

ポイントである。余談だが、組積造でもアーチ構造が比較的地震に強い理由は以下のとおりである。地震外力を受けた際に通常の組積造壁では発生する構成部材間の引っ張り力がアーチ構造では作用せず、全て圧縮力となる。ゆえに反力を十分確保できる場合は、基本的に構成部材が圧縮で破壊する強度まで抵抗することができる。

b5)と c5)のケースは、建物が斜面や崖（河岸段丘など）の上やそれらのすぐ下などに存在し、建物の上の斜面崩壊や建物が建っている地盤そのものの崩壊によって建物被害が発生しているものである。このような立地条件の建物は、そもそも地震動の強度自体が地形効果で増幅されている場合が多い。この種のタイプの災害に関しては、事前のアセスメントに基づいた土地利用規制が重要であり、具体的には、建物の建設を制限することで対処することが基本である。

2-2-4 建物被害調査

建物被害調査は、NWFP のバラコット、マンセラ、アボタバード及びイスラマバード首都圏において行った。震源にもっとも近く、比較的大きな都市であるカシミール州ムザファラバードは、道路事情等により調査しなかった。

(1) バラコット

バラコットでは、外観を中心に、建物の被害、構造方法を調査した。

バラコットは震源の西北西約 15 km に位置し、本地震による被害が最も大きいと言われているところである。ここは、4,000 m 級の山々の間のカガン渓谷 (Kaghan Valley) を流れるクナル川 (Kunhar)沿いに位置しており、標高約 1,000 m である。

建物は、クナル川に面する丘を中心に、多数建てられているが、90 %以上が全壊したと言われている。写真 1、写真 2 は、クナル川東側から西側を撮影したものである。写真 3 は、東側沿い、写真 4、写真 5 は東側に建築されたホテルと思われる建物である。

川の両岸には、1~2 階建て建物が多くあったと推定され、構造方法は鉄筋コンクリート造、レンガ造、石造等が考えられる。この地域では、階数がわからないほど、全層が崩壊している建物が多く見られた。

倒壊を免れた建物の一部を写真 6~写真 9 に示す。写真 6 は、写真 1 の地域内の商店街であり、写真左奥の 1 階建てレンガ造等の商店と思われる建物が倒壊を免れて残っている。写真 7 は、2 階建て鉄筋コンクリート造のショッピングセンターであり、間仕切り壁と思われるレンガ造の壁にはひび割れが生じているだけの軽微な被害で済みであり、2 店舗は営業を再開していた（市の中心部で使用可能と思われる殆ど唯一といえる建物である）。

写真 8、9 は、クナル川西側の丘を登る道を 200 m ほど進んだところにある 2 階建て建物である。この建物の構造は、コンクリートに石と鉄筋を用いた柱はりフレーム構造に、石造壁を取り付けたものであり、震動及び土砂により大破したと思われる。

バラコットから約 5 km 南下した地域では、倒壊建物の数は低下し、倒壊に至っていない建物も多く見られた(写真 10)。

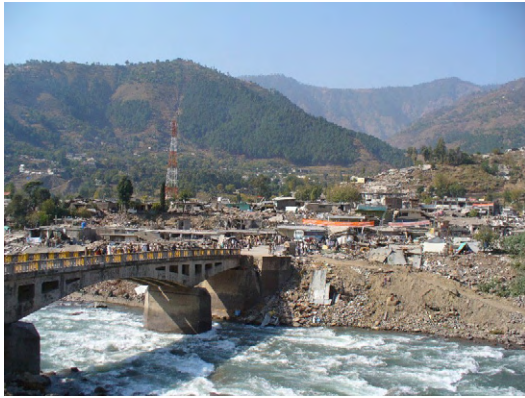


写真 1 バラコットのクナル川西側



写真 2 バラコットのクナル川西側
(写真④-1 のすぐ北)



写真 3 バラコットのクナル川東側



写真 4 バラコットのクナル川東側にある
鉄筋コンクリート造のホテル



写真 5 倒壊した鉄筋コンクリート造ホテルの詳細(写真 4 の詳細)



写真 6 バラコットの中心街と思われる商店街のうち一部(写真の左奥)が倒壊を免れている(クナル川西側)



