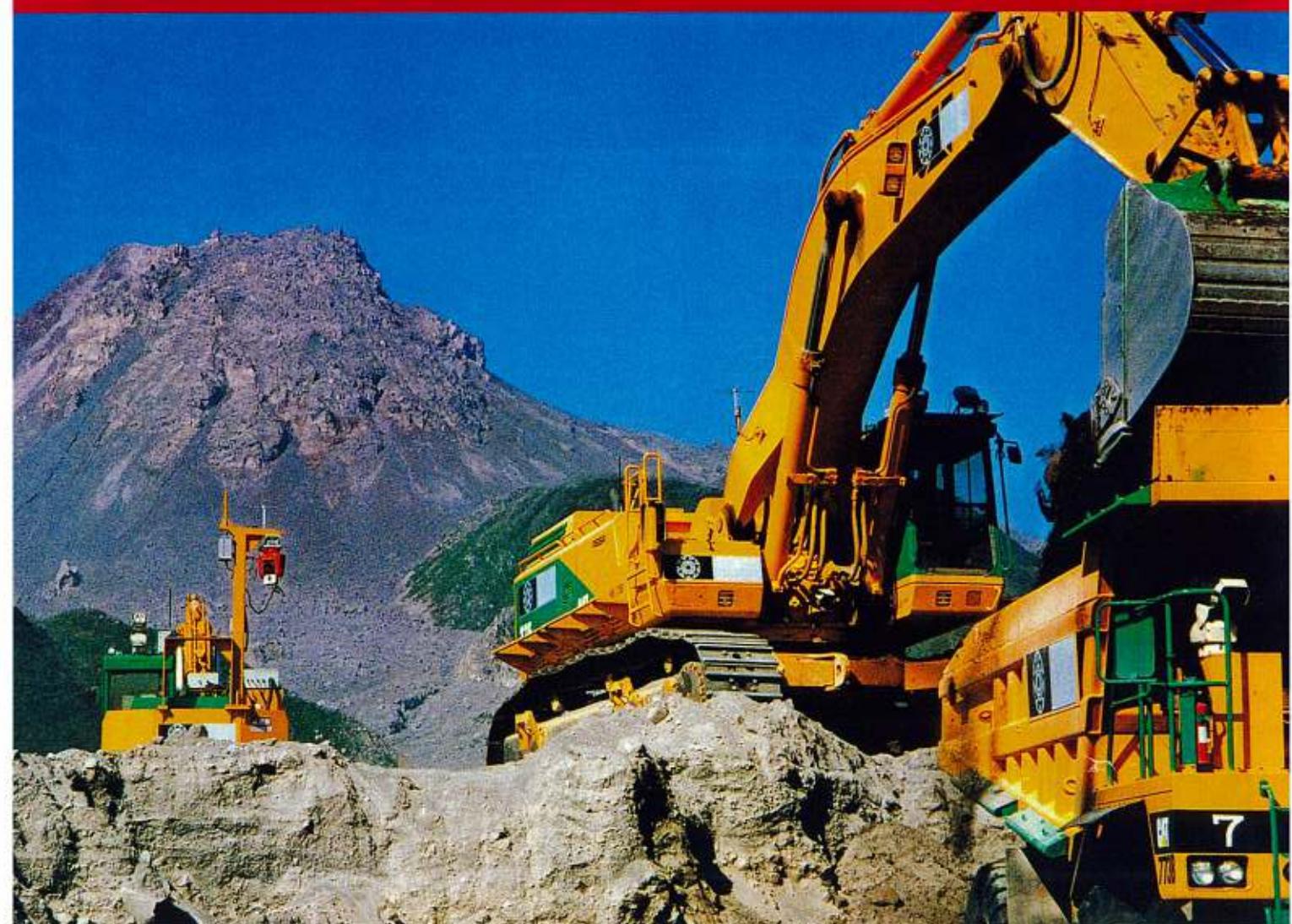


活 火 山 むかし

Challenging an Active Volcano

Unmanned Work at Mt. Unzen Fugendake

雲仙普賢岳の無人化施工





雲仙普賢岳の火碎流とその被害

Pyroclastic Flow at Mt. Unzen-Fugen and Its Damage

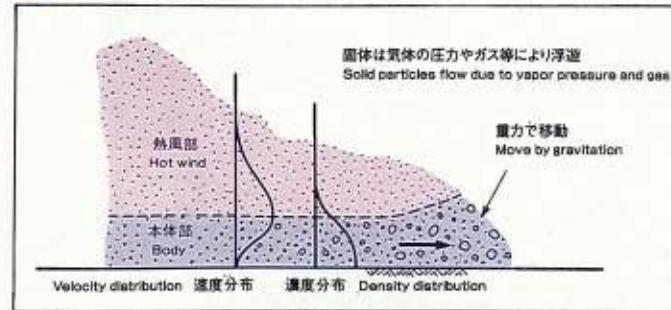
火碎流は温度の高い溶岩が碎けたものや火山灰、火山ガスなどが混じって速いスピードで流れ下る現象で、火山活動の中でも最も恐ろしいもののひとつです。雲仙普賢岳では高温の溶岩ドームがつぎつぎと発生し、これが崩壊して火碎流となって山の斜面をかけ下ります。雲仙・普賢岳ではこれまでに約9,400回の火碎流が発生しており、1991年6月3日には死者・行方不明者43名という大災害となりました。この火碎流を発生させる溶岩ドームの崩れを予想することは非常に難しく、絶えず山を監視し火碎流に備える必要があります。



△人家にせまる火碎流(1983.8.24 中尾川) Pyroclastic flow approaching a residential area. (Nakao River)

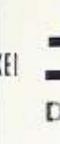


△溶岩ドーム(1995.12.19) Lava dome



△火碎流のしくみ Mechanism of Pyroclastic Flow

