

# 2003年イラン・バム地震被害調査報告 - 震源近傍の地震動特性

京都大学防災研究所 正会員 飛田 哲男

## 1. はじめに

2003年12月26日午前5時26分(現地時間),イラン南東部の人口約12万人の町バム市近郊を震源とする地震(Mw 6.6)が発生した。震源からバム市までの距離は約10kmと推定されている。地震発生が早朝であったこともあり,死者43,200人を超える激甚な災害となった(2月26日現在)。倒壊した家屋の多くが日干しレンガ(アドベ)や焼成レンガを用いた無補強組積造であった。町の北東部には日干しレンガの壁を土で塗り固めた「アルゲ・バム」(バム城)と呼ばれる2000年以上の歴史を誇る遺跡があるが,今回の地震で倒壊した。

## 2. 地形・地質

バム市は,ケルマン市の南東約180km,ルート砂漠の南端,標高約1050mに位置する。市の面積は約5400haで,地形は平坦である。市街はバム断層西側に広がり,市の北部をPosht-e-Rood川が西から東へ流れている。この川は,調査時(2月中旬)には干上がっていたが,毎年1月頃の一時期,流水があるとのことである。

バム市周辺の地質は第四紀起源の細砂とシルトが沖積層を形成している<sup>1)</sup>。河食崖および市内の開削面から判断すると,表層の地質は主に赤灰色のシルト,シルト質細砂の表層(ML),その下部に砂礫の河床堆積層から構成されているものと思われる。バム市庁舎におけるボーリングコアによると,地表面下約20から30mにおいてもシルト質砂が堆積しているようである。このシルト質砂は,湿潤状態ではやわらかくやや粘性を持つため整形しやすいが,現地盤における乾燥した表層のシルト層はとても固く,ハンマーでたたいても容易には崩れない。

## 3. 地震活動の概要

当該地域の地震活動を図-1に示す。同図に示すようにバム市北方,ケルマン市との間に位置するGowk断層周辺で多くの地震が発生しているが,バム断層付近では近年大きな地震は記録されていなかった。バム断層はバム市の東約2kmに位置し,比高約20mの断層崖が南北に走る右横ずれ逆断層である。断層に対しバム市は上盤側に位置し,下盤側にはバラバット市が位置している。断層崖には断層線を横切る東西方向のガリー浸食が多く見られる(写真-1)。しかし,古いカナートが崩れて谷になっているものもあるとのことである。

本震は12月26日午前5時26分ごろ発生した(現地時間)。震央の位置と深さは,29.01N,58.26E,約10kmと推定されている<sup>1)</sup>。マグニチュードは米国国立地質調査所(USGS)の観測ではMw 6.6であった。震源の深さは約10kmで,約1mの食い違いが生じたものと推定されているが<sup>2),3)</sup>,地表面に明瞭な断層は現れていない。しかし,バム市北方の砂漠地帯において幅1~2cm程度で左雁行する地表亀裂が認められたとの報告がある<sup>4)</sup>。

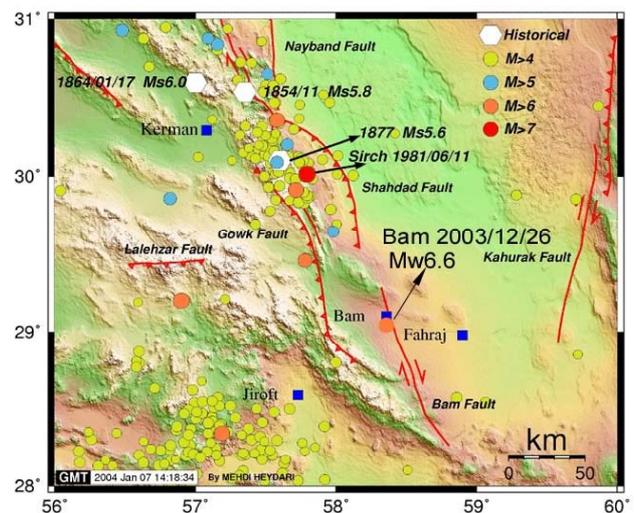


図-1 バム市周辺の地震活動 (IIEES 2003 に加筆)



