地盤工学会ジャワ島中部地震災害調査団現地被災調査結果詳細(暫定版)

平成 18 年 8 月 10 日

目次

		ページ
A. 調查地域	2	
B. 低地にお	ける地盤災害	4
B1	調査結果の概要	
B2	Bantul県の軟弱地盤の状況	
В3	液状化の発生と井戸の閉塞被害	
C. 中山間地	における地盤災害	19
C1	調査結果の概要	
C2	Sleman 県 Sumberharjo の大規模地すべり	
C3	斜面崩壊	
C4	Sleman 県 Sambirejo のフィルダムの被害	
D. 遺跡の被害		32
D1	調査結果の概要	
D2	プランバナン遺跡の被害	
D3	CANDY SEJIWAN 遺跡の状況	
付録 E. メラ	・ビ山における火砕流の状況	35

A. 調査地域と調査内容

調査対象地域を図 A-1 に示す。ジョグジャカルタ市とその南方の Bantul 県、北方の Sleman 県、東方の Klaten 県、東南方の Gunungkidul 県で被害が報告されている。これらの地域の 北側にメラピ火山があり、最近は活動が活発で火砕流による被害も生じている。

まず、調査期間の前半においてガジャマダ大学土木工学科・地質学科、現地駐在の日本 人技術者、JICA 関係者などへのヒアリングを行った。これらの結果と事前入手資料^{A1)-A4)} および web 上で公開されている衛星写真等に基づいて被害状況と地盤条件の概要を把握し たうえで、調査期間後半にかけて主要被災地域における地盤災害を主体とした現地調査を 実施した。

特に、軟弱地盤・液状化地盤と想定される箇所においては日本より持参した機器を用い て簡易動的コーン貫入試験^{A5)}を実施し、表層地盤の状況を調査した。同試験装置は調査終 了後にガジャマダ大学に寄贈し、試験方法^{A5)}の英訳と装置の設計図を後日送付した。

また、6月30日にはガジャマダ大学で調査結果を報告し、今後の復興方針についての意 見交換を行った。さらに、7月25日に英訳した調査結果概要をガジャマダ大学に送付した。



図 A-1 調査対象地域と調査箇所(http://www.mapaction.org/提供の地図に加筆)

本章の参考文献

A1) 土木学会および日本建築学会合同調査団: Provisional Report of the May 27, 2006, Mid Java Earthquake, Indonesia, 2006.

A2) JICA: インドネシア国ジャワ島中部地震災害復興支援ニーズアセスメント調査団帰国報 告会資料,2006.

A3) 飯塚敦:平成18年(2006年)5月27日ジャワ島中部地震被害調査速報,自然災害科学, 2006.

A4) Ohsumi, T. and Baba, K.: Field investigation on the damage of housing and infrastructure caused by earthquake in central Java, Indonesia, 日本工営, 2006.

A5) 地盤工学会:地盤調査の方法と解説, pp.274-279, 2004.

6) Rahardjo, W. and Astuti, B.S.: Tinjauan Geologi dan Paleogeografi Daerah Dataran Gantiwarno antara Prambanan – Klaten, Jawa Tengah, 2000 (in Indonesian).

B. 低地における地盤災害

B1 調査結果の概要

・地下水位が高く軟弱な表層地盤の存在を Bantul 県などの計5箇所で確認した。

・Klaten 県の西南部から Sleman 県東南部およびジョグジャカルタ市にかけて液状化が発生 し、井戸の閉塞被害を引き起こした。液状化は必ずしも井戸の底部に相当する深度だけで 生じたわけではなく、それよりも浅い深度でも生じた可能性が考えられる。

・これらの地域では家屋の倒壊率も高かった。断層に起因する地震動の方向性に加えて、 軟弱地盤で地震動が増幅した可能性も考えられる。

本章の参考文献

B1) Geological Research and Development Center: Geological Map of the Yogyakarta Sheet, Jawa, 1995

B2) 地盤工学会:地盤調査の方法と解説, pp.274-279, 2004.

B3) Rahardjo, W. and Astuti, B.S.: Tinjauan Geologi dan Paleogeografi Daerah Dataran Gantiwarno antara Prambanan – Klaten, Jawa Tengah, 2000 (in Indonesian).