A pyroclastic flow is a volcanic phenomenon where crushed, high temperature lava mixed with volcanic ash and gases descends a mountain slope at high speed and is one of the most dangerous volcanic activities. Mt. Unzen Fugendake continuously produces high temperature lava domes which then collapse to general high speed pyroclastic flows. A total of about 9400 pyroclastic flows have so far been recorded at Mt. Unzen Fugenake, one of which occurred on June 3rd, 1991 which caused a serious disaster with 43 people declared either dead or missing. As it is extremely difficult to forecast the collapse of a lava dome leading to a pyroclastic flow, it is necessary to establish a permanent monitoring system to issue early warnings of pyroclastic flows.



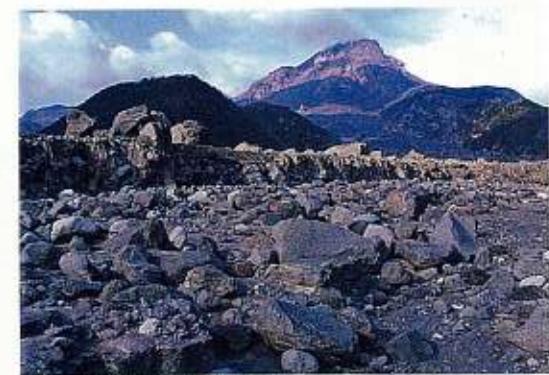
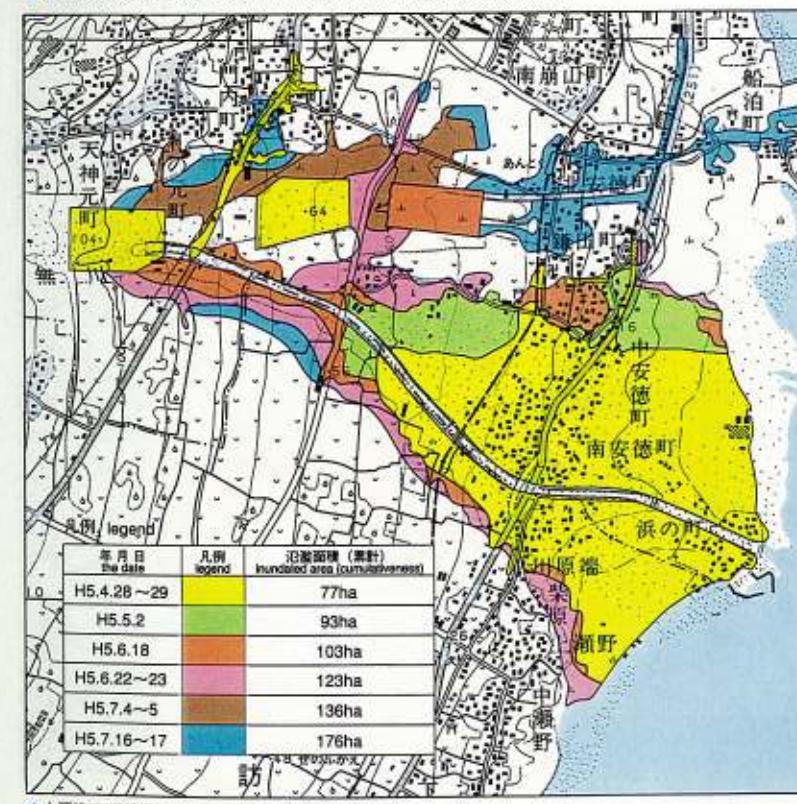
土石流の被害