写真-1 バム断層を横切る侵食崖 (東方を望む)

キーワード: 2003年12月26日, 地震災害, イラン

611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 tobita@geotech.dpri.kyoto-u.ac.jp

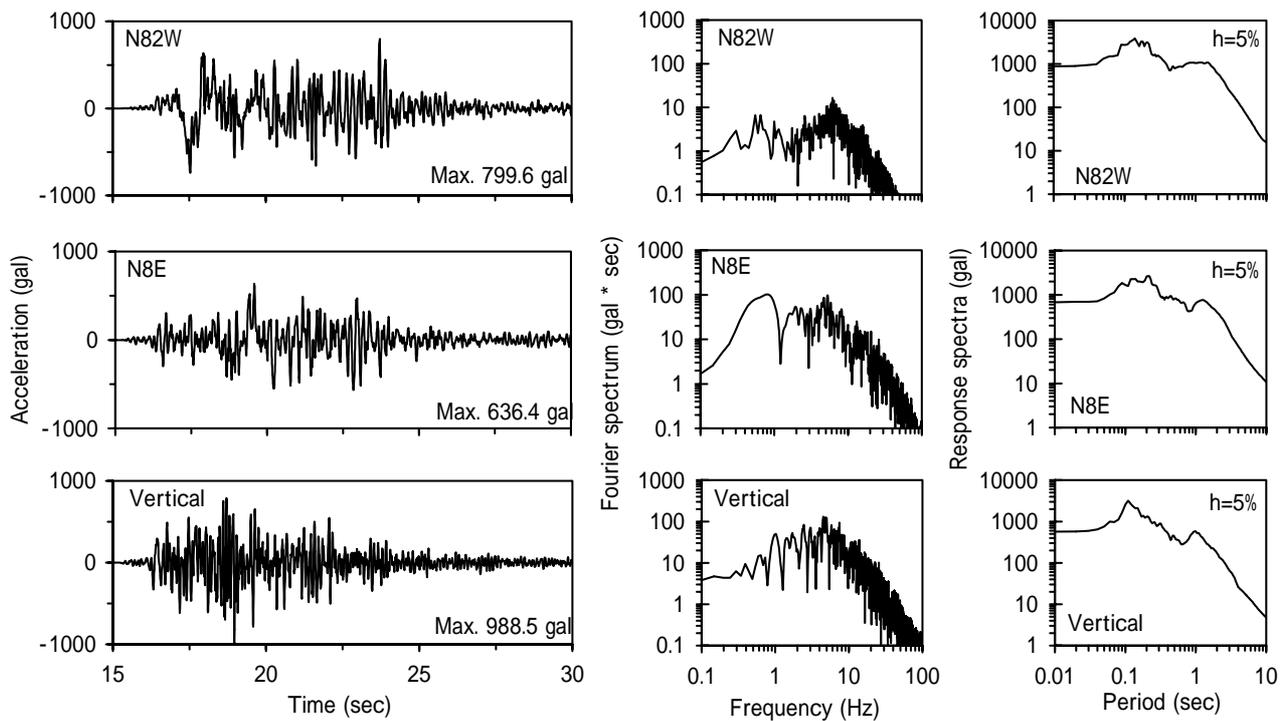


図-2 バム市における強震記録の時刻歴，フーリエスペクトル，応答スペクトル（提供：BHRC）

表-1 地震計の位置，震央距離，最大加速度<sup>5)</sup>

Site Name	Geographic Coordinates		Distance (km)	Uncorrected PGA (cm/s <sup>2</sup> )			Elev (m)	Installation angle	
	E	N		L	V	T		L	T
Bam	58.35	29.09	14	799.06	988.5	636.37	1094	278	8
Abaraq	57.94	29.34	49	171.12	88.79	111.38	1644	72	162
Maskoon	57.89	28.9	60	123.52	70.74	71.4	1961	350	80
Jiroft	57.74	28.67	88	40.33	31.81	28.3	725	240	330
Golbaf	57.72	29.88	99	30.78	13.7	29.46	1698	150	240
Rein	57.44	29.59	102	21.49	22.95	18.08	2195	334	64
Jushan	57.6	30.12	127	24.99	17.52	36.64	1650	142	232
Anduhjerd	57.75	30.23	130	32.05	14.91	34.38	851	200	290
Sirj	57.55	30.2	137	31.13	14.64	29.71	1685	30	120

