



エル・サルヴァドルでの砂防技術協力 その3

長井義樹*

1. はじめに

平成13年1月13日、2月13日、2月17日エル・サルヴァドル周辺を震源とする地震が発生しました。この3回の大きな地震と数回にわたる余震によりエル・サルヴァドル国内各地で住宅・公共施設の倒壊や地すべり、崖崩れが発生しています。これらの地すべり、崖崩れで住宅が被害を受け、多くの死傷者が発生したほか、主要道路の寸断で交通網にも重大な影響を与えています。さらに5月から雨期に入りこれらの崩壊の拡大や新たな崩壊の発生、崩壊した不安定土砂の降雨による土石流の発生等の2次災害が懸念されています。

地震発生後にJICAが実施した「エル・サルヴァドル震災復興支援計画策定調査」においても地震により発生した土砂災害対策に加え、雨期に予想される2次災害対策が急務であると報告されています。

こうした状況の中でエル・サルヴァドル政府からの砂防に関する技術指導等の要請があり、これらの指導等にあたるため6月5日から16日までの2週間JICA専門家としてエル・サルヴァドルに派遣されました。

なお、上述した「エル・サルヴァドル震災復興支援計画策定調査」は、平成13年2月12日から調査が実施され、私も砂防・地滑り分野のメンバーとしてこの調査団に加わり地震直後のエル・サルヴァドル国内の被害状況を調査しています。その内容については「SABO VOL.70 エル・サルヴァドルでの砂防技術協力その2」をご覧ください。

2. 活動内容

(1) カウンターパート及び関係機関

今回の派遣中に面会、調査への同行等を行った機関及び人物は以下の通りです。

- ・外務省 (Ministerio de Relaciones Exteriores)
海外協力総局次長 Jose Domingo Gastellanos
アジア・アフリカ・オセアニア協力課長 Mirna

Alas de Miranda

- ・農牧省 (Ministerio de Agricultura y Ganaderia)

大臣 Salvador Urrutia Loucel

次官 Roberto Interiano

再生可能天然資源局長 Julio A. Olano Noyola

同局 Mario Ernesto Lobo

Hugo Lone

William Rivas

Luisa Augelesa de Ujejea

- ・環境省 (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales)

気象分析専門官 Carlos Salazar

環境情報システム調整官 Rafael Guillen Morales
他2名

- ・住宅庁 (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano)

Oscar Lopez

Ana Silvia de Mena

- ・サンタ・テクラ市役所 (Alcaldia de Santa Tecla)

市長 Oscar Ortiz

土木部長 Jose Buenaventura Perez Ibarra

Tomas Mena

このうち、農牧省及び住宅庁の担当者と現地調査を行い、サンタ・テクラ市土木部長他の担当者とは、後ほど述べる土石流警報装置の設置作業を行いました。



写真-1 サンタ・テクラ市役所仮庁舎。地震により庁舎が崩壊したため体育館を仮庁舎としていた。右から2番目が市長。

* 国土交通省河川局砂防部保全課

(2) 土石流警報装置の設置

今回の活動は警戒避難のための土石流警報装置の設置とその活用に関する指導及び現地調査での対策工事の指導・助言を実施しました。

2月に実施した「エル・サルヴァドル震災復興支援計画策定調査」において雨期における警戒避難体制を整備することが急務であると報告しており、これを受けてエル・サルヴァドル側からの要請が警戒避難体制整備の技術移転となっていたため、サンタ・テクラ市ラス・コリナスをモデルサイトとし携行機材の土石流警報装置を用いて、崩壊の発生前に住民を避難させるためのシステムについてカウンターパートに技術移転することとしました。



写真-2 2月撮影時。



写真-3 6月のラス・コリナスの崩壊跡。

警報装置は、雨量計、太陽電池パネル、サイレン、回転灯、分電盤、雨量情報制御分析装置から構成されています。

モデルサイトは、私がエル・サルヴァドル震災復

興支援計画策定調査に参加しているため、ラス・コリナスの崩壊地がモデルサイトとして適当であろうと考えていましたが、装置の設置場所は、装置自体の管理が必要なことと避難が必要な住民に警報が伝わる場所に設置する必要があるため周辺のいくつかの候補地を実際にみて設置箇所は決めることとしました。最終的に、定期的な点検と盗難・破壊から装置を守るため公的な機関で出来れば常時人がいるところと言う条件で3箇所の候補地を見て回り、サンタ・テクラ市警察庁舎がこの条件にあうことと庁舎が崩壊発生後に設定されている立入禁止区域とのちょうど境界付近に位置しているため位置的にも最適と判断しこの場所に設置することとしました。

