衝撃力試験

り自動溶接(パイプ固定式ガスシールドアーク溶接)の現場実験を行った(写真-2参照)。それらの結果, ルート間隔および目違いの組合せが, かなりの範囲にわたっても良好な溶接部が得られること, 列車振動による溶接作業および溶接結果への影響はないこと, 防護用のテント

を用いることにより, 風の影響は避けうること等がわかり, 自動溶接の信頼性が確認されたほか, 工事施行上必要な諸データを収集した。

c) 杭打込み試験

過去のパイプラインの事故原因の多くは他工事による損傷であるといわれているが, 国鉄では昭和47年3月に, 埋設導管(実際の工事に使用するもの)の直上から直接杭(250×250のH鋼および250φのRCパイプ)を打ち込み, その衝撃力により導管が受ける影響を調査した(写真-3参照)。その結果, 導管に杭先端が当たった状態で連続して10回打撃(1.35tの重りで, 落差1m)しても, 塗覆装が若干はげ, 多少扁平になる程度であった(逆にコンクリートパイプが破損した)。

d) 漏えい・破壊試験および拡散防止実験

土中に埋設された高圧導管に, 万一漏えいや破壊等の事態が生じた場合の状態を調査するために, 昭和47年3月現場実験を行った。その結果, 内圧70kg/cm², 深さ1.2mの導管に漏えいや破壊が生じて, 内部流体

が非圧縮性の液体であるために、土砂の飛散や漏えい油の噴出等の現象は発生せず、静かに地表をほうように流出する程度であることがわかった。

昭和 48 年 5~6 月、さらに進んで万一漏えいや破壊が生じた場合でも、漏えい油の地表への流出や周辺地盤への拡散を防止し、合わせて微小な漏えいも速やかに検知することを目的として、図-2 のような方式（すなわち、導管の周囲を埋め戻す際に、砂の部分に内径 10 cm 程度の有孔パイプを人工的な水みちとして配置し、万一漏えいが生じた場合の漏えい油をこれに集め導管軸方向に流すことによって周辺への拡散を防止するとともに、有孔パイプの中に適切な間隔で配置した検知素子で速やかに漏えいを検知する）を考案し、現場実験を行った。その結果、この方式は、漏えい油の拡散防止のために非常に有効であることがわかった。

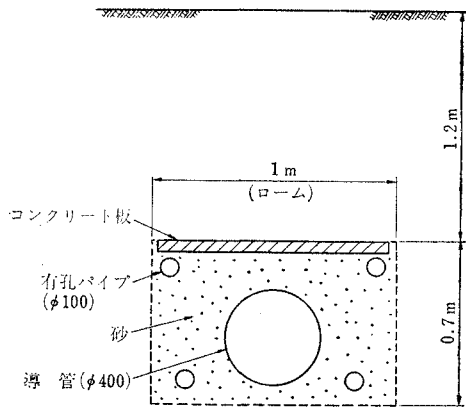


図-2 漏えい拡散防止実験断面図

e) その他

その他、設計・施工上の問題、輸送・保安制御上の問題等について種々の試験・実験を行ったが、その説明については、省略させて頂く。

3. 国鉄パイプラインの設計・施工

京浜一南埼玉間パイプラインの設計・施工にあたっては、石油パイプライン事業法に基づく技術基準、国鉄部内のパイプライン建設基準規程等諸規程類を遵守することはもちろん、前述のような技術的検討の成果を十分反映しているが、その概要は次のとおりである。

(1) 設計

a) 導管材料

導管の外径は、前述のとおり、16 in (406.4 mm) であるが、導管については、API-5 LX (アメリカ合衆国

石油協会制定の Hight-Test Line-Pipe) の X-46 相当の機械的性質で、肉厚 12.7 mm の電気抵抗溶接鋼管を使用する。曲管は、肉厚 12.7 mm の直管（電気抵抗溶接鋼管またはサブマージドアーク溶接鋼管）を高周波誘導方式により加熱しながら曲げ加工したバンドを用いるが、曲げ加工に伴う肉厚変化および曲管部における応力集中を考慮して、曲げ加工後における機械的性質を X-52 相当とする（表-2 参照）。なお、鋼管の製造仕様については、API-5 LX の規格を基本とするが、炭素量、肉厚公差等については API よりきびしく制限し、製鋼方法についても粘り強かつ均質な材質の得られる細粒のキルド鋼と指定するなど、独自の国鉄規格を定めた。

表-2 鋼管の機械的性質

種別	管種	引張強度 (kg/cm ²)	降伏点強度 (kg/cm ²)	伸び (%)
直管	X-46	4 430 以上	3 230 以上	28.5 以上
曲管	X-52	4 640 以上	3 660 以上	27.0 以上

b) 設計計算の考え方

導管の設計計算は、設計荷重によって各断面に生ずる最大円周方向応力、最大軸方向応力をそれぞれの許容応力以下とし（導管の降伏点強度を基準として、内圧に対して 2.5、主荷重に対して 2.0 の安全率を確保する）、かつ合成応力（最大せん断ひずみエネルギー説による）を降伏点強度の 90% 以下とすることを基本的考え方として行う（設計荷重の組合せ等の一例を表-3 に示す）。なお、荷重および応力の計算は、技術基準に定められた式等に従って行うが、応力計算に用いる導管の肉厚は、規格の公称肉厚から、負の肉厚公差および内面余裕しるを差引いた値とする。

c) 耐震設計

十分な強度および延性を持った鋼管を使用し（3.(1).

