

高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題の検討



道路政策グループ 上席主任研究員
丸山 大輔



元 道路政策グループ 首席研究員
加藤 真司

1 はじめに

一般財団法人 国土技術研究センターでは、新潟と仙台を結ぶガスパイプラインの整備に先立ち、平成3年2月に「高圧ガスパイプライン技術指針（案）」を取りまとめている。

この指針（案）は、高圧ガスパイプラインを道路に設置する場合を対象としているが、維持管理上の観点から、高速自動車国道及び自動車専用道路については対象外としている。

一方、東日本大震災以降、大きく変わったエネルギーの需給状況、今年度から実施されたガスの小売自由化、それに伴う全国的な天然ガスパイプライン整備の議論等を踏まえると、天然ガスパイプラインを高速道路に敷設する場合に技術的な面でのような課題があるのかを改めて整理する必要性が高まっている。

こうした状況に鑑み、学識者、関係省庁、ガス事業者、高速道路会社等からなる「高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題検討委員会」を設立し、高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題について、幅広い知見を持って検討を行った。

表 1-1 委員会名簿（所属、役職は平成 29 年 3 月時点）

委員長	藤野 陽三	横浜国立大学先端科学高等研究院	上席特別教授
委員	太田 秀樹	中央大学研究開発機構	教授
委員	望月 正人	大阪大学大学院工学研究科	教授
委員	内藤 克彦	京都大学大学院経済学研究科	特任教授
委員	秋葉 洋	総務省消防庁	危険物保安室長
委員	藤本 武士	経済産業省 資源エネルギー庁電力・ガス事業部	ガス市場整備室長
委員	鎌原 宜文	国土交通省道路局	路政課長
委員	伊勢田 敏	国土交通省道路局	高速道路課長
委員	木村 嘉富	国土交通省国土技術政策総合研究所	道路構造物研究部長
委員	多田 進一	一般社団法人日本ガス協会	常務理事
委員	渡辺 道明	天然ガス鉱業会	専務理事
委員	望月 秀次	株式会社高速道路総合技術研究所	総括研究主幹
委員	朝倉 堅五	株式会社ティコク	特別顧問
委員	三浦 真紀	一般財団法人国土技術研究センター	理事

委員会は、平成 28 年度に 3 回開催し、その結果を報告書として取りまとめた。

表 1-2 委員会開催経緯

開催日	主な議事
平成 28 年 8 月 9 日（火）	・委員会設立趣旨と検討方針 ・天然ガスインフラの現況について ・検討すべき技術的課題について
平成 28 年 11 月 25 日（金）	・技術的課題の検討結果 ・施工性・経済性検討方針について
平成 29 年 3 月 17 日（金）	・施工性・経済性についての検討結果 ・報告書（案）について

2 天然ガスインフラの概要

天然ガスは過去 40 年間で、世界で最も拡大したエネルギー源であり、特にアジアでは LNG（液化天然ガス：Liquefied Natural Gas）の利用が多い。

天然ガスは石油に比べ温室効果ガス排出量が 25%少なく、地球温暖化対策が強く求められる先進国を中心に、特に発電用の消費が伸びた。

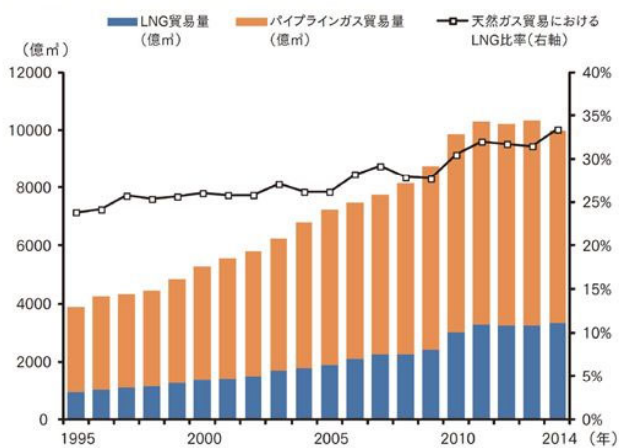
我が国では、東京ガス（株）と東京電力（株）が昭和 44 年に輸入を開始したのが先駆けとなり、日本の電力・ガス会社が世界の LNG 市場の発展を牽引してきた。近年は日本（世界の 1/3 を占める最大輸入国）のみならず、世界でその需要が高まってきた。

表 2-1 世界エネルギー供給の内訳の変遷

	1970	1990	2010
原油	46%	39%	33%
天然ガス	18%	22%	24%
石炭	30%	27%	30%
原子力	0%	6%	5%
水力	5%	6%	6%
再生エネ	0%	0%	1%

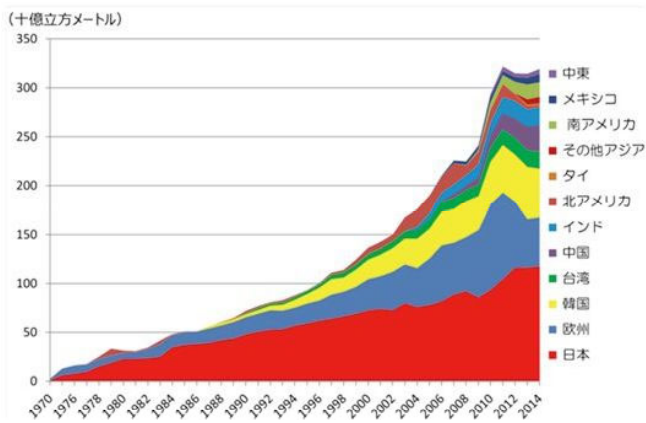
出典：BP Statistics, Cedigaz より資源エネルギー庁作成（第 32 回ガスシステム改革小委員会配布資料¹⁾）

【第222-1-18】世界の輸送方式別天然ガス貿易量の推移



出典：エネルギー白書 2016²⁾ (BP [Statistical Review of World Energy 2015] より資源エネルギー庁作成)

図 2-1 世界の輸送方式別天然ガス貿易量の推移



出典：BP Statistics, Cedigaz より資源エネルギー庁作成 (第 32 回ガスシステム改革小委員会配付資料¹⁾ に加筆)

図 2-2 国・地域別の天然ガス輸入量の推移

3 我が国のパイプラインの現状

天然ガスは常温・常圧では気体であるため、海外では生産地と需要地までの輸送には鋼管をつないだパイプラインを使うのが一般的である。このときガスは圧縮された CNG (圧縮天然ガス) の状態となっている。

