

地震とガス管の話



工学博士 **西尾 宣明**
元・東京ガス(株) 基礎技術研究所

都市ガスって結構安全なんだ

与太郎 大家さん。近いうちに東京にも直下地震が来るって話だけど、道路に埋設してあるガス管は結構危ないんじゃないですか？

大家 昔は地震でガス管が被害を受けて、道路上でガス漏れが起きることがよくありました。今でも古いガス管を沢山抱えている所では地震によるガス漏れは起きやすいですね。

与太郎 そのガス漏れに火がついたり爆発したりということはないんですか？

大家 東日本大震災の時にはガス漏れによる火災や爆発は1件も起きていないようです。

それだけではなく、1964年の新潟地震、1968年の十勝沖地震、1978年の宮城県沖地震、1983年の日本海中部地震などではガス漏れによる火災や爆発は全然記録されていません。

1995年の兵庫県南部地震——これは「阪神淡路大震災」として今なお記憶に新しいですが、このときには6件のガス漏れによる火災があったとされていますが、私が思うに直接の原因は耐震性のない家屋の倒壊だろうと思います。着火の原因はよく分かりませんが、

与太郎 そうですか。ガスっていうとすぐ「火災」とか「爆発」っていうのが気になるんですけど、それほど

でもないんですね。

大家 住宅など地上の構造物に大きな被害が出ている所では、ガス会社はガスの供給を止めてしまいます。それも一つの理由でしょうね。

それから、地震で破損しやすいのは管の継手の部分です。とくに、昔から使われていたねじ継手の鋼管は弱いですね。それから昔の鋳鉄管、これも大きな地盤の変動があると継手の所で抜けたり破損しやすいです。

しかし、そんな材料はごく弱い圧力でしか使われませんから、仮にガスが漏れても道路上で火がつくほど大量に漏れることはまずないですね。

それから、阪神淡路大震災の後で「マイコンガスメーター」の設置が都市ガス事業者に義務づけられています。これは震度5ぐらいの揺れが来ると自動的にガスを遮断します。それで家屋の中にガスが漏れるのを防いで、屋内での火災や爆発を未然に防止します。

与太郎 兵庫県南部地震の時はまだなかったんですか？

大家 当時、大阪ガスでのマイコンメーター普及率は約70%でしたが、東日本大震災の時には全国で100%になっていました。

東京ガスではもっと早くから100%になっていましたがね。

与太郎 そうなんですか。ガスって結構安全なんですね。

ガスの復旧には手間がかかる

でも、神戸の地震の時だったかなあ、ガスの復旧には2ヶ月位かかったようなことを新聞で見たような気がしたけど、ずいぶん時間がかかるんですね。

大家 道路その物の破壊など、手が付けられないような場所を除いて、100%の復旧まで3ヶ月弱かかっていますね。

都市ガスの場合、復旧にはとても手間がかかるんですよ。

水道の場合は浄水場が復旧されたら、極端な話、すぐに送水を始めてもそれほど危険はないんですが――。

もっとも、送水本管がひどく被害を受けている所に送水してしまったら道路上に水が溢れたり道路が陥没したり、大変な影響は避けられませんがね。

与太郎 そうですよ。ふだんでも水道管が破裂して道路が陥没したなんて、時々あるじゃないですか。

大家 都市ガスの場合はすぐにガスを通したら道路上や家の中のあちこちでガスが漏れてしまいます。

そこで、まず被害が集中した地区のガス供給を停止して、次にその地区のガス需要家の元栓を1戸1戸閉めて行きます。その上でガス管に弱い圧力のガスを流し込みます。そしてガス検知器などでガスが漏れている場所をしらみつぶしに調べます。

発見された漏洩箇所を全部修理して。それから圧力を正常に戻して、最後に需要家の元栓を1戸1戸、安全を確かめながら開いて行きます。

与太郎 ずいぶん凄い手間がかかるんですね。それって全部人海戦術でやるんでしょう？

復旧は人海戦術で――全国から応援隊も

大家 そういうことですね。阪神淡路大震災の時は大阪ガスの需要家数約600万戸のうち、神戸市を中心に約86万戸への供給が停止されました。

その地域は5個のブロックから成り立っていました。ブロックとは導管網を他から切り離して個別に供給停止できる単位の領域のことですが、そのブロックに分割して、それぞれのブロックで今言ったような復旧作業をするわけです。