設置作業は、6月5日及び6日の2日間で終える予定でした。サンタ・テクラ市が作業員を7人割り当ててくれたことと警察側が作業に協力してくれたためこちらの指示に従って作業が順調にすすみ、6日には設置作業は予定通り終了しました。

しかし、分電盤と雨量情報制御分析装置に不具合があり、試験操作で装置が作動しないためメーカーと電話で話をしながら分電盤と雨量情報制御分析装置の配線及び基盤の改造を行いました。日本との時差がある中で電話であったため、この改造作業に2日がかかり警報装置が作動するようになったのが8日になってしまいました。

また、作業を実施するにあたりサンタ・テクラ市長を訪問した際にテレビと新聞の取材を受け6日の新聞（La Prensa）に記事の掲載があり同じく6日朝のニュース（TCS）で会見の様子が放映されました。サンタ・テクラ市では、この警報装置に相当の期待が込められていたようです。

現地調査を終えた12日に今回の活動全般に関するセミナーを開催し、その後サンタ・テクラ市の土木部長、担当者及び農牧省の担当者に対して警報装置の操作・管理について説明を行い実質的な引き渡しを行うこととしました。

(3) 現地調査

地震後に農牧省が優先的に対策を実施する箇所として全国32箇所(当初15箇所その後17箇所を追加)を選定し実施計画を作成しています。このうち特に規模の大きなもの・被害が大きかった箇所について現地を見ながら指導・助言を依頼されたため日程の許す限りで現地調査を行ないました。



写真-4 警察庁舎屋根の雨量計とソーラーパネル。写真中央がラス・コリナスの崩壊。

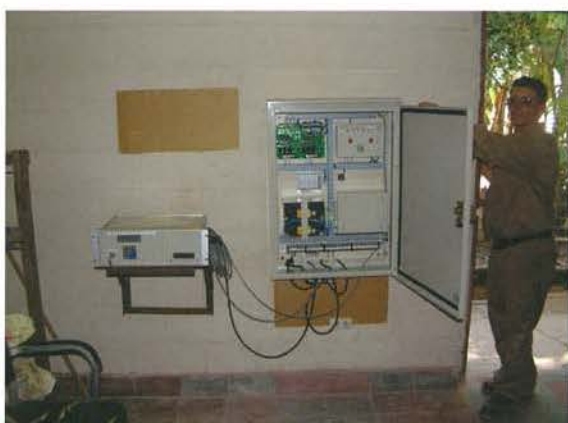


写真-5 警察庁舎内の分電盤等。



写真-6 警察庁舎。写真左の低い電柱上にサイレンと回転灯。

また、住宅庁からもコマサグアという山間地の町が崖崩れ等で住宅地に甚大な被害を受けているので見てほしいと依頼があったのでここも現地調査に追加しました。

現地調査については、調査時の指導・助言を報告書として残してほしいということだったので、日本語及びスペイン語で報告書を農牧省、住宅庁及びJICAへ提出してきました。以下がその調査結果の抜粋です。

6月7日（木）

同行者：農牧省 HUGO LONE

WILLIAM RIVAS

(1) 調査箇所：RIO Los Choros沿いのColon、Colonia Madrid



写真-7 集落内河岸崩壊。斜面中腹の住宅が崩壊で消失。

調査内容、助言等：

- ①パンアメリカン道路沿いの深い溪谷の両側に家が斜面に張り付いている。
- ②1月13日の地震で発生した高さ約15m、幅約15mの崩壊があり。
火山灰の堆積層。
- ③対策工事の実施に当たって留意点は以下の通り
・河床の安定を図る。(住民の話「地震後河床は下がっている。」)
・溪岸浸食の防止対策。
・その後崩壊地の表面浸食の防止対策。

(2) 調査箇所：Santa Teclaの西Los Cedros周辺及びEl Astillero周辺

調査内容、助言等：

- ①溪谷沿いに多数の崩壊地があり。
- ②対策工事の実施に当たって留意点は以下の通り
・溪流工事によって溪床勾配の緩和と土砂流出を抑制する。
・砂防堰堤等は崩壊地の下流側に設置する。

- ③別の溪流で高さ約20m、幅約100mにわたって崩壊し、谷が深さ約25m埋塞した大崩壊地あり。
- ④現在、土砂の流出はないが下流道路に土砂流出があることを知らせる必要あり。(調査をした農牧省から道路の工事を担当している公共事業省に対して)
- ⑤途中の道路の路肩で斜面安定対策として柵工を実施していた。(農牧省担当者は、「砂防を行った。」と言っていた。)

