

# 大規模地震災害に備えた対策の検討方法の提案

## Proposal of a Method to Search Measures against Large-scale Earthquake Disaster

○大久保 天\*, 立石信次\*, 今泉祐治\*

OHKUBO Takashi\*, TATEISHI Shinji\*, IMAIZUMI Yuji\*

### 1. はじめに

大規模地震災害によって長大な灌漑用水路施設が被害を受けて、万一決壊あるいは溢水という事態が生じれば、その被害箇所周辺の地域は甚大な二次災害にみまわれることになるだろう。そのため、灌漑用水路の施設管理を担当する土地改良区職員（以下、「施設管理者」）は、地震発生後即座に水管理システムのデータを確認して、水位に異常があれば直ちに取水ゲートを閉鎖するという災害対応を想定している（Fig. 1）。しかし、その災害対応の遂行に必要な資源

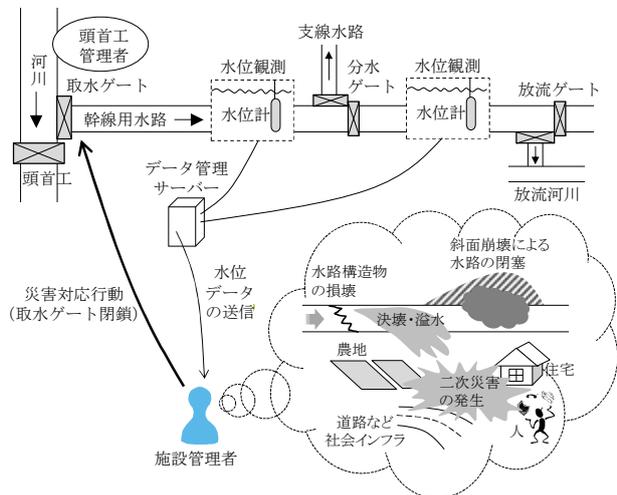


Fig. 1 大規模地震発生時に想定される災害対応  
Disaster response expected at the time of a  
large-scale earthquake

である人、情報通信、設備機器などもまた、大規模地震時には被害を受けて、その機能を喪失してしまうおそれがある。それゆえ、万一の地震災害に備えて災害対応力を強化する対策を講じておく必要がある。こうした災害対応の遂行を阻害するリスクへの対策を検討する方法として、機械設備の故障からヒューマンエラーまで複合的な事象を統一的に解析することができる FTA（Fault Tree Analysis）手法が有効であると考えられる。これまでに筆者らは、FTA 手法を用いて、具体的な灌漑用水路施設の災害対応を対象に、大規模地震対策の検討を実践することで、同手法の適用性を検証してきた。その結果、FTA 手法は、大規模地震対策の検討およびその評価方法として有効であることが示された（大久保ら，2016）。しかし、その一方で、施設管理者自らが対策を検討する方法として、FTA 手法は必ずしも実用的ではないという課題も挙げられた。そこで、本稿では、灌漑用水路の施設管理者が大規模地震対策を実用的に検討できる方法の構築を目的として、従来の FTA 手法による対策検討方法を改良したので報告する。

### 2. FTA 手法の課題

FTA 手法とは、解析対象における望ましくない事象（頂上事象）を出発点として、その発生原因となる事象（中間事象）を、Table 1 に示す記号を用いた FT 図と呼ばれる樹形図に整理していくことで、根本的な原因となる事象（基本事象）を特定し、その基本事象に対する対策を明らかにする方法である（Fig. 2）。筆者らは、北海道内最大級の水田灌漑施設である H 幹線用水路を対象に、FTA 手法を用いて、震災時における災害対応の遂行が阻害される原因事象を明らかにした。このとき、FT 図の作成によって 100 以上の基本事象が挙げられ、それら基本事象に対する対策を検討した。しかし、こうした FTA 手法を用いた対策検討を実務において実施できるのか、施設管理者から疑問の声もあがった。FTA 手法

\* 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region ,PWRI  
キーワード：大規模地震, 災害対応, FTA 手法