天然ガスの主成分であるメタンガスは、 -162°C まで下げると液化し、体積が約 1/600 になるので、この性質を利用して LNG (液化天然ガス) として、LNG 船や LNG ロリー車で輸送することもある。

我が国では、国際輸送は LNG 船を利用した船舶輸送、国内輸送は LNG 内航船、鉄道、自動車ローリー等で輸送し、パイプラインを活用した国内輸送は、微々たる水準に留まっている。

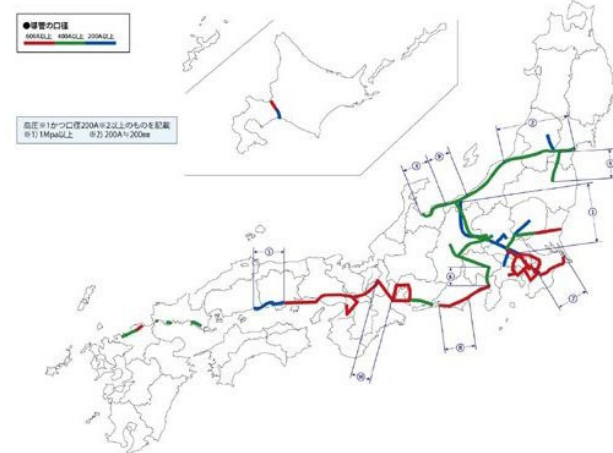
事業者はガスの需要見通しを立てた上で、投資採算性を勘案し、天然ガスインフラを整備してきた。この結果、LNG 基地等については、その整備は順調に進展してきている。

一方、パイプラインについては、昭和 37 年に国内で最初の長距離高圧天然ガスパイプライン約 330km が新潟～東京間に敷設されたが、今日まで主要大都市間や LNG 基地間を連携するパイプラインの整備は、十分には進んでいない状況にある。国内の主な天然ガスパイプラインを表 3-1 及び図 3-1 に示す。

表 3-2 に示すように、我が国の天然ガスパイプラインは、他国と比較し、輸送ライン (高圧導管) が供給ライン (中低圧導管) の距離に比べて貧弱である。

表 3-1 我が国の主な天然ガスパイプライン

		距離 (km)	口径 (mm)	圧力 (MPa)
①	新潟・東京ガスパイプライン	330	200	4.6
②	新潟・仙台ガスパイプライン	260	500	4.6
③	糸魚川・富山ガスパイプライン	103	500	7
④	白石・郡山ガスパイプライン	95	400	6.86
⑤	姫路・岡山ガスパイプライン	86	600	7
⑥	甲府 (昭和町)・御殿場ガスパイプライン	83	400	7
⑦	千葉・鹿島ガスパイプライン	79	600	7
⑧	静岡・浜松ガスパイプライン	76	400/500	7
⑨	上越市・糸魚川ガスパイプライン	68	200	7
⑩	三重・滋賀ガスパイプライン	60	600	7



出典：事業者資料等を基に資源エネルギー庁作成資料 (第 1 回天然ガスシフト基盤整備専門委員会配付資料³⁾ に加筆)

図 3-1 我が国の主な天然ガスパイプライン

表 3-2 天然ガス幹線導管敷設距離の国際比較

(単位：km)

	年	石油パイプライン	天然ガスパイプライン		
			輸送ライン	供給ライン	合計
アメリカ	2002	—	525,540	1,781,301	2,306,841
イギリス	2001	4,638	19,005	261,765	280,770
イタリア	2000	4,347	30,500	190,000	220,500
ドイツ	2001	2,370	59,000	311,000	370,000
フランス	2001	5,746	34,400	165,100	199,500
日本	2000	7.8	1,397	211,180	212,577

出典：ENERGY & FIGURES 2003, EUROSTAT⁴⁾ から作成

欧米では、天然ガスパイプラインは公共財という認識があり、パイプライン用地の取得に関して、「Right of Way」の制度が規定されている。この制度は、パイプライン建設にあたっては、地上権とは関係なく、ある一定の範囲内で自由に敷設する権利が国から与えられるもので、私権の制限、建設の優先とそれらに対する強力な保護が実現している。⁵⁾

我が国では、「Right of Way」の制度が存在しないことや厳しい地形条件もあって、欧米と比較し建設コストや建設工期に大きな差異が生じている。単位コストで比較すると、海外よりも一桁高いことがわかる（表 3-3）。

表 3-3 天然ガス幹線導管敷設コストの国際比較

		内径 (inch)	距離 (km)	単位コスト (\$/inch/m)	工事年 (着工)
国内陸上 パイプ ライン	帝石静岡ライン (昭和一御殿場)	15	83	200	2004
	大阪ガス滋賀ライン (草津一多賀)	23	46	230	2003
	東京ガス中央幹線	23	23	370	2004
海外陸上 パイプ ライン	ポリビアーブラジル	24	3,150	28	1999
	ウレングイ(ロシア) ーウージューホロド (ウクライナ)	56	3,200	25	1983
	NEプリティッシュ コロンビア(カナダ)	42	2,988	30	2000

出典：第7回ガスエネルギー小委員会配付資料⁶⁾から作成
(青山伸昭氏の提出資料)

4

天然ガスパイプラインを高速道路に敷設することで想定される改善点

日本国内では、高圧導管の敷設に関して「Right of Way」の設定ができないことから、県道や市町村道を利用した敷設が多くなっている。

仮に高圧導管を県道や市町村道ではなく、高速道路に敷設するとした場合には、現状において課題となっている以下の3点の改善が想定される。

- ・連続した施工ができないため、工事期間が長くなる

市街地の県道や市道の場合、約150mの片側交互規制で約20日の施工期間を必要としている（東京ガス(株)へのヒアリング結果）。

高速道路を利用することにより、比較的連続した施工が可能となり、結果として工期が短縮され工事費が安くなる可能性がある。

- ・高圧導管に近接する工事の把握が困難である

ガス事業者は近接工事の把握のため、原則、1回/日の頻度で巡回点検を実施している。高速道路内に敷設することによって、近接工事等は高速道路会社の管理下に置かれるため容易に把握することができる。