(3) 調査箇所：Comasagua道路の地震時に土石流の発生した崩壊地

調査内容、助言等：

- ①この溪流の道路出口は公共事業省が蛇籠で堤防をつくっている。道路から上の溪流から崩壊上部は農牧省が担当。
- ②溪流工事で勾配を緩和させ、崩壊地からの土砂の流出を抑制する。その後崩壊地の表面浸食の防止対策。

6月8日 (金)

同行者：農牧省 HUGO LONE
WILLIAM RIVAS

(1) 調査箇所：Lago de Ilopango北側
Hacienda Buenavista周辺、
Qda. Chanpezote、Qda. Cacao
Qda. Guluchapa及びSan Agustin



写真-8 地震で起こった河岸崩壊。

調査内容、助言等：

- ①3つの溪流が合流してイロパンゴ湖にはいる。
- ②Quebradaと言うのは、Rioのように常時水が流れていない。

- ③砂防堰堤4mを計画している。
- ④設置のポイントは、保全対象の上流側、崩壊地の下流側、合流点の下流側である。
- ⑤砂防堰堤の両岸で浸食がおきないように両岸とともに取入深を十分にとること

6月9日 (土)

同行者：住宅庁 OSCAR LOPEZ
アルバート・アインシュタイン大学
JOSE SALVADOR CHORRO、学生2名
JICA駐在員事務所 上島篤志



写真9 がけ崩れで被災した住宅。

(1) 調査箇所：COMASAGUA町内

調査内容、助言等：

- ①町内の崩壊箇所を見て回る
- ②がけ地での住宅建設時の規制の基準として日本の事例を紹介。なお、()内は、メキシコ人技師の提案。
- ・自然がけのうち高さ5m以上、勾配30°以上は崩壊の危険があることを住民に周知させる。
 - ・危険な勾配は、地域ごとに土質試験を行って決める方が望ましいが、30°は一応の目安。
 - ・がけ地近傍に住宅を建てる場合にはがけの上下部でそれぞれがけの高さと同じだけ離れる。(がけの高さの1.5倍)
 - ・斜面を切り土するときは、勾配30°未満で高さは5mごとに小段を設ける。(高さ1m毎に幅1.5mの小段)
 - ・住宅の下部にある溪流では溪流の浸食を防止して崩壊の拡大を防ぐ。



6月11日（月）

同行者：農牧省 HUGO LONE

WILLIAM RIVAS

(1) 調査箇所：San Pedro Masahuat、
Rio El Desague、Guadalupe

調査内容、助言等：

- ①San Pedro Masahuat町内の3箇所の崩壊防止対策計画について説明を受ける。
- ②基本的には問題ないが水路を設けること、Gabion砂防ダムの下流側表面を補強することを助言。
- ③Guadalupe上流のSan Vicente火山山腹の崩壊は規模が大きいため砂防ダムの建設とあわせて町内の住民に雨が降ったら土石流の可能性があることを周知させること。

また、農牧省や住宅庁の担当者への指導・助言以外に前回調査2月12日～25日のエル・サルヴァドル震災復興支援計画策定調査とくらべていくつか気づいた点は以下の通りです。

・コマサグア郊外にベネズエラ軍による被災者用住宅の建設が進められていた（写真-10）。これに対してエル・サルヴァドル政府が被災者用に用意した住宅は写真11のとおりで、コマサグアの町を中心から山中の未舗装道路を約5km行った場所でトタンで周りをかこった物置小屋にもならないようなもので住宅といえるものではなかった。

・イロパンゴ湖南東の山間地は、地震で河岸、溪岸崩壊が多数発生しそれらの土砂が原因で河床上昇が起こったり、せき止め湖が出来たりしていた。新聞報道によればヒボア川が地滑りでせき止められたが水路を新たにつくって水は流れるようになったとあった。

しかし、写真12、13のように河床上昇による洪水被害はいたるところでおこっているようである。

・山間地の都市を結ぶ道路も地震直後は法面の崩壊で道路が土砂で埋まり、写真14の箇所は地震直後の調査時点では崖から崩れた土砂で道路は埋まり



写真-10 ベネズエラ軍による被災者用住宅建設。42m²で浄化槽付き。



写真-12 2月撮影時のエル・デサグエ川。



写真11 エル・サルヴァドル政府が用意した被災者用住宅。トタンだけの物置小屋とも言えないようなもの。



写真-13 河床上昇で洪水が発生しているとのこと。



写真-14 2月の地震直後は、がけ崩れで道路が埋まっていたが、写真のように道路は復旧していた。法面工事は実施されていない。

道路自体がまったく見えない状態で、車1台分がやっと通れるだけの幅を確保してなんとか車を通していたが、今回は道路だけは舗装をし直しきれいになっていたが、法面保護対策はまったく実施されていなかった。