写真 7-1 商店街そばのショッピングセンター



写真 7-2 同左の内部 構造材（柱、梁）と間仕切り壁との間にクラックが入っている



写真 7-3 救援活動の兵士の休息場所となっている



写真 8 クナル川西側の丘の上にある建物



写真 9 写真 8 の建物の 1 階内部



写真 10 バラコットの南約 5km にある鉄筋コンクリート造と思われる建物

(2) マンセラ

マンセラでは、建物の被害、構造方法について、建物内部調査を行った。

マンセラは、震源の南西約 30 km に位置し、カラコルム街道沿いにある標高約 1,000 m の町である。地震発生直後は、75% の建物が倒壊したという地元報道があったが、本調査時には、被害建物は 30% 以下と思われた。

写真 11～写真 14 に、州立マンセラ病院の本館及び新館を示す。これらの建物は、柱はりフレームにレンガ造壁を取り付けた 3 階建ての構造である。1 階のレンガ造壁のほとんどに斜めひび割れが生じ、柱の一部にもひび割れが生じていた。地方自治体の建築部局から損傷調査を受けたが、結果は得られていないとのことであった。



写真 11 州立マンセラ病院本館



写真 12 州立マンセラ病院新館



写真 13 病院本館 1 階の柱とレンガ造壁



写真 14 病院新館 1 階廊下のひび割れ

写真 15～写真 18 に、マンセラ市クシャラ (Khush-hala) 村にある国立小学校を示す。これは 1 階建てブロック造壁構造(壁厚約 45 cm)であり、壁隅角部に鉛直方向に大きなひび割れが生じていた。



写真 15 国立小学校外観



写真 16 国立小学校教室内のひび割れ



写真 17 州立小学校壁隅角部のひび割れ
(教室内)



写真 18 州立小学校壁隅角部のひび割れ
(外観)

写真 19、20 に、マンセラ市クシャラ村にある石造壁住宅を示す。この壁は、石を積み上げたまわりを泥で固めて日干しにしたものであり、壁厚さは約 60 cm である。屋根は木造小屋を組み、小枝及び泥で屋根を葺いている。この住宅では、正面の壁の中央の上部が崩れて、路上に積み上がっている。左側側面の壁には、ひび割れが多数生じていた。振動方向に対して面外となるへ壁面のうち変位が大きくなる中央部が破壊する組積造の典型的な破壊パターンのひとつを示している。



写真 19 石造壁住宅正面



写真 20 石造壁住宅左側側面

写真 21、22 に、マンセラ市クシャラ村にある別のアドベ壁住宅 2 を示す。この住宅では、壁が崩れるとともに、屋根が崩落した(この事例の破壊パターンも前述住宅と同様である)。



写真 21 石造壁住宅 2 正面



写真 22 石造壁住宅 2 背面

写真 23、24 に、マンセラ市クシャラ村にある州立女子小学校を示す。写真 23 の左の 1 棟が 1995 年築の鉄筋コンクリート造柱はりフレームにレンガ造壁を取り付けた 1 階建ての構造であり、右の 1 棟が 1985 年築のブロック造 1 階建ての構造である。ブロック造壁の隅角部には大きなひび割れが生じていたが、これは隅角部において直行する壁が分離し、壁全体（壁の強度が弱い場合はいくつか分割される。この事例の場合もほぼ中央部に水平に亀裂が入っていた）が倒壊する、組積造のもうひとつの典型的な破壊パターンの前兆を示すものと考えられる。一方、鉄筋コンクリート造構造の校舎には、ひび割れが見られず、天井の一部が脱落していた。



写真 23 州立女子小学校 2 棟(左が RC 造、
右がブロック造)



写真 24 レンガ造壁隅角部のひび割れ

写真 25～写真 28 に、マンセラ市クシャラ村にある 1 階建てブロック造壁構造住宅を示す。この壁には、比較的整形なブロックが用いられ、基礎で割り栗石による地業を行っているが、壁隅角部で鉛直方向にひび割れが生じていた。このひび割れも、前述の壁全体が倒壊するパターンの前兆を示すものと考えられる。