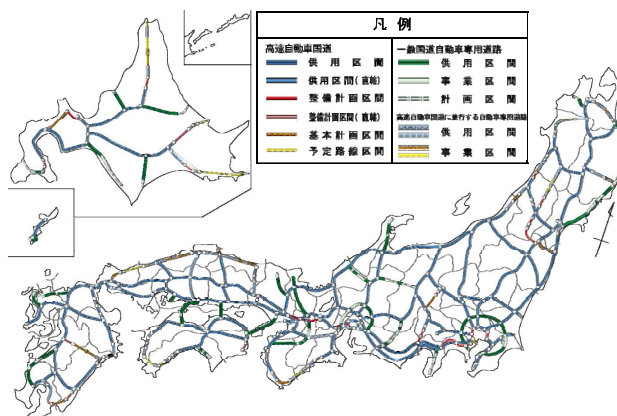
- ・協議先が多く、手間がかかる

古河～真岡幹線 約50kmの実績（東京ガス(株)へのヒアリング結果）では、関係する10の道路管理者との占用協議の実施が必要であったが、高速道路に敷設した場合には、協議窓口が高速道路会社に集約される。

5 高速道路の概要

5-1 路線及び整備状況

高規格幹線道路は、高速自動車国道11,520km、一般国道自動車専用道路2,480kmの14,000kmで構成される。整備状況は、平成29年度末までに11,659km（高速自動車国道8,929km、一般国道自動車専用道路1,772km）供用される予定となっている（進捗率83%）。



出典：国土交通省資料から作成
図 5-1 高規格幹線道路網図

表 5-1 高規格幹線道路の整備状況

	総延長	H29年度末開通予定延長 () 進捗率	
高規格幹線道路	約 14,000km	11,659km	(83%)
高速自動車国道	11,520km	(958km)	(86%)
一般国道自動車専用道路 (本州四国連絡道路を含む)	約 2,480km	8,929km	(78%)
		1,772km	(71%)

1. 高速自動車国道の○内は、高速自動車国道に並行する一般国道自動車専用道路である。
(外書であり、高規格幹線道路の総計に含まれていない。)
2. 一般国道自動車専用道路の開通予定延長には、一般国道のバイパス等を活用する区間が含まれる。
3. 総延長は、高速自動車国道においては、国土開発幹線自動車道建設法第3条及び高速自動車国道法第3条、本州四国連絡道路及び一般国道においては、国土交通大臣の指定に基づく延長を示す。

出典：平成29年度道路関係予算概要 平成29年1月
国土交通省道路局・都市局⁷⁾から作成

5-2 高速道路の本線の構成

高速道路の本線は、土工部、橋梁・高架部、トンネル部等で構成される。

また、付属施設として、交通安全施設や交通管理施設等が設置され、それを管理・運用するための電気ケーブル、通信ケーブル等を収容する管路や排水施設等が、埋設・添架されている。

本研究では、高速道路の一般的な構造である土工部（盛土・切土）、橋梁・高架部、トンネル部を対象とし、ボックス部及び掘削部は、採用箇所が少ないため、今回は対象外とした。

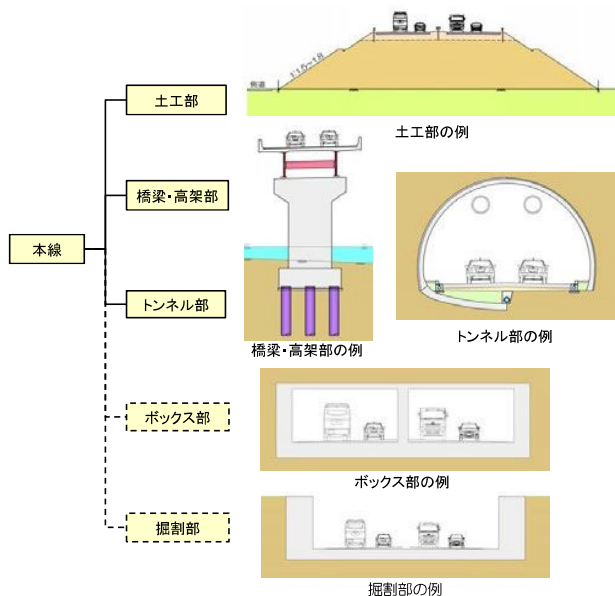


図 5-2 高速道路本線の構成

6 要求性能による高圧導管の設置検討

6-1 高圧導管の要求性能

現在のガスの高圧導管の設計等の基本は、「高圧導管指針（（一社）日本ガス協会 平成 26 年 6 月）」であり、基本的な考え方として「高圧導管の構造は、高圧導管に加わる諸荷重に対して、適切な構造とするとともに、設置された状況に応じて想定される荷重に対して求められる性能要件を満足するよう設計する。」と示されている。

なお、高圧導管指針には、高速道路への設置については言及されていない。

表 6-1 は、荷重と求められる性能要件を示したものである。

高圧導管は想定される荷重に対し、適切に設計を行うことで要求性能が満足できるため、設置箇所（高速道路設置）による高圧導管の要求性能には影響を与えない。

表 6-1 想定される荷重に対して求められる性能要件

想定される荷重		求められる性能要件
荷重	主荷重	発生応力は弾性範囲内である。
	従荷重	
	風力、雪、温度変化、地震等	被害が無く、修理することなく運転に支障がない。 変形は生じるが、漏洩は生じない。
	レベル 1 地震動 ※1	
レベル 2 地震動 ※2		
液状化		

出典：高圧導管指針[®]

※ 1：レベル 1 地震動：供用期間中に発生する確率が高い地震動

※ 2：レベル 2 地震動：供用中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動

6-2 高速道路の要求性能

本研究では、高速道路の要求性能として、表 6-2 に示す 3 項目を定義した。

次に、高圧導管の設置により「高速道路の要求性能」を損なわない（要求性能を満足する）ための検討項目として、表 6-2 に示す 7 項目について検討を行った。

表 6-2 要求性能を満足する検討項目

要求性能	検討項目	備考
(1) 構造物の安全性・修復性 → 常時及びレベル 1 地震時は、健全性を損なわない。レベル 2 地震時は、損傷が限定的なものにとどまり、機能の回復が速やかに行いうる。	関連法令等の順守	建築限界・埋設深さ等の法令を順守する
	構造物の安定	構造物の安定を確保する
	道路損傷時の早期復旧	被災時の早急復旧の支障とならない
	維持管理	維持管理作業を確保できる
(2) 利用者の安全性 → 高速道路利用車両が安全に通行できる。	安全施設の保全	防護柵等の安全施設に影響しない
	管理施設の保全	管路等の管理施設に影響しない
	事故時の被害拡大防止	事故（通行車両）発生時に被害を拡大させない
(3) 周辺の安全性 → 高速道路周辺の住民の安全が確保される。		

