

災害・危険回避への安全管理について

蒲田建設株式会社 白谷第6号砂防堰堤工事
 (工期：平成19年9月12日～平成21年10月30日)



現場代理人 中田 圭介
 監理技術者 平田 美年

1. はじめに

当現場は、平湯川支流白谷の砂防堰堤及び護岸工の3ヵ年国債工事です。現場は中部山岳国立公園内に位置し、活火山焼岳の麓、6号砂防堰堤上流部及び左岸側には大規模な崩壊地が形成されている状況にあります。

白谷の施工にあたっては、左岸崩壊地からの落石と降雨時には頻繁に土石流が発生するため、土石流に対する安全対策を万全にし、左岸及び河道全体は無入化施工エリアとして設定されており、数種類の無入化機械を使用し施工しました。

今回、これまで行ってきた施工現場周辺の気象観測情報を、LAN回線を利用したネットワーク化により一元管理することで、24時間体制で施工現場の情報管理を行いました。また、Webカメラを活用することにより、降雨時など現場立ち入りが危険な場合や、警戒体制時に離れた場所からも流域及び現場状況を確認することができましたので、その取組みについて報告します。



写真 - 1 現場上空より見た白谷

2. 工事概要

砂防土工	掘削工	一式	下流護岸工	コンクリート無人	555 ^{m³}
	埋め戻し工	一式		コンクリート有人	265 ^{m³}
コンクリート堰堤工				型枠 無人	240 ^{m²}
	ブロック製作	812個		型枠 有人	333 ^{m²}
本堰堤工	コンクリート無人	2072 ^{m³}	副堤保護工	異形ブロック	150個
	コンクリート有人	997 ^{m³}	落石防止工	落石防護柵	16m
	型枠 無人	840 ^{m²}		ロックネット	540 ^{m²}
	型枠 有人	540 ^{m²}		リングネット	15m
副堰堤工	コンクリート無人	477 ^{m³}	雑工		一式
	型枠 無人	325 ^{m²}	仮設工		一式
側壁工	コンクリート無人	293 ^{m³}	除石工		一式
	型枠 無人	220 ^{m²}			

3. ネットワーク化による目標と課題

現場における安全管理強化のため各観測機器類のネットワーク化に伴い、以下の様なことを目標にし、また課題もいくつかあげられた。

〔目標〕

- ・現場で設定した各気象観測値警戒・中止基準に基づき、ネットワーク化により災害危険時の避難、作業中止、警戒体制に迅速かつ確実に対応する。
- ・施工現場及び上流部監視の映像を現場事務所はもとより施工現場から離れた場所でもリアルタイムにパソコンで入手する。

〔課題〕

- ・施工距離の長いLANを構築するには通信方法や通信の安定性、電源をどのように確保するか。
- ・収集した各気象観測値に対する災害危険時の警報発令やデータの管理方法をどのように行うか。