による解析は、考えられるあらゆる基本事象を明らかにしたうえで、その各基本事象に対する対策を検討していくという手順で行われる。それゆえ、この作業に係る労力は、FT図が肥大化するほど増大する。FTAにおける基本事象の決定に客観的な基準はないため、必要以上にFT図が肥大化してしまう場合がある。そのとき、対策検討に係る作業効率は著しく低下する。このことが、現場の施設管理者が自ら手でFTA手法を用いて大規模地震対策を検討する際の課題となる。

### 3. FT図の改良

以上に述べた課題に対する対応策として、筆者らは、FT図作成において一定の原因事象が特定された段階で、対策の検討に切り替えるという方法を案出した。この方法によって、FT図の肥大化を抑制し、対策を直接的に議論することでその検討作業の効率化を図ることがねらいである。その一例をFig. 3に示す。

ここでは、頂上事象「取水ゲートの閉鎖不能」の対策を挙げることが目的である。FT図による頂上事象の発生原因の追究を、対策を実施する具体的な対象が明確になった時点で休止し、その後は各基本事象に対して対策の検討を進めていく。例えば、基本事象「事務所の使用不能」は、「事務所を維持させるために必要な対策は何か」という観点に切り替えて、対策案を挙げていく。そのとき、多種多様な対策の議論に漏れが生じないように、対策を具体化していく過程を樹形状の図に整理する「対策検討FT図」を作成する。

この方法を、H幹線用水路の災害対応における大規模地震対策の検討に適用した結果、以上に述べたねらいの通り、従来のFTA手法により挙げられた対策とほぼ同等の対策を効率よく引き出すことができた。このことから、同方法の施設管理現場における実用性は高いことが分かった。

### 4. 今後の課題

今後は以上に述べた対策検討方法を体系化して、そのマニュアル作成を目指す。

引用文献：大久保 天，本村由紀央，中村和正（2016）：基幹的な灌漑用水路における大規模地震災害に備えた災害対応力強化対策の評価，農業農村工学会論文集，No.302(84-2)，pp.I\_121-I\_130.

Table 1 FT図に使用される記号  
Symbols used for Fault Tree

記号	名称	内容
□	頂上事象	解析対象とする事象
□	中間事象	上位事象の原因となる事象
○	基本事象	根本的な原因となる事象
∩	ORゲート	下位事象のひとつ以上が発生すれば上位事象が発生
∩	ANDゲート	下位事象のすべてが発生する場合に上位事象が発生

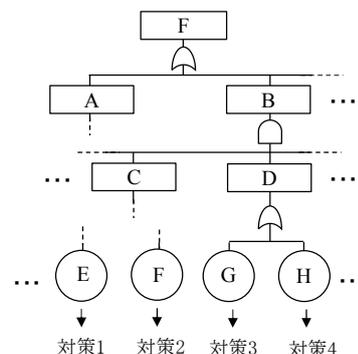


Fig. 2 FTAによる対策の検討  
Search of measures using FTA

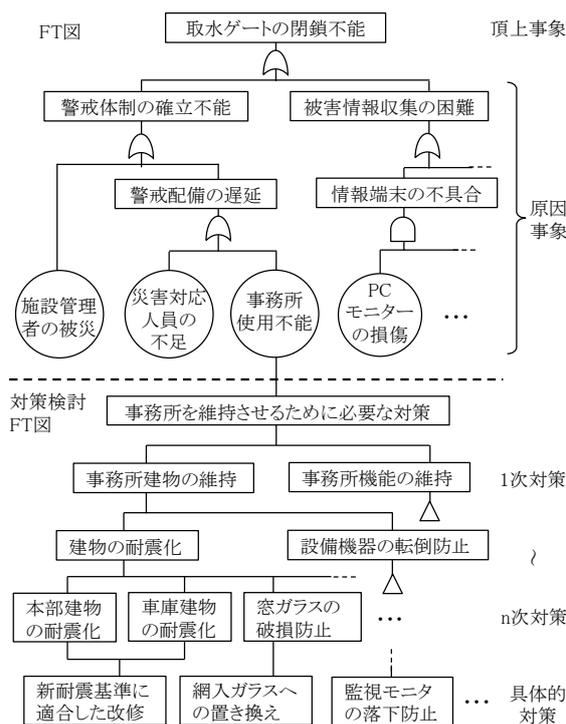


Fig. 3 従来のFT図と対策を検討するためのFT図の組み合わせによる対策検討の例  
An example of measure search by combination of conventional FT diagram and FT diagram for searching measures