6-3 鋼管径及び埋設深

検討する管径は、40 インチ（約 102cm）と 24 インチ（約 60cm）とした。また、高圧導管の埋設深は、道路法施行令に規定される「1.2m 以上」を確保する。

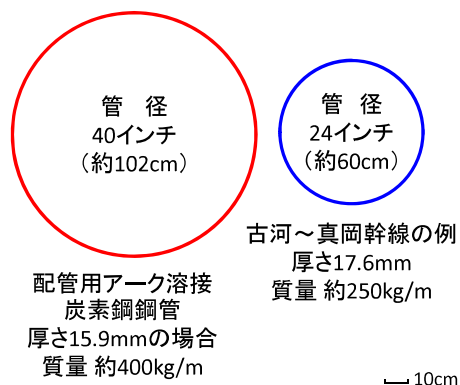
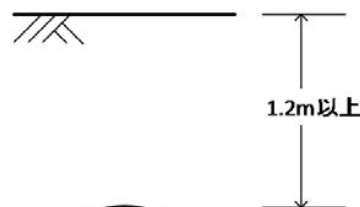


図 6-1 対象管径



出典：高圧導管指針

図 6-2 高圧導管の埋設深さ

6-4 設置位置検討（土工部・盛土（基本断面）の例）

高速道路の要求性能を損なわないことを考慮して高圧導管の設置位置について検討を行った。

設置位置は埋設の場合と、露出の場合に分けて、図 6-3 及び図 6-4 に示す「①路床」～「⑦のり面」までの7箇所を対象に、前述の7つの検討項目について検討した（表 6-3 参照）。

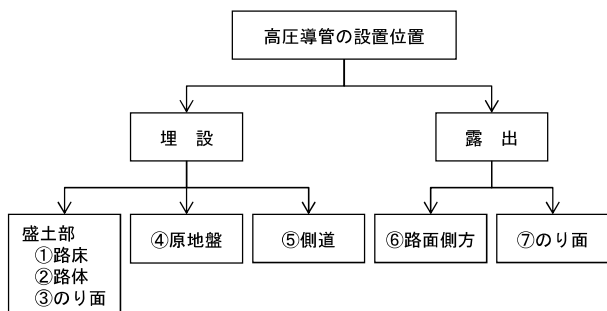


図 6-3 検討位置区分

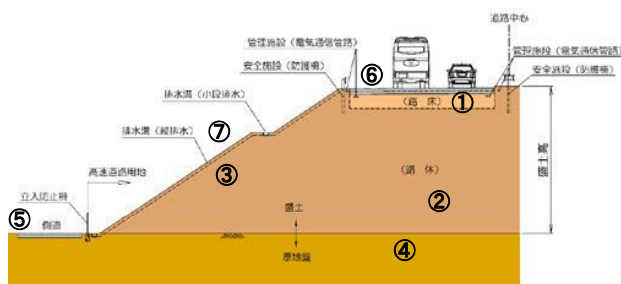


図 6-4 検討位置区分

表 6-3 検討項目一覧

設置位置	検討項目	構造物の安全性・修復性				利用者の安全性		周辺の安全性
		(1) 関連法令等の順守	(2) のり面の安定	(3) 道路損傷時の早期復旧	(4) 維持管理	(5) 安全施設の保全	(6) 管理施設の保全	
埋設	①路床	A	-	-	-	A	A	-
	②路体	-	-	-	-	-	-	-
	③のり面	-	B,C,D	B,C,D	-	A	-	-
	④原地盤	-	-	-	-	-	-	-
露出	⑤側道	-	-	-	-	-	-	-
	⑥路面側方	A	-	-	-	-	-	A
	⑦のり面	-	-	-	A,B	-	-	A

表中の①～⑦は図6-4の設置位置を示す。
 盛土の作用荷重（A～D）より検討を行う。
 A：常時、B：降雨時、C：地震時（レベル1）、D：地震時（レベル2）、-：対象外

(1) 関連法令等の順守

1) 建築限界（道路構造令第12条）

建築限界内は、車両や歩行者の交通の安全を確保するために、障害となるようなものを置いてはならないことから、高圧導管の設置は不可である（図 6-5、図 6-15 の (1)-1 の位置（赤））。

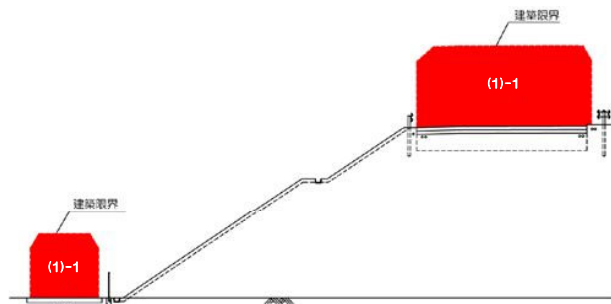


図 6-5 建築限界

2) 水管又はガス管の占用の場所に関する基準（道路法施行令第11条の3）

路面から 1.2m より浅い位置は、高圧導管の頂部と路面との距離を 1.2m 以上確保する必要があることから、高圧導管の設置は不可である（図 6-6、図 6-15 の (1)-2 の位置（赤））。

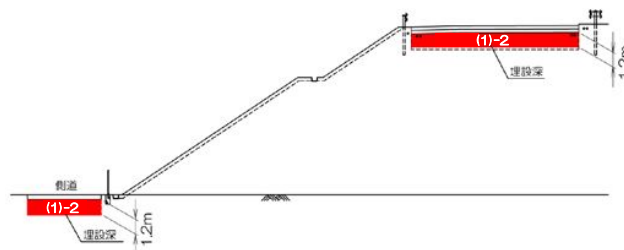


図 6-6 水管又はガス管の占用の場所に関する基準

(2) のり面の安定

1) 表層崩壊

のり面の表層は、豪雨や風化、小規模な地震などによって表層崩壊の危険性があることから、高圧導管の設置には検討が必要であるとした（図 6-7、図 6-15 の (2)-1 の位置（黄））。