(4) セミナー

12日には、関係する機関を対象に警報装置を使った警戒避難対策と地震による崩壊対策工事についてセミナーを開催しました。

セミナーは、サンタ・テクラ市内のライオンズクラブで農牧省、住宅庁、サンタ・テクラ市役所のほかに環境省、公共事業省、サン・サルヴァドル首都圏計画局、民間建設業者の約30名が参加しました。

セミナーは以下の内容で講義を行っています。

- ・土砂災害対策の内容

地震によって発生した土砂災害の種類

雨期における土砂災害

対策工事

溪流での土砂流出防止

斜面の安定

- ・警戒避難対策

基準雨量

警報装置

簡易雨量計の使い方

このセミナーにおいて警報装置の警報の基準となる雨量を示し、避難対象となる区域は、あらかじめ市役所側で決めた範囲としました。

講義終了後、サンタ・テクラ市警察庁舎に移動し警報装置がどのようなものか実物を見てもらい、警報

装置を作動させるデモンストレーションを実施しました。

セミナーもテレビと新聞取材があり、6月13日の新聞（El Diario de HoyとMasの2紙）とテレビ（TCS）で紹介されました。

セミナー終了後に今後実際にこの警報装置を操作したり管理する人たちを対象に説明を行いました。



写真-15 セミナーでの講義



写真-16 警報装置のデモンストレーション

電源やサイレン、回転灯の操作は、特に警察庁舎内の警官ほか職員の方々に説明しました。雨量の設定については農牧省及びサンタ・テクラ市役所の土木技師に説明しましたが、警戒避難対策の中での基準雨量をよく理解できていないことと装置自体がはじめてみる機械なのでなかなか覚えることが出来ずおもったより説明に時間がかかってしまいました。操作マニュアルは、装置の表示が英語になっているため日本語版と英語版をJICAへ英語版を警察、農牧省、サンタ・テクラ市それぞれに渡してきました。



崩壊により斜面中腹の住宅が消失。



道路を埋めた崩壊土砂が雨で泥水となり四輪駆動も通行が困難。コマサグア道路。

3. 課題

地震後の砂防・崖崩れ対策という内容での今回の派遣でしたが、その中でも警戒避難対策という工事ではない対策なので理解が難しいと予想していました。しかし、警報装置という機材があったためなんとか理解をしてもらえたと思っています。

また、エル・サルヴァドルの人たちはまじめに仕事に取り組んでいるため特に地震後の災害対策のなかでも砂防はまだ新しい技術ですが、私をはじめ派遣された昨年10月時点で伝えたことや渡した資料を活用し、土石流やがけ崩れの施設計画をつくられており、技術移転が実際に目に見える形にあらわれたのはうれしいことでした。

今後の対応として警戒避難のための基準雨量の設定に関しては雨量データや災害情報の蓄積がある程度出来た段階（今年の雨期を過ごしてから）で基準雨量はどういうものでどのように設定していくのか

詳しい技術指導が必要であろうと思われます。

また、携行機材としてもっていった警報装置は、JICAがサンタ・テクラ市役所に1年間の期限付きで寄付をしたかたちで設置をしてきました。

当初の機材の扱いは、警報装置はモデルサイトへの設置であり、エル・サルヴァドル国内には同様の危険箇所が多数存在すること、また、この警報装置の設置は比較的容易なので移設が簡単にできることから装置は政府機関が所有し必要な箇所に設置し、設置された自治体が維持・管理費用を負担し、所有者である政府機関が自治体に対して技術的な支援をする、という形態を考えていたのですが、関係機関との協議の中で警報装置を所有できる機関がないことがわかり上述のような扱いとなってしまいました。

今後、警報装置を活用した警戒避難対策の実態を見ながらJICAの所有ではなく早い時期にしかるべき政府機関に所有させる形態にすることが望ましいとおもわれます。

4. おわりに

昨年10月にエル・サルヴァドルに来た際の通訳だったバレイロさんが今回もついてくれました。先の地震により大規模な崩壊があったラス・コリナスの300mほどしか離れていない同じ斜面の下の住宅地に彼の家があり、地震後は避難をしていましたが、彼も含めて多くの住民は自分の家に戻ってきていました。もともと山に囲まれた土地に首都圏が広がり安全で新しい住宅地も見つけるのは難しい状況のようです。危険度の高い区域にバレイロさんのように知り合いがいるだけに今回の警報装置が役に立ってくれることを切に願っています。