4. システムの導入

ネットワーク化にあたっては、必要とするデータ管理機能、警報機能を有し、自社保有の観測機器（雨量計・風速計）を活用することができる新技術があった。

『安全管理サポートシステム（NETIS登録番号 HR-080009-A）』がネットワーク化に最適であるため導入することにした。

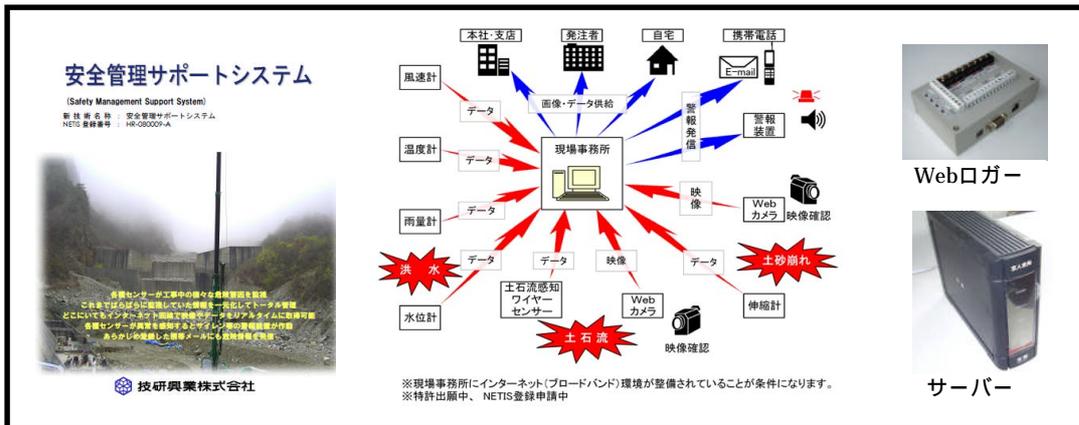


図 - 1 システム概要

【安全管理サポートシステムの特徴】

- ・現場事務所及び現場外（本社・自宅）で、映像や各気象観測データをインターネットを通じリアルタイムに見る事ができ、監視映像は遠隔操作し現場の安全監視が可能である。（カメラは最大12台まで設置可能）
- ・設定した各気象観測の警戒・中止基準に基づき、警報設備への連動や、携帯電話（E-mail最大20人登録）へ通報が可能である。
- ・観測データを電子化し、集中管理することで、データ保存・解析・整理などの作業を省力化できる。
- ・既存の雨量計等、各観測機器類を現場の安全管理等に必要な機器だけ選択することも可能である。
- ・バッテリー・太陽電池等により、電源確保が困難な箇所でも設置可能である。

5. 観測機器類とその配置

今回使用した主な観測機器類とそれらの配置は以下のとおりである。

表 - 1 主な観測機器類一覧表

	観測機器	台数	保有状況	設置場所	備考
1	雨量計	1	自社保有		転倒マス式、接点信号
2	風速計	1	"		三杯式、パルス信号
3	アメンボ	1	"		雨量計出力カウント、警報信号発信
4	リレースイッチ	1	"		電源ON/OFF用
5	警報器	1	"		100V、パトライト、サイレン
6	温度計	1	新規購入		サーミスタ
7	Webカメラ	2	"		32万画素、デジタル10倍ズーム
8	サーバー	1	"		NETIS登録システム、データ管理
9	Webロガー	1	"		NETIS登録システム、A/D変換
10	無線LANルーター	3	"		2.4GHz
11	パラポラアンテナ	3	"		2.4GHz 用
12	独立電源	1	"		ソーラーパネル、バッテリー等

設置場所の番号は写真 - 2 に対応

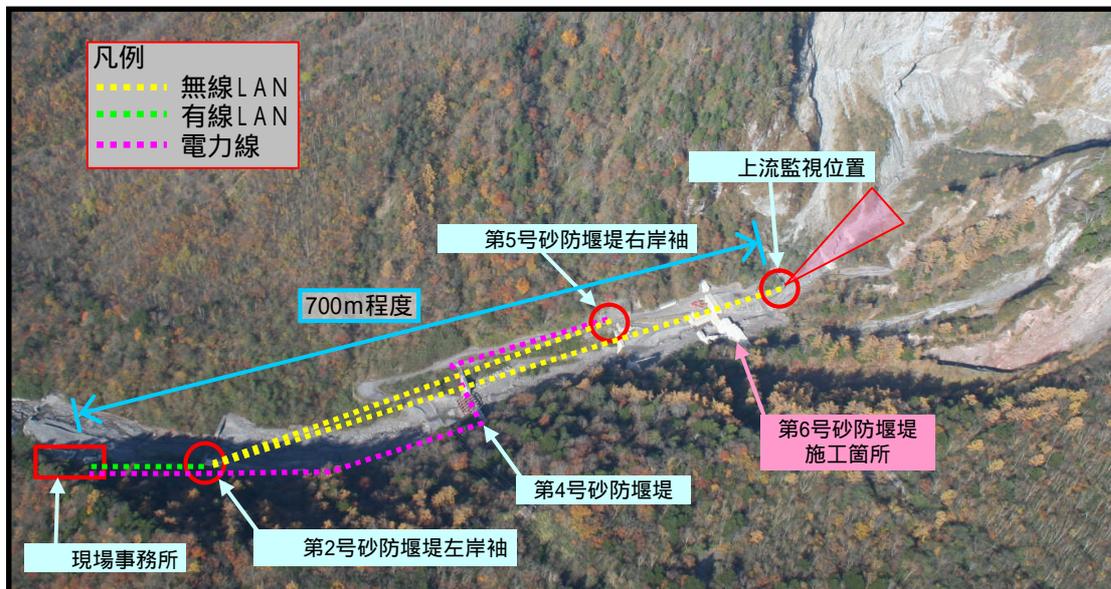


写真 - 2 施設配置状況 (上空より白谷を望む)