a) 参照）、かつ、アーク溶接による厳格な施工で接合し

表-3 設計荷重の組合せ等の一例

区分	主荷重		従荷重			許容応力
	内圧	土圧	列車・自動車荷重	温度変化	地震	
円周方向応力	○					$0.4 \times \sigma_y$
	○	○	○			$0.5 \times \sigma_y$
軸方向応力	○		○			$0.5 \times \sigma_y$
	○		○	○		$0.625 \times \sigma_y$
せん断応力			○			$0.3 \times \sigma_y$
			○		○	$0.51 \times \sigma_y$
合成応力	○	○	○	○		$0.9 \times \sigma_y$
	○	○	○		○	$0.9 \times \sigma_y$

注：① σ_y は規格の最小降伏点強度である。

② 上表は一例であるが、その他敷設条件に応じ、主荷重として、自重、水圧、浮力等を、従荷重として風、雪、振動等をそれぞれ考慮する。

た(3.(2).b参照)パイプラインは、それ自体できわめて耐震性の高いものであるといえるが、さらに次のような耐震設計を行う。

① 一般埋設部および地上敷設部では、技術基準に定められた考え方に従って、それぞれ地盤変位による方法および震度法により応力をチェックする。

② 構造物との取付部、極端な異種地盤の境界部等では、個々の条件に応じて地震時の挙動をチェックし、必要に応じて構造上の措置を加える。

③ 高盛土、高切取区間で地震時にのり面崩壊の恐れのある場合は、その影響箇所を避けて埋設する。

d) 不等沈下の影響

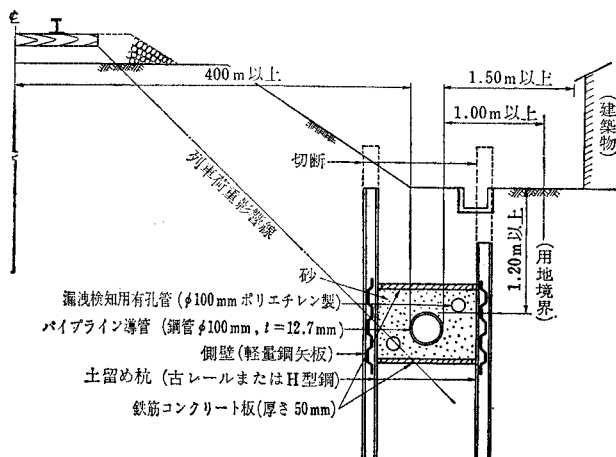
不等沈下の恐れのある場所にやむを得ず導管を敷設する場合は、敷設完了後定期的に沈下量(沈下曲線)を測定し、導管応力があらかじめ定めた値に達したと思われるときは、再掘削を行って応力を解放する等の措置をとる(なお、一般に外径40cm程度の導管では、可撓性が大きいので、不等沈下の絶対量が大きくても、その勾配の変化がゆるやかであれば大きな応力は発生しない)。

e) 塗覆装および電気防食

鋼管外面には、工場でコーラルエナメルとガラスクロスによる塗覆装(厚さ6mm以上)を、現場溶接部にはタールエポキシとポリエチレンネットによる塗覆装(厚さ7mm以上)をそれぞれ施し、将来にわたり5000Ω・m²以上の絶縁抵抗を確保させる。また、流電陽極、排流器および外部電源装置を適切に組み合わせた電気防食を施し、導管の対地平均電位を飽和硫酸銅電極基準で、-0.85~2.0Vの範囲に保つ。

f) 敷設方式

導管は、河川を橋梁で横断する場合等を除き、地中に埋設することとし、原則として線路中心から4m以上、用地境界から1m以上離し、土かぶり厚は1.2m以上を



図一三 市街地における標準断面図

確保する。また、万一の漏えい等の場合を想定し、建築物等に対して所定の離れ(例えば、建築物から1.5m以上)を確保するとともに、市街地、砂質地盤等においては、漏えい拡散防止の措置(2.(3).d参照)を施す(市街地における標準的な敷設方法を図一三に示す)。また、鉄道、道路、河川・水路等の下を横断する場合は、原則としてさや管の中に設置するとともに、それぞれ所定の埋設深さを確保する。

(2) 施工

a) 鋼管の運搬・取卸し

鋼管を敷設現場まで運搬し、取卸す作業の大部分は、今回のパイプライン工事のために新たに開発した軌道走行式ジブクレーンにより、鉄道線路を利用して行う。

b) 溶接

鋼管の現場接合は、突合せアーク溶接(自動溶接が利用できる場合は、極力それによることとし、その他は手溶接による(2.(3).b参照)により行う。溶接機器および材料、溶接条件など詳細な施工方法については、あらかじめ施工試験を行い、それに合格したものを採用し、溶接工についても、あらかじめ技量試験を行いそれに合格したもののみを従事させる。また、施工した溶接部は

