

飛行船を活用した災害復興支援調査

INSPECTING DISASTER RECONSTRUCTION UTILIZING A ZEPPELIN AIRSHIP

清田直紀 *・中村 二三雄 **・大角恒雄 ***・横田耕治 ****・渡邊裕之 *****・辻 宏之 *****
Naoki KIYOTA, Fumio NAKAMURA, Tsuneo OSUMI, Koji YOKOTA, Hiroyuki WATANABE and Hiroyuki TSUJI

The Noto Peninsula earthquake occurred in March, 2007 and the Niigata Chuetsu earthquake occurred in July, 2007. The administrator in charge of the stricken areas, an aviation photographer, and the engineer in charge of reconstruction boarded a modern airship Zeppelin NT type to confirm the progress with restoration of damaged facilities. During the flight, the damaged areas and shoreline were photographed, non-surveyed areas in the mountains were confirmed and discussions were held regarding restoration policies and the future plans for making practical use of the airship for disaster reconstruction.

Keywords : *airship, large-scale disaster, aerial damage investigation, aerial photography, disaster reconstruction aid*

1. まえがき

近年頻発する大規模災害による被害は、広範囲かつ様々な施設から自然環境全般にも及ぶうえ、それらの復興事業や影響は長期間に亘ることが多い。

大規模災害発生時は、機動性の高いヘリコプターによる調査が極めて有効であるが、その出動目的は、被害状況の把握・通報、救助・救援活動、報道などがメインであり、被災後からおおむね 1 週間～2 週間程度で地元へ基地のあるヘリコプター以外は引き揚げてしまう。

一方、災害発生数日後から被災地では本格的な災害復興事業が所轄官庁の各事務所において開始されるが、被災地が広範囲で災害の種別や対象が多岐に亘ること、応急復旧が急ピッチで進められたり、二次被害の発生など状況が変化したりしやすいことなどから、詳細かつリアルタイムな情報が無ければ、的確な復興計画の策定は非常に困難な作業となる。

飛行船は、整備上や運航上の事情でヘリコプターのように災害発生直後に活動することは難しい。しかし、低空飛行を行っても騒音が小さいため、地上の救助活動や復旧作業へ与える影響が少なく、また室内が広く長時間の調査飛行が可能のため、多分野の専門家や担当者が同乗して空中から総合的な被災地調査の実施が可能である。

日本工営株式会社および株式会社日本飛行船、アジア航測株式会社、ならびに独立行政法人情報通信研究機構は、数年前より飛行船特有のこれらの長所に着目して、「災害復興支援」への飛行船の活用について共同検討や研究会開催を行っており、今回の「能登半島地震」および「新潟県中越沖地震」においては、国土交通省ならびに地元自治体の協力を得て、実際に「飛行船を活用した災害復興支援調査」を実施した。

2. ツェッペリン NT 型飛行船の概要

最新鋭のツェッペリン飛行船の特徴は、低騒音、低振動、卓越した空中運動性能および 360 度の下方視界（窓の開放可能）が確保できる汎用性の高いゴンドラである。また飛行に必要なエネルギーは、飛行機の約 1/16 と言われ、環境に優しい航空機である¹⁾。

本調査に使用した最新鋭飛行船の仕様を以下に示す。

表 1 調査に使用した飛行船（ツェッペリン NT）の仕様

長さ	75.1m
幅	19.7m
高さ	17.5m
エンベロープ容積	8,425m ³
最大客席数	12 席（操縦席含まず）
客室全長	10.7m
最大搭載重量	1,900kg
エンジン出力	200HP × 3 基
速度（巡航・最大）	80km/h・125km/h
高度（巡航・最大）	300m・2,250m
最大航続距離	900km
飛行時間（通常・最大）	6h・24h

* 大阪支店 第一技術部
** コンサルタント国内事業本部 国土保全事業部
*** 中央研究所 総合技術開発部
**** アジア航測株式会社
***** 株式会社日本飛行船
***** 独立行政法人情報通信研究機構