与太郎 それでも一つのブロックが、ええと――大体15万戸とか20万戸にもなるんでしょう？ 大変なも

んですね。

大家 一ぺんにやろうとしたら大変なことになりますね。実際には5個のブロック全体を更に小さな部分に分割して――復旧セクターと呼ばれていました――そのセクター毎に復旧作業を進めるわけです。

復旧セクターの数は約220個でした。

与太郎 それって凄い数なんでしょう？ 大阪ガスじゃあ、他の仕事はそっちのけになっちゃうじゃないですか。

大家 残りの500万戸の需要家にもガスを供給する仕事がありますから、そっちのけというわけには行きません。通常ガス工事などは一時延期でしょうがね。

実は、都市ガス業界ではこういう時お互いに応援隊を派遣することになっているんですよ。この場合は東京ガス、名古屋の東邦ガス、福岡の西部（さいぶ）ガス、北海道ガスなどを中心として、1月には42のガス事業者の約1,800名、2月には86事業者の約2,300名、3月には155事業者の約3,700名もの応援隊が派遣されています。人数には配管工事の業者も含まれていたと思いますかね。

大阪ガスの復旧部隊は約6,000名ですから、応援隊の比率も相当なものでしょう？

与太郎 そうなんだ。で、東京ガスからは何人ぐらい行ったんですか？

大家 約1,400人ですね。

与太郎 やっぱり凄い数ですね。

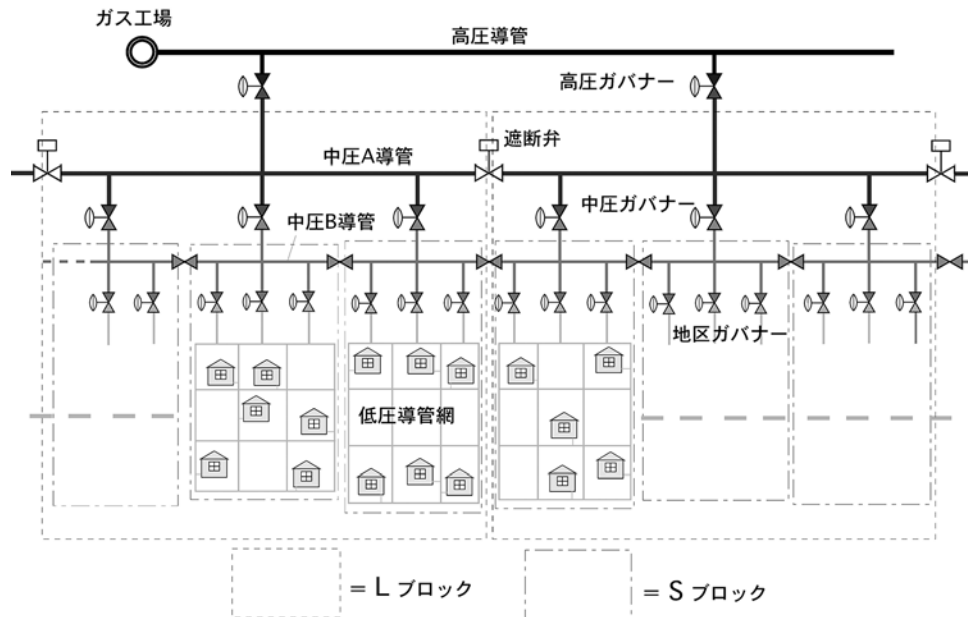
でも、もし東京であんなに大きな被害が起きたらもっと大変ですね。東京ガスは日本で一番大きいんでしょう？

導管網ブロック化を推進

大家 確かに。需要家の件数が1,000万もありますからね。

今懸念されている東京湾北部の直下地震では約120万世帯のガス供給に支障が出ると想定されています。

実際には、①どの地域で大きな震度になったか、②沢山のマイコンメーターが作動したか、あるいは③圧力や流量に異常な変動が生じたか、という三つの条件の一つでも観測されたらその地域のガス供給を停止するように中央の「指令室」から遠隔操作できるシステムが作られています。



ガス導管系統とブロック概念図

供給区域を約170のブロックに分けて、それぞれ遠隔操作で供給を停止できるようにしています。

このブロックを「防災Lブロック」と呼んでいます。Lは「ラージ、つまり大きい」ということです。

与太郎 さすがにずいぶん沢山ですね。

大家 そのブロックを更に細分して、全部で約1,000個の「緊急停止Sブロック」を作っています。

与太郎 SブロックのSって言うのはスモールって言うことですか？

大家 そうです、そうです。それぞれのSブロックには電気の変圧器に相当する整圧器——ガバナーと呼んでいます——それが複数設置されていますが、その地区の災害の状況に応じて指令室からの遠隔操作で作動を停止させることができます。