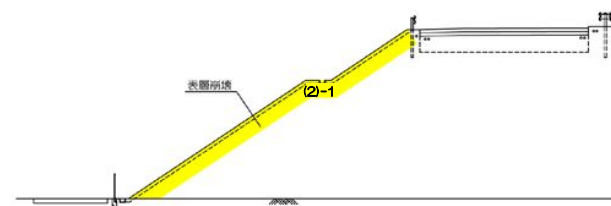


図 6-7 表層崩壊

2) すべり崩壊

のり面は、大規模地震時にすべり崩壊が懸念されることから、この範囲における高圧導管の設置には検討が必要であるとした（図 6-8、図 6-15 の (2)-2 の位置（黄））。

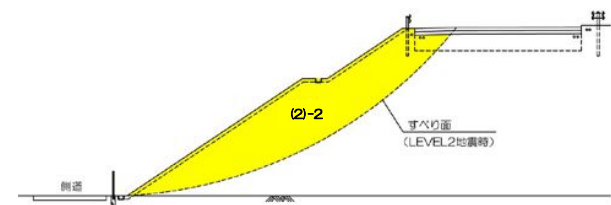


図 6-8 すべり崩壊

3) 既設盛土の補強

既設のり面の不安定箇所は、安定性の確保・向上のため補強工を実施している箇所があることから、高圧導管の設置には検討が必要であるとした（図 6-9、図 6-15 の (2)-3 の位置（黄））。

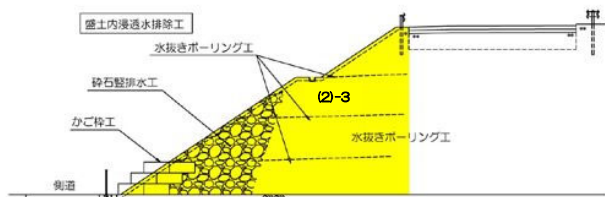


図 6-9 既設盛土の補強

(3) 道路損傷時の早期復旧

のり面が災害等で損傷した際には早期復旧が必要であるが、高圧導管が設置されていることによりそれに支障が生じることが懸念されることから、この範囲における高圧導管の設置には検討が必要であるとした（図 6-10、図 6-15 の (3) の位置（黄））。

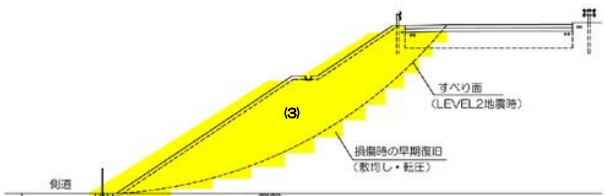


図 6-10 道路損傷時の早期復旧

(4) 維持管理

のり面に設置される排水施設については、機能の確保及び維持管理の容易性の確保の面から、高圧導管の設置には検討が必要であるとした（図 6-11、図 6-15 の (4) の位置（黄））。

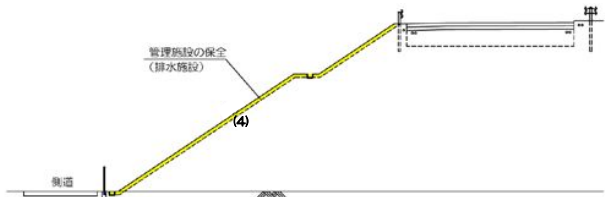


図 6-11 維持管理

(5) 安全施設の保全

路面近傍に設置される安全施設（ガードレール等）の基礎については、構造の安定を確保する必要があることから、高圧導管の設置は不可である（図 6-12、図 6-15 の (5) の位置（赤））。

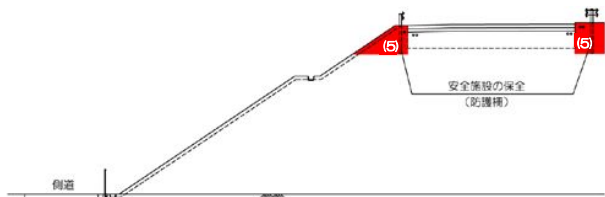


図 6-12 安全施設の保全

(6) 管理施設の保全

路面直下及び近傍に埋設される管理施設（電気・通信管路）については、安全性を確保する必要があることから、高圧導管の設置は不可である（図 6-13、図 6-15 の (6) の位置（赤））。

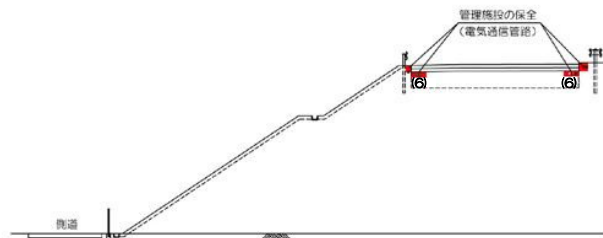


図 6-13 管理施設の保全

(7) 事故時の被害拡大防止

のり面の表面については、車両転落や、車両火災等による被害拡大を防止するため、高圧導管の設置は不可である（図 6-14、図 6-15 の (7) の位置（赤））。

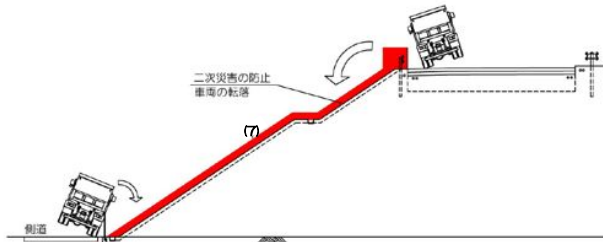


図 6-14 事故時の被害拡大防止

(1)～(7)の検討結果から、設置位置には制約事項（技術的な課題）があり、高圧導管の設置が不可（困難）な箇所を「不可」、高圧導管の設置には検討が必要とされ検討結果により設置の可否が決定する箇所を「要検討」に区分した。

本線路面下 1.2m 以深の盛土内及び盛土下の原地盤については、高圧導管設置の技術的課題はないが施工方法の検討が必要な位置として「施工検討が必要」、側道下 1.2m 以深については施工実績があることから「問題なし」と整理した。