図ー１ 調査に使用した飛行船（ツェッペリン NT）

3. 大規模災害調査の手段としてのメリット

(1) 低騒音

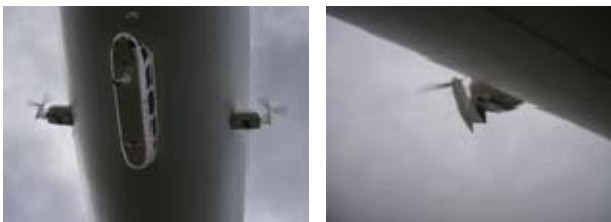
飛行船はエンジン出力が小さいため地上ではほとんど騒音が聞こえず救助活動や復旧作業の妨げにならない。ダウンウォッシュ（ホバリング時に下方へ発生する風）も小さいことから離着陸時にヘリのような強風が発生することは無い。このため疲弊している被災者の生活環境へ与える影響が小さく、被災地上空における長期的な活動に適している。

(2) 低振動

エンジンは振動が小さいうえゴンドラから離れた機体上方および船尾に配置されているため、搭載したカメラにエンジンの振動がほとんど伝わらない。また機体の揺れは気象条件が安定していればほとんど無いため、振動に弱いと言われる高解像度カメラによる画像撮影が可能となる。

(3) 卓越した運動性能

ツェッペリン NT 型飛行船はチルトプロペラを装備しており、低空での旋回や任意の点での空中停止が可能である。調査箇所上空における長時間停止や目視調査撮影が自由自在に実施できる。



図ー２ ハイテク飛行船の特徴（チルト式プロペラ）

(4) 360 度のクリアな視界

被災地上空（150 ～ 300m 程度）で 360 度の下方視界が確保できる。窓は左右一箇所ずつ一部が開放可能で、乗務員の付き添いのもとに開放が可能である。

ヘリコプターに比べて飛行速度が遅いため窓からの吹き込みが小さく、撮影者は安全な状態でかつ時間的余裕を持って撮影することが可能となる。

(5) 長時間調査に適したゴンドラ

操縦士を除き 10 名程度搭乗可能で、巡航飛行中は室内を自由に動き回ることができる。室内が静粛なためヘッドホンは必要無い。トイレも装備しているため長時間の定点監視（地震によるダムの監視等）や要人による被災地の全域視察に活用できるほか、行政担当者や学識経験者、土木技術者が現場を見ながら、また図面を広げながら会議を行うなど汎用性の高い活用が可能である。



図ー３ 広いゴンドラ内



図ー４ 開放窓からの撮影

(6) パソコン / 計測機器の搭載

最大積載重量内でパソコンや計測機器を簡易に機内に設置することが可能である。図ー５に示す通りパソコンと連動した自動連続撮影機材をゴンドラ後部の窓等に設置することにより、飛行経路直下の垂直写真（対地 150 ～ 300m）を連続的に撮影することができる。道路や河川、空港滑走路など延長の長い調査対象の撮影に適しており、大容量データを連続してパソコンに取り込んでインターネットによる配信が可能である。



図ー５ 垂直写真の自動連続撮影装置

4. 能登半島地震における復興支援調査

(1) 調査概要

1) 能登半島地震の概要

平成 19 年 3 月 25 日 9 時 42 分頃、能登半島西岸沖を震源としたマグニチュード 6.9 の地震（平成 19 年能登半島地震）が発生した。この地震による最大震度は石川県輪島市などで観測された震度 6 強である。輪島市門前町を中心に土砂災害および道路等の公共施設、家屋等に大きい被害が生じた。

2) 目的

能登半島地震における公共施設の災害復旧支援の目的で、国土交通省北陸地方整備局、石川県土木部、輪島市建設部の担当者、航空写真家ならびに土木技術者等が搭乗し、道路施設の復旧現場、斜面崩壊箇所および海岸線について、被害箇所および未踏査部の目視による観察、斜め写真撮影、連続垂直写真撮影、機上における被災道路の迂回ルートの検討協議などを行うために最新鋭飛行船を活用した。

3) 調査日程

地震発生から約 3 週間後の 4 月 18 ～ 20 日の 3 日間に計 4 回の調査フライトを実施した。

4) 調査飛行ルートおよび写真撮影箇所

飛行ルートは、石川県能登空港をベースに延長約 100km で 30 箇所以上の被害箇所上空を調査飛行した。4 回のフライトではそれぞれ搭乗メンバーを変更し、担当者の要望を踏まえて、臨機応変に飛行ルートの選定や定点停止調査を行った。