Damage by Debris Flow

1990年に噴火が始まってから、雲仙普賢岳の周辺は大量の火山灰と火碎流堆積物で埋めつくされ、その土砂は降雨時に土石流となって流出はじめました。土石流は噴火が始まった翌年5月から発生し始めました。1993年4月28日から4月29日にかけて水無川で断続的に発生した土石流は約77haの面積にわたって氾濫、約600戸の家屋を一度に埋めつくしました。その後も土石流は頻発し、その被害家屋は約1,700棟にも達しています。土石流による家屋被害は、雲仙普賢岳の火山活動にともなう被害家屋の総数、約2,500棟のほぼ7割を占めています。



△流れくだる土石流(1993.4.28 水無川) Debris flow in motion. (Mizunashi River)



△土石流の堆積物(水無川 1995.12.13)
Debris deposited by a debris flow. (Mizunashi River)



△土石流によって埋められた家々(1993.6.20 水無川)
Houses buried by a debris flow. (Mizunashi River)

Since the commencement of the present series of volcanic eruptions in 1990, the area around Mt. Unzen Fugenake has been thickly buried by a huge amount of volcanic ash and sediment flushed down by pyroclastic flows, creating a hot bed for debris flows, the first of which occurred in May, 1991. A debris flow which occurred intermittently from April 28th to April 29th, 1993 along Mizunashi river, flooded an area as large as approximately 77 ha and buried some 600 houses at a stroke. Many debris flows have occurred in subsequent years, damaging some 1,700 houses, accounting for some 70% of the 2,500 houses directly or indirectly damaged by the volcanic activities of Mt. Unzen Fugenake.

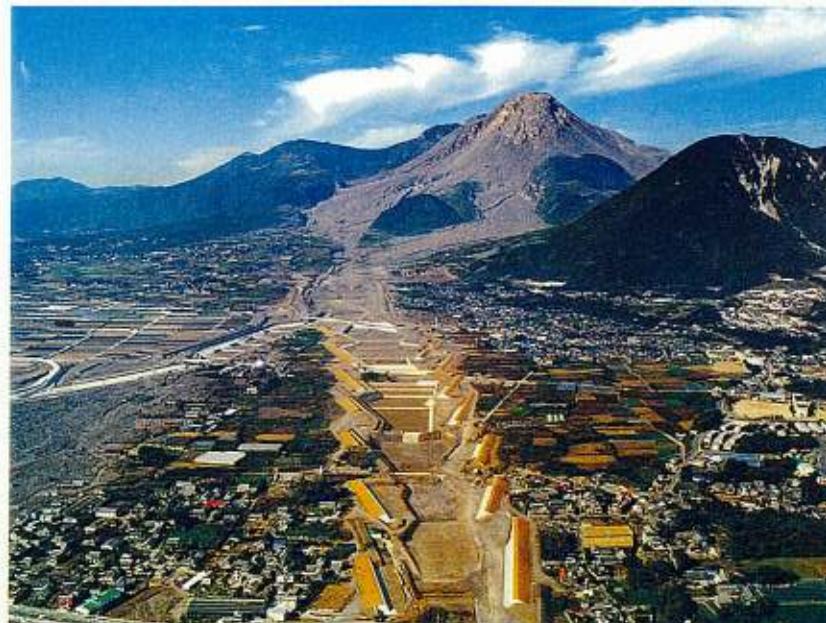


砂防基本構想と対策の現状

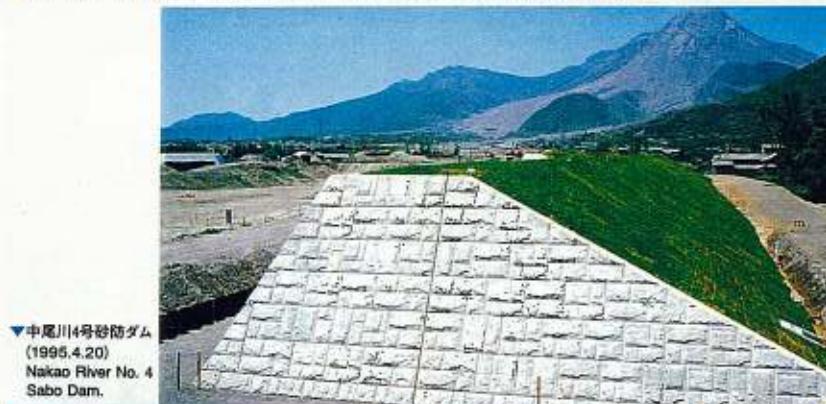
Sabo Master Plan and Current State of Preventive Measures

