

1999 年台湾集集地震の地盤被害における復旧調査報告

芙蓉コンサルタント 正会員 須賀 幸一
 荒谷建設コンサルタント フェロー会員 山下 祐一

1. はじめに

1999 年 9 月 21 日に発生した台湾集集地震（九二一地震）は，土木学会四国支部による初の海外災害調査となった地震災害である．著者ら（須賀、山下）はこの災害調査に参加し，集集地震における地盤災害の特徴の一つである大規模斜面崩壊（草嶺、九份二山など）や地盤変位による構造物被害（豊原市ほか）の現地調査をおこなった．その震災から 10 年後、台湾において発生した豪雨災害（2009 年八八水害）と集集地震の復旧状況を調査する災害現地調査（2010 年 11 月）に参加する機会を得た．本論文においては，1999 年台湾集集地震の地盤災害における復旧状況を報告するとともに，大規模災害における復旧と防災教育への取り組みについて考察するものである．

2. 1999 年台湾集集地震の概要¹⁾

1999 年に台湾で発生した集集地震（以下，集集地震）の概要を以下に示す．

- 1) 発生日時：1999 年 9 月 21 日午前 1 時 47 分頃
- 2) 震源：台中市の南南東約 40 k m（南投県集集付近）
- 3) 地震規模：M7.3~7.7
- 4) 地震被害：死者約 2,400 人，負傷者約 11,000 人，全壊建物約 10,000 棟，半壊建物約 7,500 棟
- 5) 地震発生のメカニズム：大陸側のユーラシアプレートと太平洋側のフィリピン海プレートの境界付近で発生した地震であるが，地表付近では車籠埔断層が地盤を突き上げるように隆起した断層型地震である．
- 6) 地震災害の特徴：地表面断層に近いところでは，揺れによる被害だけでなく地盤変位（特に鉛直変位）による建物や道路，構造物（橋やダムなど）の被害が多く発生した．また，山間部において崩壊土量が約 1 億 m³ ともいわれる大規模斜面崩壊が発生した．

3. 集集地震の被災地復旧調査（図-1 参照）

集集地震による大規模斜面崩壊地として，次の 2 カ所を調査した．

- 1) 草嶺（雲林県古坑郷：N23°35'02"，E120°40'50" 付近）
 - 2) 九份二山（南投県国姓郷：N23°57'30"，E120°50'40" 付近）
- 次に地盤変位による構造物被害として，石岡ダム周辺を調査した．
- 3) 石岡ダムほか（台中県石岡郷：N24°16'58"，E120°46'09" 付近）
- また，集集地震の復興を観光資源として活用している事例として，集集駅舎周辺を調査した．

- 4) 集集駅舎（南投県集集镇：N23°49'36"，E120°47'06" 付近）

ここでは紙面の関係上，草嶺と石岡ダムの復旧状況について報告する．

4. 草嶺の復旧状況

草嶺は，頁岩を主体とする緩い傾斜岩盤（層理面傾斜角 15 度程度）からなり，ケスタ地形特有の渓谷を形成している．流れ盤となる岩盤斜面は，地震や降雨により度々，崩壊を繰り返しており，1999 年の集集地震では，約 1 億 2 千万 m³ の斜面崩壊を生じ，崩壊土砂が対岸にまで乗り上げ，渓谷を埋め天然ダムが形成された．崩壊面は頁岩の層理面が連続して露出しており，一気に崩壊したことがうかがわれた．（図-2 参照）

11 年後にこの地を再び訪れたが，渓谷沿いに続いていた道路は閉鎖され，周辺から崩壊地内への立ち入りは禁止されていた．天然ダムは樹木に覆われており，水は既になくなっていった．斜面には簡単な植生が行われて



図-1 復旧調査の位置

いる程度であり，特に崩壊対策工としての復旧工事は行われていないようである（図 - 3 参照）代わりに，展望所に「九二一国家地震記念地」という記念碑が設置され，地震被害の痕跡を残しつつビューポイントとしての整備がなされている．草嶺は以前から景勝地として台湾国内の人々が訪れる観光地であり，地震による斜面崩壊は，特に手を加えることなく，これを観光資源として利用しているようである．

5. 石岡ダムの復旧状況

石岡ダムは，台中市の北に位置する豊原市を流れる大甲溪に造られた取水ダムである．地表地震断層が右岸側のダム本体を横切っているため，堤体に約 7m の段差（鉛直方向）が生じた．そのため取水ゲートが破壊し，そこから水が流出して，ダムとしての機能が失われていた．（図 - 4 参照）

11 年後に訪れた石岡ダムは，右岸側の破損した 2 門の取水ゲートはそのまま残し，上流側に築堤盛土しダム内の流出を防ぐとともに，断層変位を生じた場所に，九二一地震の記念モニュメントを設置していた（図-5 参照）．さらに，石岡ダムと同じように被災した 2 つの橋梁，卑豊橋（下流）と長庚橋（上流）をサイクリングロードで結び，この地域全体を震災公園として整備している．石岡ダム管理事務所に駐車場が設けられ，レンタサイクルの貸し出しを行うなど，利用者サービスが行われており，家族連れなど多くの人が訪れていた．

6. 集集地震に見る大規模災害の復旧について

集集地震から 11 年，大規模斜面崩壊地の草嶺や九份二山では，崩壊地形がほぼそのまま残されており，最小限の機能回復としての復旧がなされていた．豊原市の石岡ダムや卑豊橋など

断層変位により大きく機能を損傷した構造物においても，復旧可能な部分は復旧し，復旧不可能な部分は機能を制限して供用していた．崩壊した斜面や構造物は，地震記念地として保存され，見学場所や説明箇所の設置など，災害を後世に残す防災教育上の取り組みがなされている．さらに，観光資源としても活用がはかられている．日本においても災害への取り組みはまだ十分とはいえず，防災対策が必要であるが，大規模災害に対しては，防災教育などのソフト対策が重要となってくる．集集地震の復旧対応は，国民性の違いもあり，必ずしもすべて日本で取り組むことは難しいかもしれないが，長く記憶に残すために災害記念碑を整備するなど，大いに参考となる取り組みがあった．

【参考文献】1) 1999 年台湾集集地震被害調査報告書 - 四国の土木技術者が見た台湾集集地震，土木学会四国支部，2000 年 3 月．



図 - 2 1999 年崩壊時の岩盤斜面の状況



図 - 3 2010 年の崩壊斜面の復旧状況



図 - 4 集集地震により破損した石岡ダム



図 - 5 震災公園として復旧した石岡ダム（右岸上流から撮影）