ガバナーは東京圏、つまり東京都・神奈川・埼玉・千葉各県にまたがる供給区域に約4,000基あって、それぞれに地震計がついています。

地震計の情報は指令室に送られて、遠隔操作でガバナーを停止することができます。また、個々のガバナーで一定以上の強烈な地震を感知した場合は自動的にガバナーが停止するようになっています。

与太郎 話を聞いただけじゃあまり想像がつかないけれど、ずいぶん進んだことをやってるんですね。随分コストもかかっているんでしょう？

大家 それはそうですよ。この過密都市ですから、

少しでも安全に、しかも早く復旧できるようにするのがガス事業者の使命と考えているわけです。

しかし、今はIT技術や通信技術が発達しているから、私の現役の頃と比べれば随分やりやすくなっていると思いますよ。

与太郎 そうか。ガスのことはあんまり心配しなくても良いって思えて来ましたよ。後は復旧をどれだけ早くできるかっていうことですね。

何しろ、一番でっかいガス会社ですからね。復旧も大変ですね。

大家 そうですね。

東日本大震災の場合

与太郎 ところで、東日本大震災の時に、仙台では工場が津波にやられて、ガスが止まってしまったようなことを何かで見たような気がするけど、復旧はどうしたんですか？

大家 仙台市ガス局の心臓とも言える港工場では、電気設備などの付属設備がやられて、需要家約36万戸への供給が全部止まってしまいました。しかし、新潟と仙台を結ぶ天然ガスパイプラインのお蔭で、比較的早くガスが供給できる態勢を整えることができたそうです。

もし、これがなかったら復旧には1年ぐらいかかっ

ただろうと言う話もあります。

与太郎 そうなんですか。なんか、今度の地震のためにパイプラインができていたような感じですね。

心臓は二つ以上あった方がいいんだ。

それで、ガス導管の方はどうだったんですか？

大家 仙台市ガス局では1978年の宮城県沖地震の教訓から、供給区域を東京ガスのLブロックに相当する11のブロックに分けて管理していました。そして、更に155の小ブロックに分割していましたから、復旧作業の計画は比較的スムーズに行ったと思いますね。

ガス導管は溶接接合の鋼管を使った中圧Aや中圧Bの輸送管（先の図を参照）に被害はなくて、ほとんどが低圧導管網に集中していました。しかも口径100ミリ未満の小口径管ですね。

ガス漏れは全部で167箇所。神戸地区での被害——家屋の内と外を全部合わせると約2万箇所というのに比べると随分少ないですね。

与太郎 神戸は直下地震だったからですか？

大家 そうですね。神戸の最大震度は7ですからね。

仙台市の主要部では震度5強から6強の間でしたから、かなり違いますね。それに液状化もなかったし。

ガス導管の被害の大半は古いねじ接合鋼管の接合部の亀裂とか折損でした。ポリエチレン管の被害はゼロでした。

与太郎 それで、復旧にはどのぐらいかかったんですか？

大家 津波で大きな被害を受けて復旧作業もできない地域を除いて、約31万戸へのガス供給が完了したのが4月16日。地震が起きた時から約1ヶ月半後ですね。

与太郎 その割には早かったんじゃないですか？

もっとも、ガス導管の被害の割には結構時間がかかるんですね。

大家 一旦ガスの供給を停止してしまうと、被害の多さには関係なく、ガス栓の開閉などきちんと手順を踏まなければならないということですね。

与太郎 阪神淡路大震災のときのように、他のガス会社からの応援もあったんでしょう？

大家 もちろんそうです。全国から49のガス事業者が応援隊を出しました。

ピーク時には3,700人体制だったそうです。

それから、昭和40年代から50年代初期に丘陵地を切盛り土して、大規模に開発した住宅地に特に被害が

集中したことも、かえって幸いしたのではないかと思います。

与太郎 そのほかのブロックではガス漏れが少ないから仕事はかどるってということですか？

大家 そういうことですね。

こぼれ話その1：宮城県沖地震以後

大家 宮城県沖地震（1978年）の後、行政の側も含めて都市ガスの地震安全対策が広く議論されて来ましたが、ガス導管網をブロック化することの必要性を強く主張した張本人は実は私なんですよ。