雲仙・普賢岳では、「土石流による災害から地域の安全を確保する」とともに、「災害に強いまちづくりや地域の振興などに寄与する」との基本方針のもとに、砂防基本構想が策定されています。この基本構想では、水無川や中尾川で砂防ダム群や導流堤といった砂防施設の建設が計画されています。

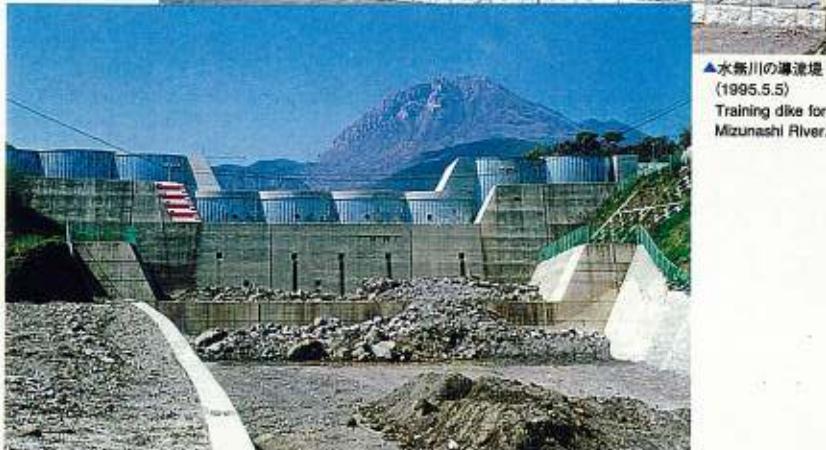
しかし、上流の砂防ダム群の工事予定地は雲仙・普賢岳直下のたいへん危険なエリアにあるため、当面、工事個所は作業員の安全確保が可能な下流域に限定されます。水無川流域では、上流から流下する土石流を周辺に氾濫させることなく、導流堤内に捕捉する遊砂地を緊急的に配置しています。



▲上空から見た導流堤 (1995.11.17 水無川) Aerial view of a training dike. (Mizunashi River)



▼中尾川4号砂防ダム (1995.4.20)
Nakao River No. 4
Sabo Dam.



▲水無川の導流堤
(1995.5.5)
Training dike for
Mizunashi River.



▲水無川の導流堤と遊砂地
Training Dike and Sand Pockets for Mizunashi River



無人化施工の必要性

Necessity for Unmanned Work

火山活動が停止状態にある現在も、水無川や中尾川の上流域には多量の不安定な火山堆積物が存在し、わずかな降雨でも土石流が発生しやすい状況にあります。

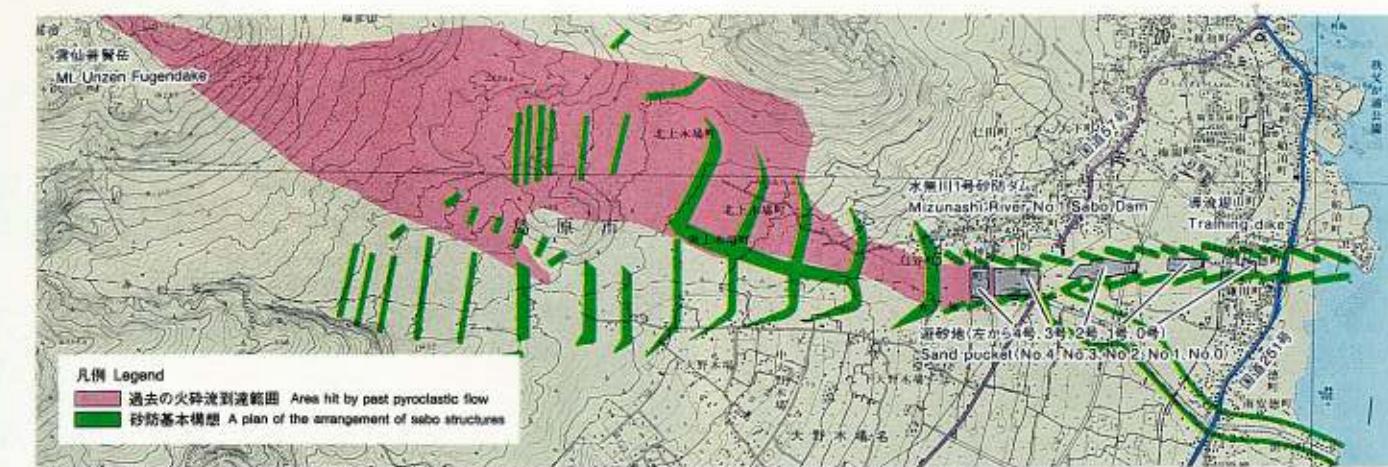
水無川では、土石流が流下するたびに、導流堤内の遊砂地を中心に大量の土砂に埋め尽くされます。周辺地域の安全を確保するためには、次の土石流に備えた緊急的な除石が必要となります。

