

(Ⅰ-44) 地震時ライフラインの安全性・信頼性を考慮した燃料電池型
コージェネレーションシステムの適応性と課題について

攻玉社工科短期大学 ○学生会員 谷内 高志
東京消防庁(攻玉社工科短期大学) 学生会員 杉本 聡子
東京消防庁(攻玉社工科短期大学) 学生会員 杉本 貴
攻玉社工科短期大学 フェロー 大野 春雄

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、都市ガスの供給網はライフラインのなかで最も大きな打撃を受けた。都市ガス設備では、製造所でつくられたガスは、高圧導管、中圧A導管、中圧B導管を経て、低圧導管を通して需要家に送られるが、今回の地震では製造所、供給所、ガバナ―、高圧導管などの上位設備には被害がなく、中圧導管で発生した被害のほとんどもさほど深刻ではなかった。

最も被害を受けたのは需要家に近い低圧導管であり都市ガス供給システムのウィークポイントであるといえる。ライフラインの復旧において最も時間を要するのがガスであることから、この低圧導管の被害を排除することを第一の目的とし、同時に現在のエネルギー供給のあり方を検討することにより、環境にやさしく、震災に強いエネルギー供給システムを構築する。

2. ライフラインの現状と電気によるガスの代替性

(1) 復旧に要した時間と設備について

電力、通信、水道、都市ガスなど主要なライフラインを比較すると最も復旧が早いのが電力であり約1週間で復旧したが、ガスについては100%の復旧に約3ヶ月を要した。(図-1参照)

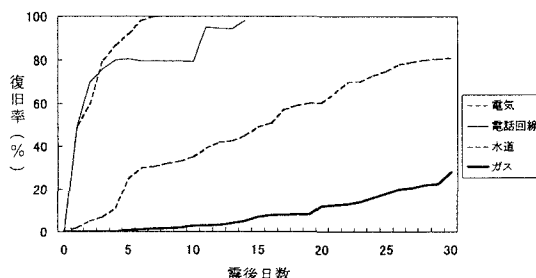


図-1 阪神・淡路大震災における復旧曲線

(2) 都市ガス利用状況について

図-2に示すとおり、家庭内におけるエネルギー消費量のうち、都市ガスの占める割合は約18%である。そのうち27%が暖房用、56%が給湯用、17%が厨房用に使われている。

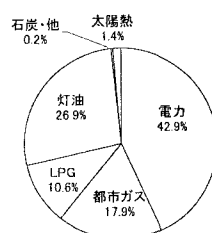


図-2 家庭内エネルギー源別エネルギー消費量構成比(1999年度)

(3) ガスの危険性と電気による代替の可能性

ガスは化石燃料であるため、燃焼によりエネルギーを供給している。その性質上、家庭内では裸火で使用するため火災やガス爆発の危険性を常にもっている。そこで現在急速に普及が進んでいるのがオール電化住宅・マンションである。実際、家庭でガス器具として使用されている暖房、給湯、厨房設備等の電化はすべて可能であり、タイマーを使用した自動停止装置の導入による安全性の向上、油煙やすすが発生しないといった環境面への配慮が可能になる。

3 燃料電池型コージェネレーションステーションの提案

地震時におけるライフラインの安全性・信頼性を確保するためには、都市ガスによる需要家へのエネルギー供給を全て電気に代替することが必要である。そこで燃料電池型コージェネレーションシステムステーションを提案したい。このシステムでは、中圧導管によるガスの供給をこのステーションまでとし、燃料電池を設置する。各家庭へはこのステーションで燃料電池により発電した電気エネルギーを供給する。

キーワード：都市防災、ライフライン、コージェネレーション、燃料電池、ガス代替システム

連絡先：東京都品川区西五反田5-14-2 攻玉社工科短期大学環境建設学科

コージェネレーションでは電気と熱を有効に活用することでエネルギー効率はかなり高くなる。

表-1 燃料電池型コージェネレーションシステムと都市ガスとの比較表

	都市ガス	燃料電池型コージェネレーションシステム
安全性	- 裸火を使用するため火災の危険がある。 - 需要家までの供給に使用している低圧導管は地震に弱く、震災時には復旧に時間を要する。	- 裸火は発生しない。 - ステーションまでの供給は地震に比較的強い中圧導管である。
環境性	燃焼時にはCO₂を排出する。	水素と酸素の化学反応による発電のため、窒素酸化物、硫黄酸化物などの発生がほとんどない。
コスト等	1000Kcal あたり 14 円	- 電気・熱利用で 1 kw/h あたり 10 円程度 - 発電効率は 40％程度、暖房・給湯を含む総合効率は 80％