表一四 主な保安設備

1	圧力安全装置	記 事
2	漏えい検知装置	<ul style="list-style-type: none"> ●ガス検知装置 ●流量差検知装置 ●圧力による検知装置 ●ラインバックによる検知装置 ●漏えい検知口および検知素子
3	緊急遮断弁	
4	感震装置	<ul style="list-style-type: none"> ●制御用感震器 ●強震計
5	通報設備	<ul style="list-style-type: none"> ●沿線の通報設備 ●消防機関への通報設備
6	消火設備	<ul style="list-style-type: none"> ●ターミナル消火設備 ●化学消防自動車 ●巡回監視車 ●資機材倉庫 ●資機材置場
7	予備動力源	
8	保安用接地等	<ul style="list-style-type: none"> ●接地 ●絶縁継手
9	位置標識等	<ul style="list-style-type: none"> ●位置標識 ●注意標示 ●注意標識
10	沈下計等	<ul style="list-style-type: none"> ●沈下計 ●変位計
11	運転監視装置	<ul style="list-style-type: none"> ●監視装置 ●警報装置
12	安全制御装置	<ul style="list-style-type: none"> ●非正常時不起動装置 ●非常停止装置

その全数についてX線透過試験（特別な箇所についてはさらに超音波探傷および磁粉または浸透探傷試験を併用する）を厳重に行う（2.（2）. b）参照）。

c) 耐圧試験

一定区間敷設の終了した導管は、水を用い、設計内圧の1.5倍以上の圧力を24時間以上保持して耐圧試験を行う。可否の判定は、温度変化による補正を行いながら圧力を記録し、その異常の有無により行う。

(3) 保安設備

以上のような設計・施工を行い、適切な保守・管理を行うパイプラインは、それ自体できわめて安全性の高いものであるといえるが、さらに保安に万全を期すためにパイプラインには種々の保安設備を設ける。保安設備には、サージ圧等の異常現象あるいは他工事等によりパイプラインが損傷を受けるのを防ぐための設備（予防保安のための設備）と、さらに、万一不幸にしてパイプラインに損傷が生じた場合でも周囲に被害を与えないための設備（事後保安のための設備）とがある。個々の説明は省略させて頂くが、主なものをあげれば表-4に示したとおりである。

おわりに

以上、石油パイプラインの経緯および国鉄パイプラインの技術的諸問題について簡単に紹介したが、紙数の制約もあり、輸送制御および保安制御といった点にはほとんど触れることができなかった。また、パイプライン導管の設計・施工についても、その考え方の概要をごく簡単に述べたのみである。したがって、本文は、広範かつ詳細にわたるパイプラインの技術的検討のごく一部を紹介したに過ぎないことを最後にお断わりしておきたいと思う。

参考文献

- 1) 通商産業省：わが国石油等パイプラインの現状，1971年2月。
- 2) 通商産業大臣官房調査統計部：石油統計年報，1971年12月15日。
- 3) 石油パイプライン事業法（昭和47年6月26日法律第105号）。
- 4) 石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準を定める省令（昭和47年12月25日通商産業省，運輸省，自治省令第2号）。
- 5) 石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示（昭和48年9月28日通商産業省，運輸省，建設省，自治省告示第1号）。

(1973.11.30 受付)

材料力学史

HISTORY OF STRENGTH OF MATERIALS

S.P.ティモシェンコ＝著

最上武雄＝監訳／川口昌宏＝訳 A5判430頁 ¥3,100

■推薦のこトバ

この本を読みはじめると、とても面白くて途中でやめることが出来なくて、つい最後まで夢中になって読んでしまった。元来材料力学というのは名は体を十分に表わしていない。弾性学、塑性学、流性学、強度学などを基礎として、機械や建設工学での実際の設計での計算に役立たせるために、適当な簡素化、単純化を加えた実用的な学問である。それが今日の状態になるまでには、いろいろと永年にわたって紆余曲折を経て来たことがよくうかがえて、非常に有益であった。

日本大学名誉教授 倉西正嗣

宅地開発便覧

不動産業者、宅地開発計画設計者、宅地造成工事関係者、宅地開発関係官公庁の実務マニュアル

B5判 480頁 ¥6,600

宅地開発便覧編集委員会 編

監修者 尚 明 日本住宅公団副総裁
五島 昇 東急不動産社長
奥村 胖 八千代エンジニアリング都市計画

編集委員 遠藤士郎 小西八郎 島崎 勉
三原松樹 百瀬光正 加藤 謙一
繁本 晶 白井彦衛 野々村宗逸
宮地満寿男 山崎慶一 (順不同)

宅地開発に関する各種のデータ、設計基準および法規・適地調査・設計事例・申請手続・用地買収・採算計算・工事管理・販売管理などの資料をすべて収録。関係実務者にとって必携の書。

小社は注文制を主にしていますので、万一店頭がないときは書店にご注文下さい。

明日を築く
知性と技術

鹿島出版会

107 東京都港区赤坂6-5-13 電話582-2251 振替東京180883