火山活動が続く中の除石工事は、当然ながら作業員の安全性の確保が最優先です。そこで、土石流被害をくいとめ、かつ、人が安全に作業できる除石工事の方法が求められ、開発されたのが遠隔操作の施工機械により除石工事を行う「無人化施工技術」です。

Although volcanic activities have ceased at present, a huge quantity of unstable volcanic sediment has been deposited in the upper reaches of Mizunashi River and Nakao River, ready to generate a debris flow with minor rainfall.

At Mizunashi River, every time a debris flow occurs, a vast amount of sediment buries the sand pockets inside the training dikes, making the urgent removal of the debris from the sand pockets essential in preparation for the next debris flow to protect areas along the river. The highest priority of debris removal work in the midst of volcanic activities is naturally given to the safety of workers.

Consequently, a new approach to debris removal work is required to prevent damage by debris flow while ensuring the safety of workers at the same time. This is where the idea of the unmanned construction technology comes in for debris removal work using remote-controlled construction equipment.



▲過去の火砕流 (1991.6.8) の到達範囲と砂防基本構想 (水無川) Area Hit by Past Pyroclastic Flow and Sabo Master Plan (Mizunashi River)



▲火砕流通過とともに焼け跡 (1991.6.10 水無川) Site burned down by a pyroclastic flow. (Mizunashi River)



▲火砕流を発生させる溶岩ドーム (1995.12.13 水無川から)
Lava dome, a source of pyroclastic flow. (The sight of Mizunashi River)



▲現場作業員の緊急避難施設 (1995.12.13)
Emergency shelter for site workers

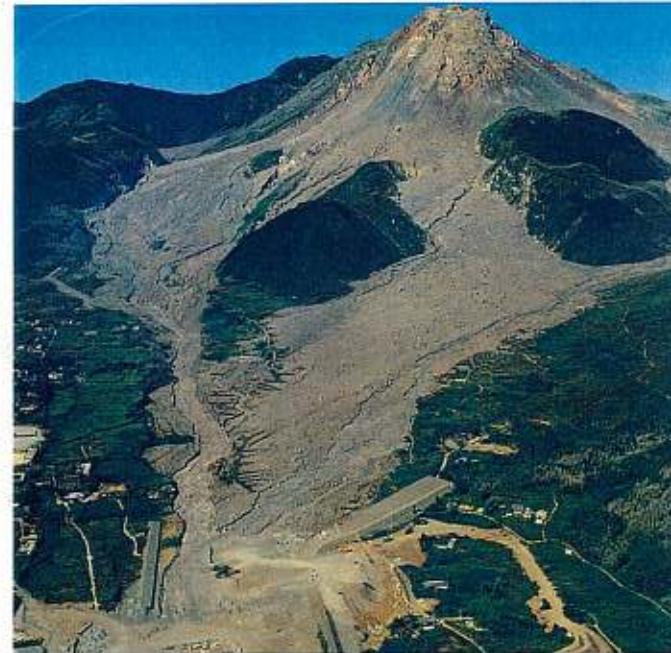


無人化施工技術とは

Unmanned Work Technology

無人化施工技術は、人間が立ち入れない危険な作業現場で遠隔操作による建設機械で作業を行うというものです。雲仙・普賢岳の砂防事業では、当面遊砂地の除石工事に無人化施工技術を適用することとして、「試験フィールド制度」を導入して、広く民間に技術開発を求め、平成5年にその技術が開発されました。

無人化施工技術は、平成5年から試験施工に適用され、遊砂地内の緊急除石工事や水無川第1号砂防ダムの基礎掘削や堤体打設の一部でも実用されています。



△砂防ダム群が計画されている水無川上流 (1995.10.13)
Upstream of Mizunashi River where the construction of a group of sabo dams is planned.