#### 4. 震源近傍の地震動特性

イランでは BHRC (Building and Housing Research Center) が、イラン強震ネットワーク (Iran Strong Motion Network: ISMN) を整備しており多くの強震記録が得られている。バム市近郊の 9 観測点における本震の最大加速度と震央距離を表-1 に示す。図-2 に BHRC から公開された強震波形を示す (地震計: SSA-2)。本強震波形は震央距離 14km で観測されたものであり、最大加速度は上下動で約 1000gal、東西約 800gal、南北約 640gal の水平動が記録されている。震動の継続時間は約 10 秒、卓越振動数は約 6 から 7Hz である。同図 N82W の約 17 秒付近に断層の破壊によるものと思われる波形が記録されている。強震計はバム市庁舎 (2 階建て補強組積造: 半壊) の 1 階の机の下に設置されており落下物の影響はなかったが、近くにあったロッカーが転倒していたとの報告があるので、その影響や建物の振動の影響を受けているものと思われる。水平動の加速度粒子軌跡

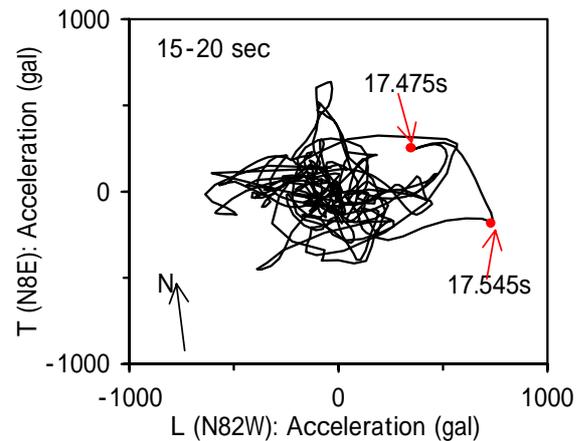


図-3 水平動の加速度粒子軌跡



写真-2 鉄骨造建屋の西方 (写真右方) への倒壊

を図-3 に示す。同図に示すように、粒子軌跡は 17.475 秒付近で釣鐘を横にしたような軌跡を描き、西から東へ方向を変えると同時に南へ大きく移動し 17.545 秒で最大加速度を記録している。

まず、粒子軌跡の卓越方向と建物の倒壊方向について考察する。バム市街では、バム城を含め建物および塀の多くが東西方向に倒壊していた。写真-2 は、市街中心部の被害の大きな地区での、鉄骨造建屋の倒壊例である。この建物は 1 階の鉄骨柱が西向きに折れ倒壊している。またこの付近には高さ約 20m の鉄筋コ

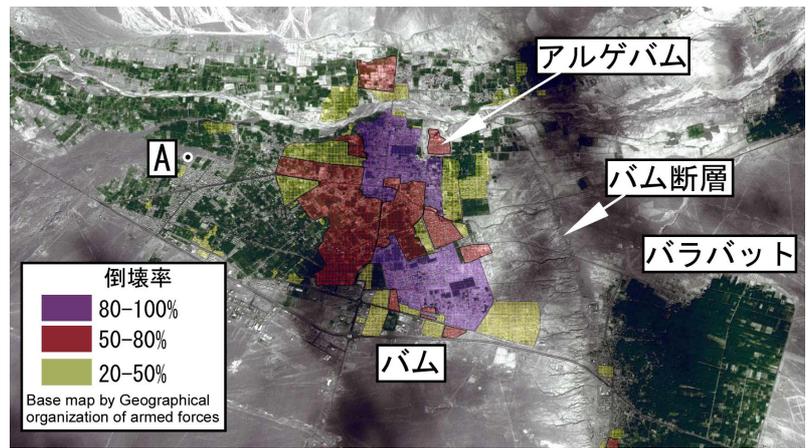


図-4 地区別建物倒壊率 (Geographical organization of armed forces に加筆・修正)