図－6 能登半島地震 調査フライトルート図

(2) 飛行船調査による被害箇所の発見

能登半島は海岸線が長いこと海岸部の斜面や海中の構造物等については、地震発生から約 3 週間が経過しても十分に把握されていない状態であった。今回の調査飛行では人工リーフの崩壊や海岸部斜面崩壊が新たに発見されたが、飛行船による低速・低空調査でなければいずれも発見が困難なものであった。



図－7 地震により崩壊した人工リーフ（右拡大図）



図－8 海岸部斜面崩壊箇所の被害状況確認（右拡大図）

(3) 垂直連続撮影

飛行船の低速かつ低空での運航性能を生かして道路や滑走路の垂直連続撮影を試験的に行った。曲線部の多い能登有料道路では道路の線形に沿ってフライトすることにより道路状況をもれなく撮影することができた。これは崩壊箇所周辺のリスクの把握や復旧作業中の記録として今後の本格復旧や維持管理の参考資料となると考えられる。また、能登空港の離着陸時を利用して日中は容易に立ち入ることができない滑走路について連続写真撮影を行った。短時間で撮影できるため、ほかの航空機の運航に支障なく滑走路の状態（幅 1cm 程度のひび割れ発生）を把握できた。



図－9 能登有料道路（崩壊部）の垂直連続撮影



図－10 能登空港滑走路の垂直連続撮影

5. 新潟県中越沖地震における復興支援調査

(1) 調査概要

1) 新潟県中越沖地震の概要

平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分頃、新潟県中越沖を震源としたマグニチュード 6.8 の地震（平成 19 年新潟県中越沖地震）が発生した、この地震による最大震度は柏崎市等で観測された震度 6 強である。死者 15 名、住家被害約 4 万棟、その他ライフライン、鉄道、道路、原子力発電所や大手メーカーの工場が被害を受け、海岸沿いや山間部の斜面において大規模な斜面崩壊が生じた。

2) 目的

新潟県中越沖地震における公共施設の災害復旧支援の目的で、新潟県土木部の担当者、航空写真家ならびに土木技術者等が搭乗し、道路施設の復旧現場、斜面崩壊箇所および海岸線について被害箇所の目視による観察、斜め写真撮影、ガレキ集積場状況や迂回路による渋滞発生の有無、仮設住宅建設の進捗状況の確認を実施した。

3) 調査日程

地震発生から約 3 週間後の 8 月 6 日に 1 回の調査フライトを実施した。

4) 調査飛行ルートおよび写真撮影箇所

飛行ルートの延長は、新潟県新発田場外離着陸場をベースに約 200km で 30 箇所以上の被害箇所上空を調査飛行した。



図－11 新潟県中越沖地震 調査フライトルート図

(2) 海岸部の斜面崩壊箇所の周辺撮影

出雲崎町、刈羽村、柏崎市の主要道路沿いおよび海岸線の集落上空を対地高度約 300m、時速 30km 程度の低速で

飛行し、斜面崩壊等の被災箇所、復旧工事の進捗について撮影を行うとともに、二次災害発生のリスクが無いかどうかの確認を行った。斜面等について約 20 箇所の撮影を行い、現段階において二次災害発生のリスクについては問題無いことが確認されたが、海に流れ込んだ土砂による濁水発生があることも確認された。



図－12 海岸部の斜面崩壊および濁水発生状況

(3) 仮設住宅建設の進捗状況

仮設住宅の建設工事箇所 9 箇所について進捗状況を確認し、撮影を実施した。いずれの仮設住宅でも入居が順調に始まり、駐車スペースなどが確保できていることが確認された。



図－13 仮設住宅の使用状況の確認

(4) ガレキおよび迂回路等による交通流の確認

震災により発生したガレキの仮集積状況について、上空から写真撮影を行い、まだ、十分な容量があることの確認を行った。また、主要道路の通行止めに伴う迂回ルートにおいて、交通渋滞の発生や周辺交通流の観察を行ったが、大きな影響は無いことが確認された。