試験フィールド制度の概要

建設省では、将来に向けて行政ニーズが高く、現場での技術的検証を通じて完成度を高める必要のある技術を対象に、実試験施工現場(試験フィールド)を設定し、実大構造物を建設して各種試験等を実施する「試験フィールド制度」を平成5年度から実施しています。

雲仙・普賢岳では、土石流発生後に遊砂地等において緊急除石を行るために、無人化により土砂掘削・搬出を行う技術が必要とされ、以下の条件のもとに技術公募がされました。

- ①不均一な土砂の状態で、かつ岩の破碎を伴う掘削と運搬
- ②現地の温度、湿度条件に対応可能
- ③施工機械を遠隔操作することが可能

Testing Field Scheme.

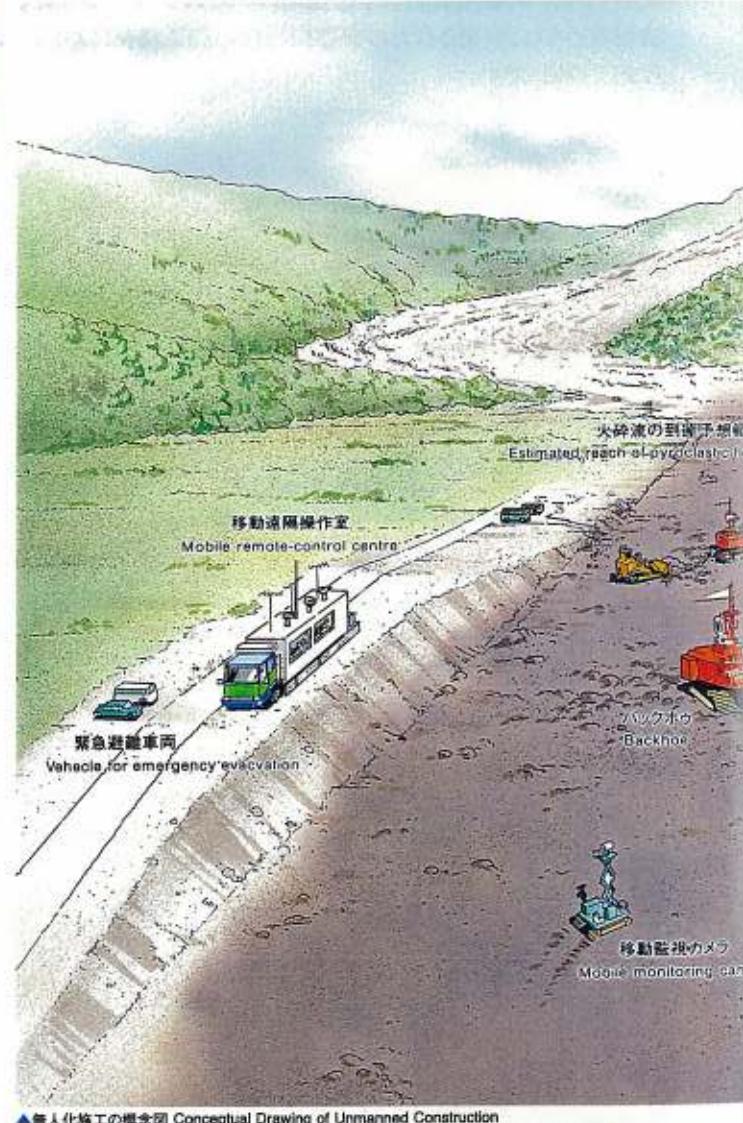
The Ministry of Construction introduced the Testing Field Program in fiscal 1993. Under this scheme, construction sites for practical experimentation (a testing field) have been established to conduct various tests for real-size structures with a view to improving those technologies which will face a strong demand by the public sector in the future and the degree of technical perfection of which should be further enhanced through on-site technical verification. At Mt. Unzen Fugen, the required technology was the unmanned excavation and transportation of sediment for emergency debris removal from sand pockets, etc. immediately after the occurrence of a debris flow and a public invitation was issued for technology (and system) proposals to meet the following criteria.

①Technology capable of conducting excavation involving uneven sediment and the crushing of stones and the transportation of sediment thereafter.

②Technology capable of ensuring operation in varying temperatures and humidity conditions of work sites.

③Technology capable of remote-controlled construction equipment.