与太郎 ええ？ 本当ですか？

大家 その当時までは、ガス導管、特に低圧の導管網は末端までなるべく広く連絡している方がガスの安定供給につながるという考えがあったんですね。

私の考えは末端の細い管が連絡していても、それを通じて右の導管網と左の導管網でガスの供給を融通しあうなどは不可能に近いということです。それならふだんから切り離しておいた方がいいぞというときに役立つと考えたわけです。

人差し指が怪我した時に中指まで巻き添えにする必要はないのと同じことです。

与太郎 そう言えばそうですね。納得です。

大家 ガス導管網の管理やガス供給の指令・調整をする部所の技術屋達と会合があればブロック化のことをいつも力説していたものですよ。

日本ガス協会での会合で大阪ガスや東邦ガスの技術屋と会う時もブロック化の必要性を熱心に説いていました。そんな若い時の自分を今でも思い出しますね。

与太郎 でも、大家さんは研究所にいたんでしょう？

そんな現場的なことをどうして知ってたんですか？

大家 実は入社して最初の6年間は工場建設のための設計と現場監督の仕事をしました。その後の数年間はガバナの保守管理やガスの圧力を管理する現場で係長として働いたことがありますから、導管網のことは本社などにいる人よりも良く知っていましたよ。

その後本社でガス供給の指令や調整をする部所にもいましたし、この分野の技術屋たちには結構顔が売っていましたね。自分で言うのも何だけれど。

研究所に移ったのはもう40歳も近い年の頃です。

現場にいた時に、埋設ガス導管についての土木的な部分での会社の技術レベルが不十分なために、現場の問題でゼネコンと対等に渡り合えないという悩みがあったんです。そのため、自分から研究所で埋設管の研究をしたいと異動を希望したわけです。

与太郎 へえー。そんなことがあったんですか。どうりで何でも良く知ってるわけだ。

それにしても、40歳ぐらいからいろいろ研究を始めて、博士にもなったんでしょ？ 凄いですね。

大家 1978年の宮城県沖地震では仙台市ガス局の技術員の大変な協力をいただいて、地盤条件とガス管の被害の関係など、ガス導管の地震対策を考えるために役に立つデータを沢山集めることができました。

日本海中部地震では地盤の液状化に伴うガス管の被害について、私の考え方を固めるための沢山のデータが得られました。

そのほか、実際のガス導管を使った地震観測や模型実験などもたくさんやりましたが、それらが博士論文の種になりましたし、私の考えを日本ガス協会の「中・低圧ガス導管耐震設計指針」にまとめることもできました。

与太郎 へえー。良くは分かんないけど、結構大変な仕事をして来たんですね。

それで地震のことなんか随分くわしいんだ。

こぼれ話その2：ガス用ポリエチレン管

大家 自慢話になってしまいますが、「ガス用ポリエチレン管」をガス業界が採用できたのも私のお蔭なんですよ。

与太郎 いつも控えめな大家さんがそんなに自信満々で言っても良いんですか？

大家 私がそれほど控え目ですかね。

それは兎も角、アメリカで最初に実用化したポリエチレン管は、10年ぐらい経つと継手の接続部などでひび割れができて、ガス漏れが結構頻繁に起き始めたんです。

継手の部分には応力が集中しやすいので、掘削した後の地盤沈下などがあると大きな応力がかかったままになります。

その応力のためにじわじわと亀裂が進行して、ある

時突然ガスが漏れ出すというわけです。

そこで、一定の応力を長い間掛け続けた時のポリエチレン管の寿命を正しく予測できる強度試験の方法を、ポリエチレン管先進国の欧米でも懸命に探していました。

しかし、彼らはいろいろ実験法を考えるんですが、品質管理には役立っても、寿命を予測するための理論を組み立てることができなかつたんですね。

樹脂のメーカーは必死ですから彼らなりに努力して、結果としては私の方法で試験して結構優秀と判定される樹脂も提供するようになってはいましたがね。

与太郎 大家さんはその試験の方法を発見したんですか？

大家 ほら、大分前になるけれども与太郎さんにポリエチレン管の話をしたことがあるでしょう？ (No-Dig Today 67号「ガリレオ爺さんの手柄話」)

