

2) 環境研究グループ

2) - 5 ライフライン途絶後の住宅・建築物における生活継続能力の 向上技術に関する研究【安全・安心】

Research on Technology to Improve the Ability of Continue Living in houses and buildings after Lifeline Disruption

(研究開発期間 令和 4 ～ 6 年度)

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering
国土技術政策総合研究所
National Institute of Land and Infrastructure
Management

羽原 宏美
HABARA Hiromi
山海 敏弘
SANKAI Toshihiro

清水 康利
SHIMIZU Yasutoshi

竹崎 義則
TAKEZAKI Yoshinori

The object of this study is to improve LCP performance in general housing, etc. Planning and design techniques for building equipment to cope with lifeline disruptions are reported.

【研究開発の目的及び経過】

首都圏直下型地震、南海トラフ巨大地震の被害想定等においては、ライフラインの途絶については、電力で最大 2 週間、上下水道で最大 2 ヶ月程度の途絶が想定されており、住宅・建築物における対応は、喫緊の課題となっている。

国土交通省においても「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」（平成 30 年 5 月）、「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン（令和 2 年 6 月）」等を公表し、その普及を図ってきたところである。これらのガイドラインでは、基本的に火災時の停電に対応した非常用電源、生活用水の貯留機能を強化すること等によって機能継続（BCP）を実現している。

これらの整備は、拠点建築物以外ではそもそも困難であるし、大規模災害による被災によって多量の人々が帰宅できず、生活を継続することが困難な場合、数量が限られる拠点建築物はたちまちのうちに飽和し、機能停止状態とならざるを得ないという点が課題であった。

拠点建築物以外の住宅等における生活継続能力の向上（LCP 性能の向上）は、拠点建築物の機能確保や都市機能の確保という観点から見ても喫緊の課題となっているので、対策の構築が必要である。

そこで本研究においては、拠点建築物以外の建築物を対象として、大規模災害に伴うライフラインの途絶への対応性（生活継続能力：LCP）を向上させるための技術開発を実施することとした。

本研究においては、パッシブ技術、分散型エネルギー技術、エネルギー・資源の相互融通技術等も含め、総合的対策技術の開発に取り組むこととした。

【研究開発の内容】

(1) ライフライン途絶への対応に関する検討

1) ライフライン途絶の想定

地震、津波等、災害の種別に応じて、ライフラインの途絶となる範囲、期間、途絶状況について、令和 6 年に発生した能登半島地震の被災状況も含めて調査を実施し、想定すべき途絶の範囲・期間を明確化した。

2) ライフライン途絶への対応

把握したライフライン途絶の状況に対して、ライフライン途絶対策が有効となる場面を想定し、ライフライン途絶に対する対策水準を想定した。

(2) ライフライン途絶への対応技術に関する検討

1) ライフライン途絶の期間と対応技術の有効性

ライフライン途絶の範囲、期間、途絶状況に対応可能な設備システム等について検討し、その実装を可能とする条件を明確化した。

2) ライフライン途絶への有効性

上記 1) の検討に即して、ライフライン途絶に対応した設備システム等を実装した場合におけるライフラインの代替性、利便性等を評価した。

被災後 3 日目までの対応方式として認知されている非常用電源設備を用いたシステムの構成について検討するとともに、被災後 3 日以降における建築物の機能継続に有効な技術として、ガス発電、ガス・油併用型システム等を用いたシステムについて検討した。

また、エネルギーを供給することなく稼働させることが可能なエネルギーハーベスティングを用いたシステムについても検討した。

(3) ライフライン途絶対応型技術の構築

事務所、共同住宅、戸建て住宅を対象として、ライフラインが停止した場合（被災直後、1日後、3日後、10日後、1ヶ月後）の状況を想定し、ライフライン途絶に対応した設備システム等について、共同住宅、戸建て住宅、事務所における対応性について評価を行った。この検討結果を踏まえ、ライフライン途絶対応型技術として提案した。

【研究開発の結果】

（1）ライフライン途絶への対応に関する検討

既往の調査結果に加え、令和6年に発生した能登半島地震の被災状況については実態調査を実施した。

この実態調査では、12件の調査対象を選定し、調査を実施したが、能登半島では給排水設備の被害が大きく、被災後1年を超えた場所でも、上下水道の仮復旧すら進んでいない事例が散見された。

電力については、比較的都市化が進んでいる地域では停電が長期間続くことは稀であった。

しかし、山間部の住宅では、極めて長期間に渡って電源の途絶が続いたことがわかった。

エレベータを有する建築物の被災状況について調査したところ、やはり電源が長期間途絶するような被害は稀であったが、地震による被災後、余震や雨水反乱等による停電によってエレベーターが停止した場合も、再起動のためにわざわざ遠方から保守業者を呼ばなければならないという点が指摘された。

この問題は、エレベーターが地震によって停止した際に再起動する機能を実装することによって緩和されるため、その普及を図るべきことが示唆された。

本研究では上記の調査結果も含め、ライフラインの途絶期間、途絶のスケジュール等を設定した。

（2）ライフライン途絶への対応技術に関する検討

上記のライフラインの途絶期間、途絶のスケジュール等に対応できる設備システム等について検討した。

その結果、制御用等、微弱なエネルギーで対応できる用途については、エネルギー源をエネルギーハーベスティングとし、油・LPGによる小型発電機や発電機能を有する空調装置を稼働し、得られた電力で生活・機能継続にかかる負荷を分担するという「レジリエントな設備システム」を構築し、提案した（図 参照）。

このシステムの特徴は、次のとおりである。

- ①微弱なエネルギーで可能できる設備（制御用設備、保安灯等）は、エネルギーハーベスティングによって供給する。このため、これらの設備は電源を供給

しなくても稼働させ続けることができる。

- ②比較的大きなエネルギーを必要とする動力等（空調熱源、ファン、ポンプ、エレベータ、明るい照明）については、貯蔵した油・LPGによって、必要な時間帯のみ運転する。
- ③火災が発生した場合は非情報発電設備を稼働させ、対火災活動等に使用する。このため、火災時の機能は通常の建築物と同一となる。

被災時における電源途絶の後、繰り返し停電に見舞われることが多いが、このシステムは電源が不安定化し、停電が多発することに対応した構成となっている。

本システムを構成するエネルギーハーベスティング技術は、現在、急速に実用化が進んでいる技術であり、その実用化が大いに期待される。

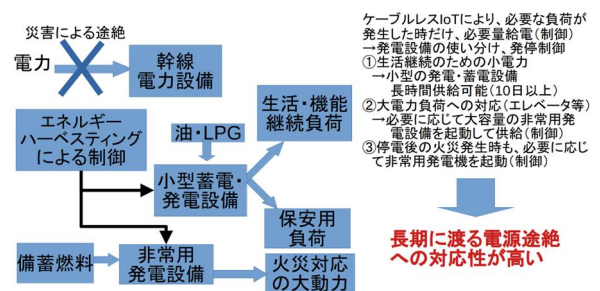


図 レジリエントな設備システムの構成（例）

【参考文献】

- 1）大規模災害に伴う大規模・長期にわたる電源喪失への対応技術、2023年度日本建築学会大会梗概集、2023年9月、P2241-P2242
- 2）大規模災害による被災後の建築物における電源確保、2023年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2023年9月 P473-476
- 3）大規模災害によるライフライン途絶後の住宅・建築物におけるLCP向上に関する研究、2024年度日本建築学会大会梗概集 2024年7月、P2109-2110
- 4）能登半島地震におけるライフラインの途絶と対策技術の有効性に関する研究、2024年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2024年9月、K-42