The basic concept of the unmanned construction technology is the operation of remote-controlled construction equipment at sites where it is too dangerous for human workers. In regard to the sabo project at Mt. Unzen Fugen, it was decided to apply this technology to debris removal work at sand pockets to start with. The Test Field Program was introduced to encourage the private sector's development of the required technology which subsequently came into existence in 1993. This newly developed unmanned construction technology was applied at experimental sites from that year and has now been put into practice for urgent debris removal work at sand pockets and for foundation excavation work and partial placing of concrete for dam body at the Mizunashi River No. 1 Sabo Dam.



△無人化施工の概念図 Conceptual Drawing of Unmanned Construction



△無人化施工が行われている水無川 (1995.11.27) Mizunashi River where unmanned construction is in progress.

無人化施工に用いられる建設機械(ダンプトラック、バックホウ、ブルドーザ)には、作業状況を確認できるようカメラが搭載されています。また、建設機械のお互いの位置関係を把握するために移動カメラ車も配備されます。

オペレーターはカメラによる画像情報を頼りに安全な場所から建設機械を操作し、火碎流の危険性の伴う作業現場において堆積した土砂を運び出したり、砂防ダムの堤体打設を行います。

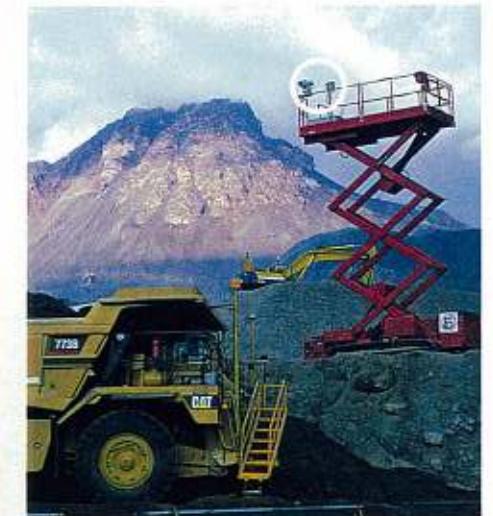


△遠隔操作で除雪するブルドーザ・ダンプトラック・バックホウ (1995.12.13)
Remote-controlled bulldozer, dump truck and backhoe in operation.

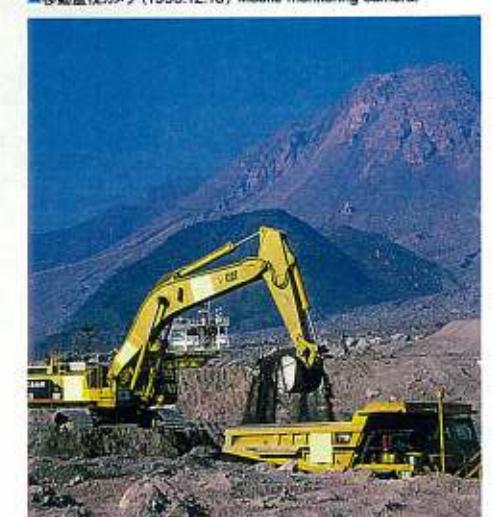


△移動操作室内部 (1995.12.6)
The Inside of the mobile remote-control centre.

All the construction machines (dump trucks, backhoes and bulldozers) used for the unmanned work are equipped with a camera to monitor the state of the work. A vehicle with an independent camera is also stationed to check the relative locations of the construction machines. Using the images transmitted by these cameras, an operator gives instructions to each machine from a safe place to remove sediment from the work site where a danger of pyroclastic flow persists and to place concrete to construct the sabo dam body.