燃料電池には、いろいろな種類と特徴が

あるが、ここでは一番実用化に近い、「リン酸型燃料電池」の導入を提案する。

(表-2 参照)

4. 学校をコージェネステーションに

ここで燃料電池型コージェネレーションシステムのステーションとして学校を提案したい。東京都ではほとんどの小・中学校が避難所として指定されており、

避難所の指定基準として①原則として、町会(又は自治会)又は学区を単位として指定する。②耐震・耐火・鉄筋構造を備えた公共建物等(学校、公民館等)を利用する。などがあり、さらに耐震性貯水槽、ろ過機等が設置されている。

以上から考えて、学校は燃料電池型コージェネレーションシステムのステーションとして望まれる平均的配置、耐火耐震構造そして発生した水の利用設備等の条件を備えている。

5. 防災拠点としての学校について

学校を燃料電池型コージェネレーションシステムのステーションとした場合のエネルギー活用例は表-3のとおりである。

震災時における電気の活用例としては、学校内に震災等災害情報センターを作り、パソコンに燃料電池から発生する安定した電気を供給することにより、被害状況や被災者の安否確認、情報発信をスピーディーに行うということが考えられる。

温水は、震災時に学校が避難所になることを踏まえ、冷暖房設備、給湯設備に供給することにより、被災者の生活環境の確保を図るのに活用できる。

また燃料電池の稼動に伴う化学反応により発生する水は、学校に大型防火水槽を設置し、そこへ自動給水するシステムを構築することにより、震災時には消防用水として、また水道が復旧するまでの間、ろ過機等を使い、飲料水および生活用水として活用できる。

6 おわりに

学校と燃料電池による発電所を併設することには莫大な費用がかかることから、費用対効果が導入にあたっての課題である。しかし、コストは技術開発により必ずや克服されるものであり、試験的なモデル地区で運用することにより、新エネルギーである燃料電池の将来を担い、発生が危ぶまれている関東周辺の大地震に対応するための新ライフライン改造計画としての先行投資として十分な価値があると確信する。

参考文献：都市型震災に学ぶ市民工学 大野 春雄・桂本 孝久共著 山海堂

都市震災と防災システム 第10回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会編 クバプロ
エネルギー・経済統計要覧 日本エネルギー経済研究所 計量分析部 編

表-2 燃料電池の種類と特徴

燃料電池の種類	リン酸型 (PAFC)	溶融炭酸塩型 (MCFC)	固体電解質型 (SOFC)	固体高分子型 (PEFC)	アルカリ型 (AFC)
電解質	リン酸	炭酸リチウム 炭酸カリウム	安定化ジルコニア	陽イオン交換膜	水酸化カリウム
燃料	天然ガス、ナフサ、メタノール、石炭ガス	天然ガス、ナフサ、石炭ガス	天然ガス、ナフサ、石炭ガス	純水素、天然ガス、メタノール	水素
運転温度	約200℃	約650℃	約1,000℃	約80℃	約100℃
発電効率	40～50%	45～60%	50～60%	40～60%	45～60%
特徴	熱(温水)を給湯及び冷暖房として利用することができる	高温型で複合発電をすることができる	高温型で複合発電をすることができる	常温型で小型化可能	空気中では炭酸ガスを吸収して電解質が劣化を起す
用途	オンサイト型コージェネレーション	集中型、分散型コージェネレーション	集中型、分散型コージェネレーション	車両、家庭、店舗用コージェネレーション	宇宙船用
開発段階	商用化段階	試験研究・実証段階	試験研究・実証段階	試験研究・実証段階	開発を縮小

表-3 燃料電池型コージェネレーションシステムの活用例

	平常時	震災時
電気	・学校内及び近隣個人需要家への供給	・防災拠点としての学校において照明、情報収集及び情報発信機器の電源に使用
温水	・学校内の冷暖房、給湯等	・同左
水	・学校内で飲料水以外に利用	・防火水槽への自動給水 ・被災者の生活用水に利用