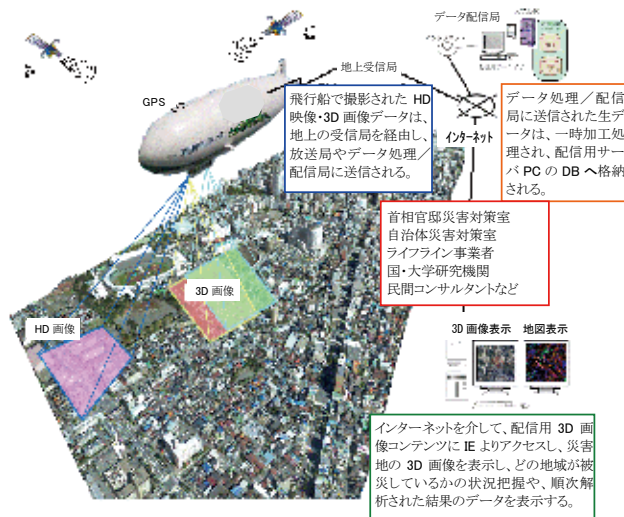


図－14 ガレキの集積場と道路状況の確認

6. 今後の研究課題

独立行政法人情報通信研究機構を中心に、災害時に飛行船を使用した IP 通信についての研究²⁾が進められており、近年中に高解像度・3D 画像の撮影装置の搭載とそれらの画像情報をリアルタイムに伝達できるシステムが開発される予定である。それらで得た情報を施設管理者や復興計画の担当者へ配信するシステム構築について研究する予定である。

また、災害は突発的に起きるものであるから、発生してからの出動準備では到底間に合わないため、今後は、自治体などにおける防災計画や災害復旧調査における飛行船活用の位置付け、ヘリコプターやその他航空機との調査対象・時期の役割分担ならびに災害時における離着陸地の確保が研究課題となる。



図ー 15 ハイテク飛行船を活用した画像配信・災害復旧システム研究成果のイメージ

7. あとがき

地震災害では、震源地、地震の大きさ、各地の震度は即座に把握することができるが、地域全体の被害状況については、被災地の自治体担当者も同時に被災者であることも多く、被害情報の効率的な収集は非常に困難である。現在被害状況の迅速な収集にもっとも威力を発揮しているのは消防防災ヘリコプター等による目視調査およびヘリテレシステムによって配信される画像情報である。災害の初期段階においては、相互応援協定を結んでいる自治体から防災ヘリコプターが集結し被害状況を収集するが、これらのヘリコプターは同時に救助活動や被災者や救急隊員の搬送などが主任務となる。このように機動性が高く人命救助を優先するヘリコプターを調査飛行、写真撮影あるいは定点監視に投入することは緊急時において好ましいことではな

い。また通常、防災ヘリコプターは各県および政令指定都市ごとに 1 機程度であるため、人命救助等の初動期の任務が完了すれば、各基地へ帰投しなければならない。一方、自治体や施設の管理者は災害による混乱が収束していかぬかで、応急復旧そして復旧事業計画の検討へ向けて動き出さなければならない状況となる。

このような災害復旧初期のヘリコプターが繁忙を極めていく時期において、飛行船が調査や監視の一部を補完し援助する形で災害復旧支援の一翼を担うことができれば、復旧作業はよりスムーズに効率良く実施できると考えられる。

日本において飛行船を利用した各種調査 / リモートセンシング技術の活用は、いまだ実績が少なく、さらに今回の地震の被害調査飛行のような災害調査の実績は皆無であったが、最新鋭のハイテク飛行船の本格運用が開始されたことを機会に、今後の飛行船の防災・災害復旧支援への活用について研究することは、国土の保全と国民の安全に大きく貢献するものと考えられる。

謝辞：本調査の実施にあたり、災害対応で多忙の中、様々な形で参加、協力、指導をいただいた関係者の方々、とくに国土交通省北陸地方整備局、大阪航空局能登出張所、石川県土木部、石川県奥能登土木総合事務所、石川県能登空港管理事務所、輪島市建設部、石川県道路公社、ならびに新潟県土木部の担当者の方々に対して心よりお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 天沼春樹：飛行船 空飛ぶ夢のカタチ、KTC 中央出版、pp.35-41、2002
- 2) 鈴木幹雄、辻宏之、三浦龍：ツェッペリン NT 飛行船を使用したミリ波帯 IP 通信実験、信学技報 IEICE Technical Report/SIP2006-129、RCS2006-187、pp.71-74、2007