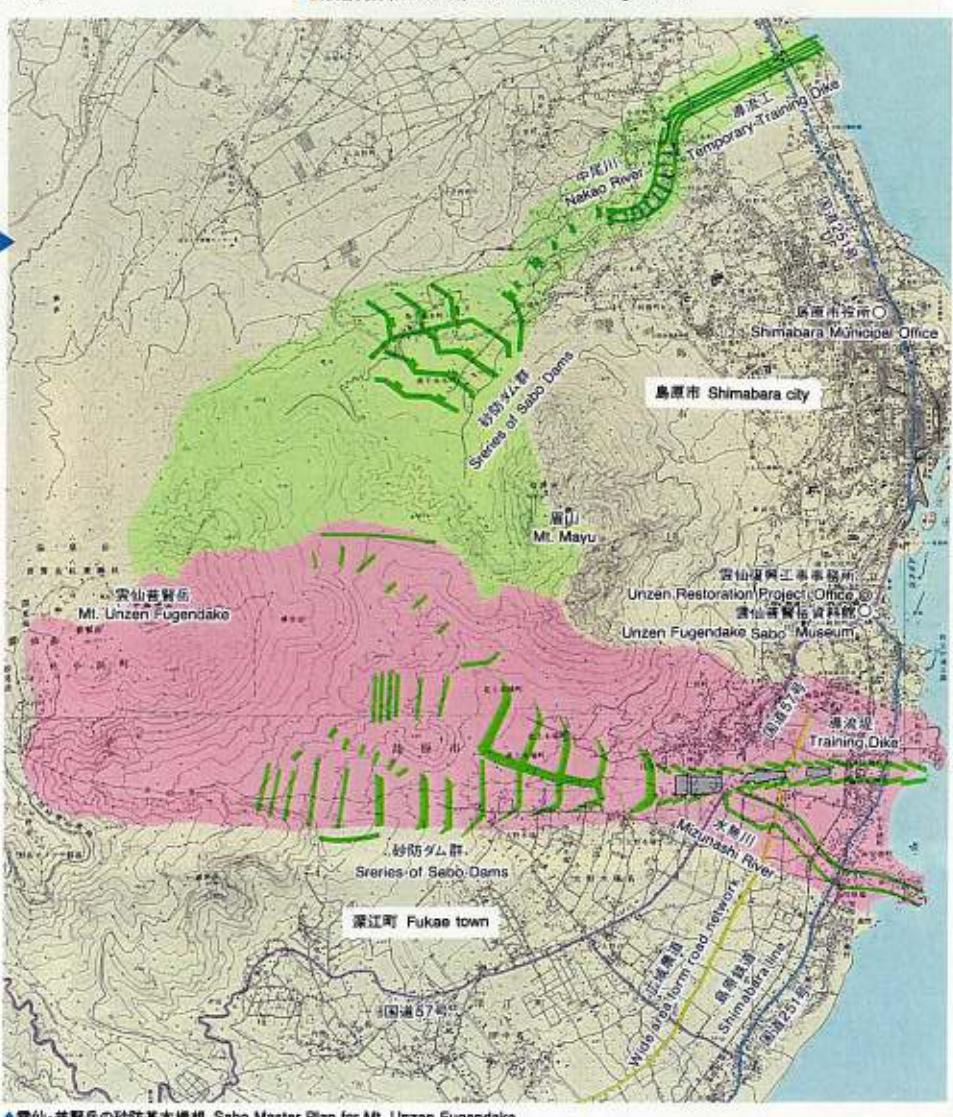
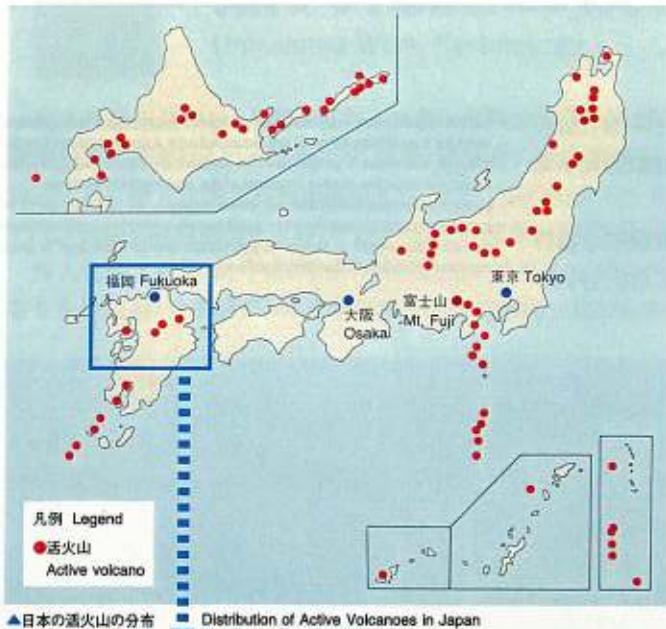
△移動監視カメラ (1995.12.13) Mobile monitoring camera.



△無人のバックホウが土砂を掘削、ダンプトラックへ積み込む。(1995.12.13)
Excavation and loading of soil onto a dump truck by an unmanned, remote-controlled backhoe.



△移動式の遠隔操作室 (1995.12.13)
Mobile remote-control centre located in a vehicle .



建設省九州地方建設局 雲仙復興工事事務所

〒855 長崎県島原市南下川尻町7番地4 TEL0957-64-4171

Unzen Restoration Project Office Kyushu Regional Construction Bureau Ministry of Construction

Minami-Shimokawashiri-machi 7-4, Shimabara-shi, Nagasaki, Japan 855 Tel:0957-64-4171

*本表(2ページ及び4,7ページ)に掲載した地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の1/2.5万地形図を複製したものである。(承認番号)平09復第39号