そのときの話をくわしく繰り返すことは止めますが、私は物が壊れることについての理論をまず勉強しましたね。そうして、寿命についてのごく簡単で、しかし理論的な筋の通ったモデルを発見して、最高に応力集中を受けた状態で試験ができる、とても簡便で実用的な方法を開発したのです。

その試験法で寿命を推定して、うんと長い寿命のポリエチレン樹脂をガス管のために選ぶことができたんです。

だから、日本のガス用ポリエチレン管は500年や600年以上もの寿命が保証されているという訳です。

与太郎 そんな話、確かに以前聞いてますね。

何か、偉い人が大家さんのやってることを理解してくれないとか——。

しかし、大家さんって凄い仕事をやったんですね。

大家 そう言ってくれてありがとう。

実際、ガス導管の現場を統括する部所では、なかなかポリエチレンの良さを理解してくれなくて、いろいろ研究に注文をつけて来るので困りましたよ。

それでも、現場の方には私を助けてくれる人が多くて、試験埋設をしてくれるようになりました。実際に使ってみると、鉄管よりも使い勝手が良いのが分かって、ほとんどなし崩しにポリエチレン管が採用されるようになったようなものですよ。

なにしろ、鉄の管だと腐食のために寿命が短くて、20年や30年も経つと入れ替える必要が出て来ます。

それに比べて、寿命が何百年以上もの管を使えば会社
に取っては莫大な利益になるわけですからね。

2、30年で減価償却しても、設備の更新をする必要
がないんですから。

自分では大いに満足しています。

与太郎 道路を掘って管を入れ替えるっていうのは見
ただけでも凄くお金がかかりそうですね。

大 家 それだけではなくて、ポリエチレン管は地割
れが生じたり不等沈下が生じたりと、地盤が大きく変
形してもそれに逆らわずに柔らかく変形してくれるの
で、地震にとっても強いんです。

ポリエチレン管実用化の先進国アメリカでもロサン
ゼルスなど大都会に被害を及ぼした地震が何回も発生
していますが、ポリエチレン管は全然被害を受けてい
ないんです。

与太郎 あれ？ さっきアメリカでは管のひび割れが
起きたって言ってたけど、地震では大丈夫だったんで
すか？

大 家 ひび割れは高い応力集中の状態ではじわじわと
亀裂が進行することで起きます。地震の時のほとんど
瞬間的な変形では滅多にそういうことは起きません。

阪神淡路大震災でも試験的にポリエチレン管を埋設
した地区での被害はゼロでした。

それで、某社は「今後我が社は全面的にポリエチレ
ン管を採用する」などとマスコミにも発表して胸を
張っていましたが、日本ガス協会でポリエチレン管の
研究会を開いていた頃は試験採用にも消極的で、幹事
役の私の足を随分引っ張っていたものです。

それに変なプライドがあって、私の試験法に対抗す
る別な試験法を研究したりしてね。それも私が提案し

た試験片——これがとても重要なんですが——それを
使ってね。結局役に立つ結果は得られなかったですが。

与太郎 大家さんは気をつけて某社なんて言ってる
けど、そんなのバレバレですよ。

そう言えば、東日本大震災のときには仙台でもポリ
エチレン管は被害がなかったって言いましたね。

大 家 そうです。

仙台市ガス局はポリエチレン管の優秀さをあらため
て認識して、古い鉄の管も積極的にポリエチレン管に
入れ替えて行く方針を固めましたね。

与太郎 ブロック化のことやポリエチレン管の話、大
家さんは日本のガス会社を安全にするのもの凄く役
に立つ仕事をしたんじゃないですか。

表彰なんかされなかったですか？

大 家 実用化の経緯が今話したようなことだから、ブ
ロック化もポリエチレン管も気がついたら皆使ってい
たというわけで、私の業績として評価してくれるのは
昔私の部下だった一握りの人たちだけだと思いますよ。

与太郎さんがそう言ってくれるだけで、私はとても
嬉しいですよ。

【主な参考資料】

- ◇(社)日本ガス協会：「阪神・淡路大震災と都市ガス」ほか
「新潟地震」, 「宮城県沖地震」等の報告書
- ◇地盤工学会：「土と基礎」1996年2月, 小特集/阪神・
淡路大震災 (その1)
- ◇日下 智氏 (仙台市ガス局)：(東日本大震災における)
「都市ガスの復旧について」(「建設マネジメント技術」
2011年11月号)