写真 - 3 白谷第5号堰堤右岸袖部の設置状況
〔 百葉箱内に温度計、Webロガー、アメンボ、リレースイッチ等を収納 〕

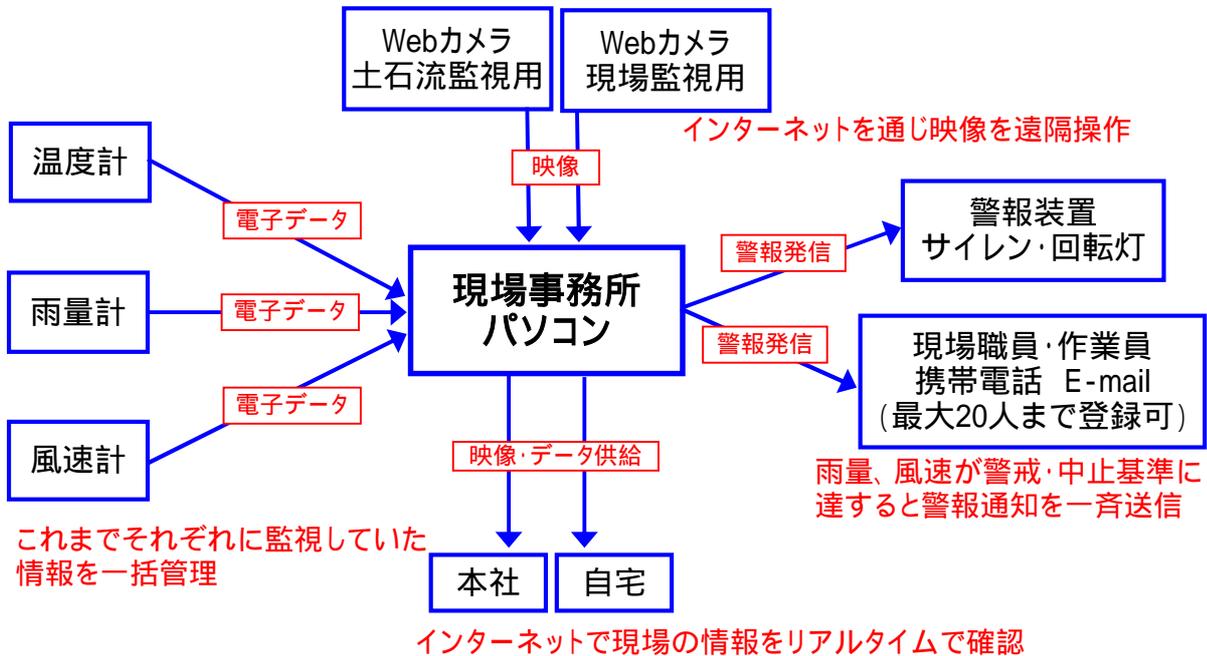


写真 - 4 上流監視位置の設置状況
〔 コンテナBOX内にバッテリー、無線LAN等を収納 〕

6. 白谷における安全管理サポートシステム

白谷における、各観測機器類等の組み合わせは以下の通りとした。

【図 - 2 白谷安全管理サポートシステム全体図】



7. 対策及び創意工夫

7.1 通信方法

有線LANと無線LANの2つの方法の比較については、表 - 2 に示すとおりであり、本現場においては通信距離が長いことから、通信の安定性を除き無線LANの方が有利となった。そこで通信の安定性を確保するため以下の工夫を行った。

表 - 2 通信方法の比較

項目	有線LAN	無線LAN
通信距離	100m毎に中継点、電源が必要。	既製品では300m程度。
通信の安定性	ケーブルを切断しない限りは安定して通信できる。	見通し等により安定性は変動する。
設置の施工性	通信距離間のケーブル敷設が必要である。施工性は悪い。	送受信ポイントのみの設置のため施工性はよい。
異常時の対応	中継点毎の機器や、ケーブルの点検が必要であり、ケーブル切断時はその区間のケーブルを全て交換する必要があるため復旧に時間を要する。	送受信ポイントの機器点検のみのため復旧に要する時間は短い。