以上の 4 区分で整理した一覧表を表 6-4 に、断面図を図 6-15 に示す。

表 6-4 施工検討の対象となる位置

判定区分	高圧導管の設置判定	該当位置
不可	制約事項（技術的な課題）があり、高圧導管の設置が不可（困難）な箇所	・建築限界内 ・路面下深度 1.2m 内 ・安全・管理施設の近傍（本線） ・のり面表面
要検討	高圧導管の設置には検討が必要とされ、検討結果により設置の可否が決定する箇所	・のり面付近の盛土内
施工検討が必要	高圧導管設置の技術的な課題はないが、施工方法の検討が必要な箇所	・路面（本線）下 1.2m 以深の盛土内 ・盛土下の原地盤
問題なし	技術的な課題がなく、高圧導管の設置実績があり、施工上の問題がない箇所	・路面（側道）下 1.2m 以深 + α

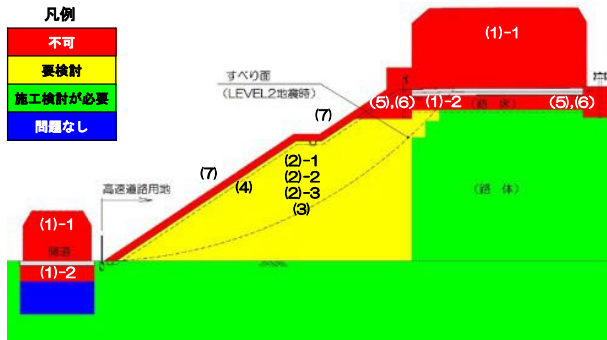


図 6-15 施工検討の対象となる位置
(土工部・盛土 (基本断面) の例)

同様の考え方により、土工部・盛土の特殊断面 (擁壁、補強土壁、ボックスカルバート、暫定 2 車線)、土工部・切土 (完成断面、暫定 2 車線)、高架部、橋梁部、トンネル部についても、設置位置の区分を行った。

6-5 施工方法の検討

(1) 開削工法

開削工法は、地表面付近 (地表面から 2 ~ 3m 程度) に導管を設置する施工方法である。

開削工法による高压導管の設置方法は、一般的な土留めを用いた土留め工法と急速施工を目指したクイックパイプライン工法 (以下「QPL 工法」という。) がある。

1) 土留め工法

土留め工法は、高压導管指針に示される導管の設置方法である。

掘削溝に導管 (鋼管) を埋設し、埋戻す工法であり、掘削に際して、掘削規模、土質、湧水の状況及び周辺環境に応じ、適切な土留め支保工を設置する工法である。

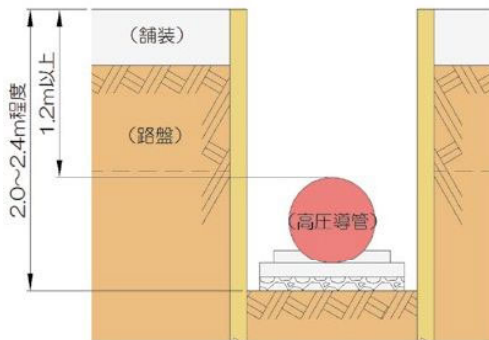


図 6-16 土留め工法の掘削概要図

2) QPL 工法

①工法概要

QPL 工法は、米国で開発実用化されたスプレッド工法 (十分なスペースを確保できる場合に適用可能な高速施工法) を基に、我が国への適用を目指して改良された工法である。

専用機械により「掘削～管路埋設～埋戻し」を一連で作業 (機械編成約 300m) し、施工能率の向上 (急速施工) による工費削減や工期短縮が期待される。

これまでに、国内で 3 回の実証試験 (各々約 1km) が実施されている。

最大作業量 (実績) については、従来工法では 10m/日程度の日進長 (東京ガス (株) へのヒアリング結果) であるのに対し、作業や機械操作の習熟により約 120m/日の日進長の確保は十分可能であると考えられ、埋設物のない高速道路では 300m/日以上の日進長が期待される。

図 6-17 は、QPL 工法の流れを示したものである。一連の機械編成長は約 300 m であり、急速施工のためには、施工ヤードとして 600 m 程度 (機械編成長の約 2 倍) 必要とされている。

①～④の施工内容は以下のとおりである。

- ① 舗装割り、掘削、山留め、パイプ敷設
- ② 溶接、検査、塗覆装、吊り下ろし
- ③ 締固め、矢板引抜
- ④ 仮復旧



図 6-17 QPL 工法の建機帯列図

出典：苫米地正敏 ガスパイプラインの合理的建設システム
—クイックパイプライン工法—の開発 H14.11^{①)}

② QPL 工法の採用について

QPL 工法は、作業の効率化 (急速施工) による工費や工期の縮減が期待される工法である。

しかしながら、以下の理由により、今回の検討対象からは除外するものとした。

- ・連続施工延長の確保が困難 (横断ボックスによる分断)

土工部 (盛土) では、横断ボックスによる連続施工延長の確保が難しく工法の利点 (急速施工) が損なわれる可能性がある。

- ・高速道路内での採用は現時点では困難

現在の機械配置では、供用中の高速道路での採用は困難である。今後、機械配置等を含めた施工方法の詳細な検討が必要である。

したがって、本検討における開削工法については土留め工法を対象に検討する。

ただし、QPL 工法の採用は、工費や工期の大幅な短縮が期待されるため、今後、適用性の検討が望まれる。

また、連続施工延長を確保できれば、側道部では機械配置の問題がなくなり、工法の利点を活かせる可能性が高い。

(2) トンネル工法

地中（開削工法よりも深い位置）での高圧導管の設置はトンネル工法が採用される。

地中内のシールド断面は、高圧導管の施工（接続・溶接）のため高圧導管よりも大きい断面が必要であり、真岡幹線の施工実績では、管径 600A（24 インチ相当）の高圧導管に対し内径 2m のシールド断面としている。管径にシールドの内径が比例するとした場合、40 インチの高圧導管では内径約 2.5 m のシールド断面が必要となる（図 6-18）。