ンクリート造の水タンクがあるが、地表から約 2.5m の西側の柱には鉄筋の座屈、東側の柱には引張りによるコンクリートのはく離が見られた<sup>6)</sup>。このこと、および図-3 に示す加速度粒子軌跡の卓越方向から、バム市内の建物は西方向に大きな慣性力を受け倒壊に至ったものと推察される。

次に断層からの距離と建物倒壊率の関係について考察する。図-4 に衛星写真判読によるバム市とバラバット市の建物倒壊率を示す。同図より、倒壊率 80-100%の地区がバム断層とほぼ平行に位置し、その西側に倒壊率 50-80%の地区がある。すなわち、断層から遠ざかるほど被害が減少する傾向にあるものと推察される。しかし、倒壊率 50-80%の地区の一部が倒壊率 80-100%の地区を分断していること、また断層に近いところでも被害の小さいところがあることから、サイト特性や建物の強度の相違が倒壊率に与える影響も大きいといえる。一方、断層を挟んで東側のバラバット市では、倒壊にバム市街ほど明瞭な方向性は見られなかった。また、図-4 中の A 点に示すバム市西部の河原に近い住宅地で無補強組積造の倒壊率の大きい地区があったが、建物の強度とサイト特性の両面から検討する必要があるものと思われる。

## 5. まとめ

2003 年 12 月 26 日にイラン南東部バム市近郊で発生した地震 (Mw 6.6) について震源近傍で観測された地震動とその特長について報告した。内容をまとめると以下のとおりである。

- (1) 震源近傍において、継続時間約 10 秒、卓越振動数 6-7Hz の強震記録が得られた。
- (2) 水平動の加速度粒子軌跡によると、東西方向の加速度が卓越している。
- (3) 断層の西に位置するバム市では、多くの建物の倒壊・傾斜方向が東西方向であった。一方、断層の東に位置し、大きな被害が生じたバラバット市南部では倒壊方向にバム市街ほど明瞭な方向性は見られなかった。
- (4) バム市の建物倒壊率は断層から離れるほど小さくなる傾向にあるが、地盤や建物の強度など局所的な影響を考慮する必要もある。
- (5) バム市西部の河原に近い地区で、無補強組積造の倒壊率が大きいところがあった。

## 参考文献

- 1) IIEES, [http://www.iiees.ac.ir/English/Bam\\_report\\_english.html](http://www.iiees.ac.ir/English/Bam_report_english.html), 2003.
- 2) 東京大学地震研究所情報センター: 遠地実体波解析(暫定解), EIC 地震学ノート, 145, [http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/EIC/EIC\\_News/EIC145.html](http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/EIC/EIC_News/EIC145.html), 2003.
- 3) Yagi, Y.: Preliminary Results of Rupture Process for 2003 December 26 Southeastern IRAN, Earthquake, <http://iiees.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/Iran20031226/IRAN20031226.htm>, 2003.
- 4) 吾妻崇: 活断層研究センター, <http://unit.aist.go.jp/actfault/katsudo/news/no.33/azuma/topics02.html>, 2004.
- 5) BHRC, The very urgent preliminary report on Bam earthquake of Dec. 26-2003. <http://www.bhrc.gov.ir/>, 2003.
- 6) 土木学会調査団, 2003 年 12 月 26 日イラン・バム地震被害調査報告, イラン・バム地震地震被害調査団, 2004 (投稿中).