パラボラアンテナの採用

無線LANの安定性を向上させるため、電波の指向性を高めることを検討した結果、1km以上の通信も可能とされる『パラボラアンテナ』を使用し通信の安定性を高めることにした。

見通しの確保

パラボラアンテナは非常に指向性の高い反面、送受信間に遮蔽物があれば電波は届きにくくなり、通信の安定性が損なわれてしまう。本現場では、現場事務所から上流監視位置は直線方向にあるものの、その間には4基の砂防堰堤があり、これらが遮蔽物となり見通しがきかない状況であった。しかし、第2号砂防堰堤左岸袖からはそれぞれの設置場所を見通すことができたため、ここにパラボラアンテナを設置することにした。

なお、第2号砂防堰堤左岸袖から現場事務所の間は、95m程度の距離であったため、この間については有線LANでの接続とした。



写真 - 5

第2号砂防堰堤左岸袖から、
第5号砂防堰堤右岸袖の見通し



写真 - 6

上流監視位置から、
第2号砂防堰堤右岸袖の見通し

7.2 電源の確保

本現場では、施工場所近くまでは電気が通っていたことから、上流監視位置以外は、わずかな電気配線工事によって商用電源を利用することができた。上流監視位置で商用電源を確保するためには、大規模な配線工事が必要となったため、独立電源として、ソーラーパネルとバッテリーを組み合わせるにより安定した電源供給を確保した。独立電源で使用した機器類の電力に関する仕様は表 - 3のとおりで施工期間中は一度も電源が切れることがなかった。

表 - 3 機器類の電力に関する仕様

機器名	仕様
Webカメラ	動作電圧DC12V、消費電力:待機状態3.5W 最大約7W (0.58A)
無線LAN	動作電圧DC5V、消費電力最大4.5W (0.9A)
ソーラーパネル	DC12V系、定格出力70W、最大出力電流4.3A 縦1200×横530×厚35 (mm)
コントローラー	バッテリー充電・放電制御 DC12V系、最大入力電流12A
バッテリー	ディープサイクル型バッテリー、12V、 115AH/20HR (5.75Aを20時間放電可)
計算例	カメラ最大時消費電流:0.58A+0.9A=1.48A バッテリーフル充電状態で雨天が続いた時 115AH÷1.48A 78時間は電源が確保できる



写真 - 7 独立電源設置状況

7.3 ネットワーク化による安全管理

新規入場者教育・安全教育訓練

ネットワーク化に伴って、これまでとは異なった観測機器や情報の入手方法もあり、新規入場者教育・安全教育訓練では、設置した観測機器の説明や情報の入手方法などについても訓練した。



写真 - 8 観測機器の説明



写真 - 9 PCでの情報入手

警報発令

警報発令はサイレンとメール連絡により行った。警報発令に際して重要視したのは土石流対策として定めている雨量基準と、クレーン作業時等の風速基準である。ゲリラ豪雨・急激な突風等に対応するには、リアルタイムでの警報発令が必要であった。今回、このシステムを導入したことによりリアルタイムな警報発令を行い災害危険時の避難や警戒体制に迅速に対応した。



図 - 3 雨量警報メール (PC)



図 - 4 風速警報メール (PC)

警報メールは、警戒基準に達すると送信されるよう設定を行い、現場は1時間雨量5mm、24時間雨量20mmで警戒体制となるため、図-3のようにメール送信された。

休日又は夜間等に現場外にいるとき、警報メールにより現場の状況が分かり、翌朝には現場立ち入り前に本社等でWebカメラの画像にて現場状況がすぐに確認できた。そのため、現場が災害の危険がある場合は、むやみに現場に立入る事がなく、迅速に作業中止等の判断が行えた。