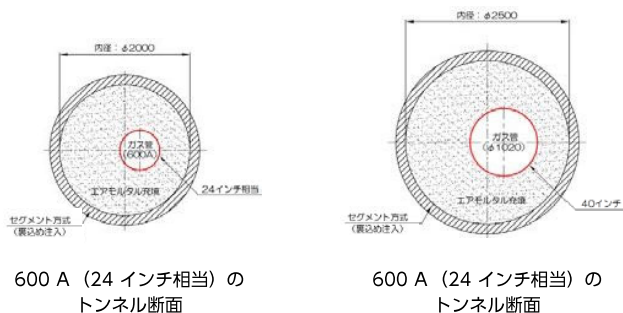


図 6-18 トンネル断面

6-6 設置位置検討結果

(1) 土工部（盛土）

図 6-19～図 6-23 に、土工部（盛土）における「施工検討の対象となる位置」での優位性順序を示す。

本線通行車両への影響、災害時の影響（修復性）等を考慮すると、盛土部においては次の順で優位となる。

「①側道下」、「③のり面（のり尻）下」、「④原地盤」

なお、盛土部の路面下及び路体については、横断ボックスが短い間隔で設置されている区間が多く、高圧導管を連続して敷設するには困難な可能性が高いため、個別検討とした。

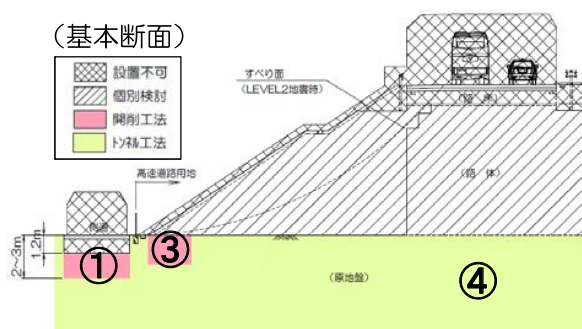


図 6-19 高圧導管の設置位置（土工部・盛土（基本断面）完成 4 車線以上）

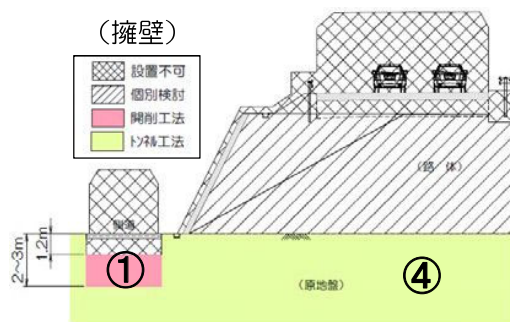


図 6-20 高圧導管の設置位置（土工部・盛土（擁壁）完成 4 車線以上）

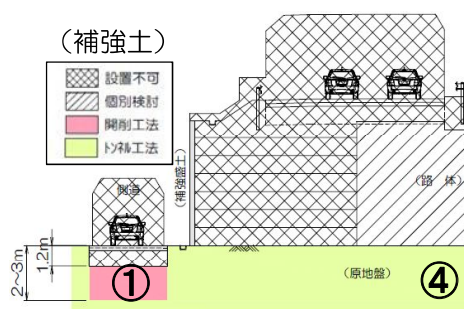


図 6-21 高圧導管の設置位置（土工部・盛土（補強土）完成 4 車線以上）

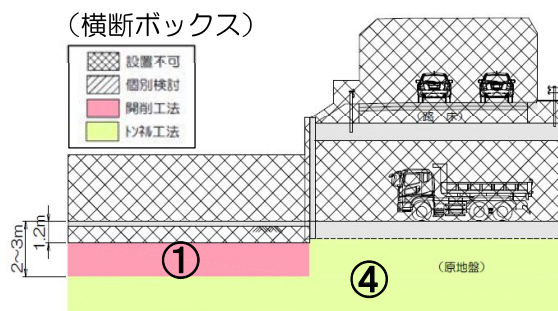


図 6-22 高圧導管の設置位置（土工部・盛土（横断ボックス）完成 4 車線以上）

暫定 2 車線の場合は、路面下は本線通行車両への影響が大きき対象とはなりにくい。

一方、「②暫定供用区間の将来側用地」については、施工スペースの確保面で自由度が高いと考えられる。

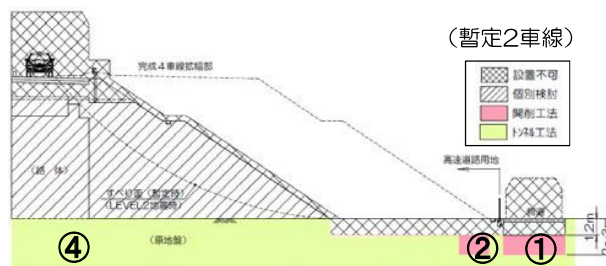


図 6-23 高圧導管の設置位置（土工部・盛土 暫定 2 車線）

(2) 土工部 (切土)

図 6-24、図 6-25 に土工部 (切土) における「施工検討の対象となる位置」での優位性順序を示す。

切土部においては、本線通行車両への影響、災害時の影響 (修復性) 等を考慮すると、次の順で優位となる。

「①側道下」、「②路面下」、「③原地盤」

暫定 2 車線の場合は、「②路面下」は本線通行車両への影響が大きく対象とはなりにくい。

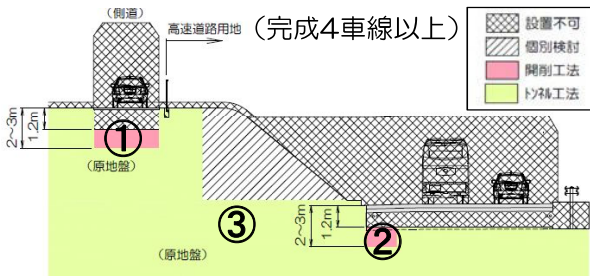


図 6-24 高圧導管の設置位置 (土工部・切土 完成 4 車線以上)

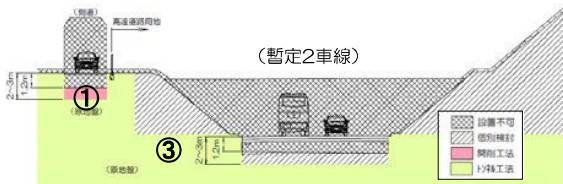


図 6-25 高圧導管の設置位置 (土工部・切土 暫定 2 車線)

(3) 橋梁・高架部

図 6-26 に橋梁・高架部における「施工検討の対象となる位置」での優位性順序を示す。

橋梁部において設置可能な箇所は「①原地盤」のみであり、トンネル工法が採用工法となる。

高架部においては、施工性や外部施設との接続より、次の順で優位となる。

「①用地内」、「②側道下」、「③原地盤」

なお、橋梁・高架部では、地形等の状況によっては専用橋の架設も考慮する必要がある。

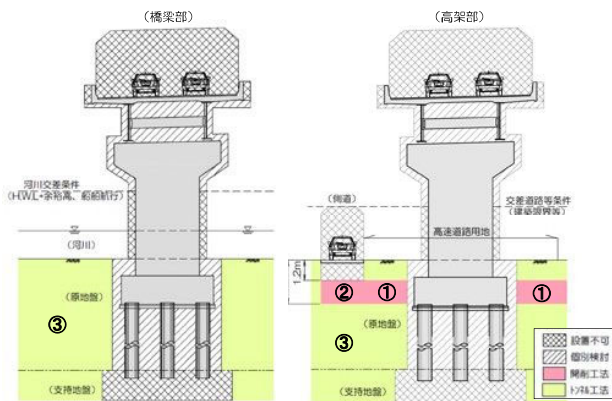


図 6-26 高圧導管の設置位置 (橋梁・高架部)

(4) トンネル部

図 6-27 にトンネル部における「施工検討の対象となる位置」での優位性順序を示す。

トンネル部においては、既設トンネルより隔離を確保した「①地山」のみとなる。

敷設検討は、前後の接続方法や施工設備ヤードの用地確保等の詳細な検討が必要となり、用地確保等の条件次第では、一般道を利用した迂回ルートへの検討も必要となる。

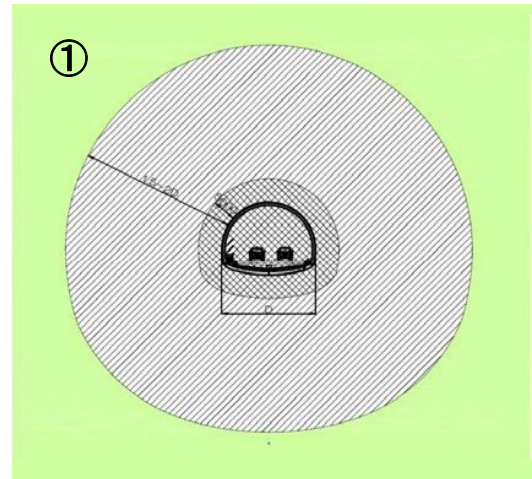


図 6-27 高圧導管の設置位置 (トンネル部)

6-7 高圧導管の設置検討のまとめ

施工検討にあたっては、「安定性の観点からは原地盤に埋設する方が有利である」、「施工時及び災害時の修復性の観点からは、本線交通に与える影響が小さい方が望ましい」の 2 つが基本的な考え方であり、これを踏まえて施工性・経済性の検討を行った結果をまとめると、以下のとおりとなる。

(1) 側道への埋設が優位である

側道を利用する場合、原地盤に埋設することができ、災害時の影響が小さい。

また、高速道路を通行する車両に対して、施工時に影響を与えることがなく、施工実績もあり最も優位である。

(2) 暫定供用区間の将来車線側用地での設置はメリットが大きい

暫定供用区間の将来車線側用地を利用する場合、原地盤に埋設することができることが多い (盛土区間)。また、高速道路を通行する車両に対して、施工時に影響を与えることがなく、施工スペースの確保の面でも自由度が高いなど、メリットが大きい。

(3) 「土工部」の方が「構造物部」よりも優位である

構造物部 (橋梁部、トンネル部) は、多くの場合でトンネル工法を採用する必要が生じる可能性が高く、一般道を利用した迂回や専用橋の架設を含めた個別の検討も必要である。

このため、土工部 (及び高速道路用地や側道を有する高架部) の方が高圧導管の設置の自由度が高く優位である。

7 高圧導管設置区間の試算検討

開削工法とトンネル工法とで経済性が大きく異なるが、高架部を除き、構造物区間はほとんどの場合でトンネル工法を採用する必要が生じる。

高規格幹線道路の路線図を基に、構造物比率及び地形比率を整理した。

検討対象とした7,221kmの平均構造物比率は、図7-1に示す通り約25%となっているが、区間によって大きく異なっている。

図7-2、図7-3に、JCT間で区分した構造物比率及び地形比率を示す

なお、最近の施工実績として古河～真岡幹線を例にとると、全長約50kmのうち約19kmがトンネル工法で、その割合は約38%となっており、これ以下の構造物比率であれば、経済的にも優位になる可能性がある。

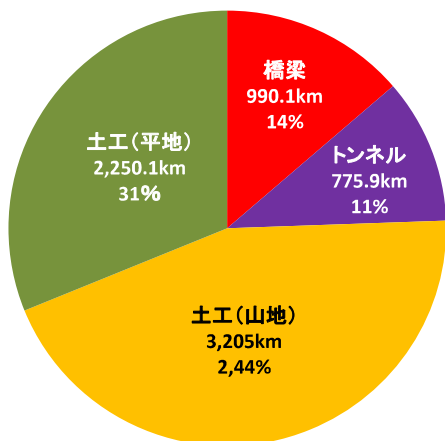


図7-1 対象区間7,221kmの構造比率

【構造物比率(JCT間で区分した場合)】
区間内の構造物(橋梁・高架及びトンネル)の延長比率



図7-2 構造物比率

【土工部の地形比率(JCT間で区分した場合)】
土工区間(構造物区間を除く)の地形(山地、平地)別の延長比率



図7-3 地形比率

【出典】

- 1) 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 ガスシステム改革小委員会 (第32回) 配布資料 2016.5
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/gas_system/pdf/032_03_00.pdf
- 2) 平成27年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2016) 資源エネルギー庁 2016.5
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016pdf/whitepaper2016pdf_2_2.pdf
- 3) 第1回天然ガスシフト基盤整備専門委員会配付資料 2012.1
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/kiban_seibi/001_06_00.pdf
- 4) ENERGY & FIGURES 2003, EUROSTAT
- 5) 株式会社国土ガスハイウェイ企画準備ホームページ
http://gashighway.co.jp/wp/wp-content/uploads/2016/02/GHJ_Pamphlet_A3.pdf
- 6) 第7回ガスエネルギー小委員会配付資料 2012.12
http://kokka-vision.jp/_srcsc1528/91E68EB589F1GEC8CFC82AF8E9197BF2890C28ER81j.pdf
- 7) 平成29年度 道路関係予算概要 国土交通省道路局・都市局 2017.1
<http://www.mlit.go.jp/common/001171457.pdf>
- 8) 高圧導管指針(一社) 日本ガス協会 2014.6
- 9) 苫米地正敏 ガスパイプラインの合理的建設システム—ウィックパイプライン工法—の開発 2002.11
https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/123457/1/D_Tomabechi_Masatoshi.pdf