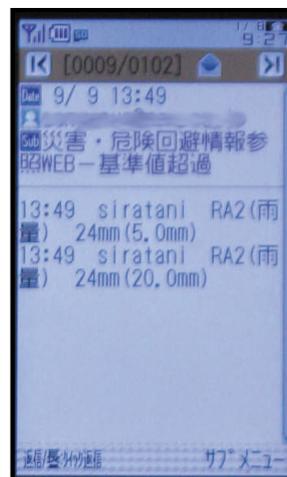


図 - 5 警報メール (携帯)

Webカメラによる監視

現場内及び施工現場上流の映像を、施工現場から離れている場所でもパソコンでリアルタイムに確認することが出来るようになった。それにより警戒体制中や休日の大雨時などの施工現場が不安な場合、現場関係者は誰でも容易に現場の状況を確認することができたため作業中止の判断等が迅速に行えた。



図 - 6 現場・現場上流部Webカメラ映像

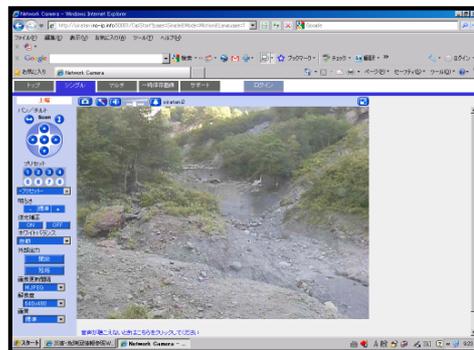


図 - 7 現場上流部Webカメラ映像

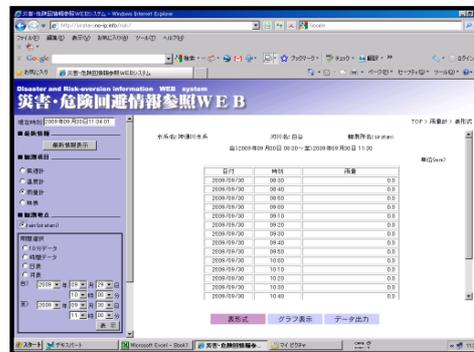
また、Webカメラには映像をSDカードに保存する機能を有していたことから土石流発生前後の映像を残すことで、土石流発生状況を安全訓練の資料として活用できるとともに、地形の変化の状況も確認することができた。

気象データによる監視

雨量計、風速計、温度計の各データは1分毎にサーバーに取り込み、これらのデータが予め設定した警戒基準に達した場合はメール送信で関係者に連絡した。このため、これまで現場事務所以外では確認することが出来なかった施工現場の気象情報が携帯電話などで容易に確認することが出来た。また、取り込んだデータはパソコンで確認することができ、日表や月表、グラフなどの帳票としても出力することが出来たため、基準を超える雨量等が観測されたときなど、速やかに気象情報を取得、整理を行えた。



図 - 8 PCによる各気象情報の取得



8. まとめ

土石流危険渓流において、各気象観測の情報把握は災害・危険回避には大切なことであり、現場において、『**早めの判断・早めの避難**』を徹底しました。

今回始めて新技術「安全管理サポートシステム」を導入し、現場における安全管理を行いました。降雨等による警戒体制・作業中止等の判断を迅速かつ確実に行えた結果、現場内で土石流による被災は数回あったが、すぐに対応が出来ていたため災害は最小限で済み、作業員に対する危険も回避することができました。

今後このシステムを利用したさらなる安全対策を検討して行きたいと思っております。

9. 終わりに

本工事は3ヵ年国債という長期にわたる工事であり、土石流危険渓流及び危険区域（無人化施工エリア）という危険な現場で幾度か土石流・落石は発生しましたが安全対策を講じた結果、無事故・無災害で工事を完了することができました。

ひとつの工事で無事故・無災害達成ということはよくあることです。それが適切な安全対策の結果だとすればとても大きな価値があり、大いに喜ぶべき事です。しかし、無事故・無災害はなんら対策をとらなくても偶然に転がりこんでくることもあります。

「無事故・無災害」という結果を求めるのではなく、そこに至るプロセスを大事にしたいものです。安全のためにいつもモチベーションを高い所で持ち続けているかこの問いかけをいつも忘れずにいたいものです。

最後になりましたが、あらゆる場面でその都度適切な対応をして頂いた皆様に感謝致します。



着工前 H19.9



完成 H21.10