B2 Bantul 県の軟弱地盤の状況

家屋被害の大きかった Bantul 県では、Opak 川と Progo 川にはさまれた地域に低地が広がっている。地質図(図 B2-1 および B2-2)によれば 1 次および 2 次堆積と考えられる火山灰 土が卓越する地盤条件となっていたが、現地でヒアリングした結果、川沿いには軟弱な沖 積地盤も存在するとのことであった。実際に、Bantule 県 Patalan 地区(後述する写真 B2-1 および B2-3 に示す位置)で実施した簡易動的コーン貫入試験結果を図 B2-3 に示すが、地 下水位は地表から 1m 以浅にあり、その下 2~3m 程度は図中に示す式^{B2)}に基づいて換算し た N 値が 10 以下となる軟弱地盤であった。



図 B2-1 従来の地質図 (Geological Research and Development Center, 1995^{B1)}に加筆)





図 B2-2 最近修正された地質図(ガジャマダ大学 Dept. of Engineering Geology 提供)



図 B2-3 Bantul 県 Patalan (左:写真 B2-1,右:写真 B2-2 の位置) での簡易動的コーン貫 入試験結果



写真 B2-1 Bantul 県 Patalan における小学校の被害 (S7 deg 55.555 min, E110 deg 21.077 min)



写真 B2-2 Bantul 県 Patalan における道路沿いの水田における宅地造成状況(S7 deg 55.193 min, E110 deg 21.055 min)

写真 B2-1 に示す建物は、周辺住民によれば地震前から沈下していたとのことであった。 一方で、地震による沈下はないとのことでもあったが、周辺のインターロッキングとコン クリート床上には新しい開口と亀裂もあったので、ある程度沈下が生じたものと推測され る。周囲のレンガ塀は約 3m 間隔で配置されていた L 型支柱を残して倒壊した。

写真 B2-2 に示す宅地造成地でヒアリングした結果、造成にあたっては表土をはぎとり、 さらに 40cm 掘削して基礎(この例では練り石積み)を構築し、掘削した土(この例ではガ レキを使用)を内部に盛土するのが一般的とのことであった。左上の写真では、深度 2.7m 付近まで掘削した際の土(有機物混じりの粘性土?)が井戸の周囲に残っている。さらに 深度 8m 付近まで掘削すると滞水砂層が現れるとのことであった。 Klaten 県の西南部には Sleman 県東南部およびジョグジャカルタ市にかけて低地が広がっており、Bantul 県と同様に甚大な家屋被害を被り(図 B3-1)、液状化に起因する被害も生じていた(図 B3-2)。

この低地は、もとは湿地であったものが干拓された^{B3)}とのことであり、後述するように 表層は軟弱な地盤条件であることが原位置試験で確認されたことから、上記の家屋被害の 要因として、地震断層の位置に起因した地震動の方向性の影響と、軟弱地盤での地震動の 増幅の両者が考えられる。



図 B3-1 現地新聞(2006 年 6 月 29 日付 Kedaulaten Takyat 紙) による修正メルカリ震度 分布(破線部分の Klaten 県西南部の状況を図 B3-2 に示す)



図 B3-2 Klaten 県西南部における湿地の推定位置と液状化に起因した被害の発生状況

図 B3-3 に複数箇所の液状化発生地点より採取した試料の粒径加積曲線を、表 B3-1 にそ れらの物理特性をそれぞれ示す。採取試料はいずれも均等係数が 5 以下の細砂であり、全 体的に非塑性な細粒分を比較的多く含む。図中には港湾基準に示された液状化しやすい砂 の粒度組成を併せて示すが、採取試料はいずれも特に液状化の可能性のある粒度分布の範 囲内にほぼ収まるので、きわめて液状化しやすい地盤材料であることが推察される。

写真 B3-1 は、Sleman 県 Kalitirto の沼地において最大高さ 1m 程度の噴水が生じた箇所で ある。噴水は 2 箇所で生じ、24 時間程度継続したとのことであった。また、図 B3-4 に示す ように隣接した集落の地表面は 5m 程度高い位置にあったが、井戸の水位が地震で一旦 2m 程度増加して砂混じりとなり、その後 48 時間程度で元に戻ったとのことであった。周辺の 井戸が閉塞していないことから、液状化というよりは、何らかの理由により地下水の被圧 状態が高まったことが推測される。

写真 B3-2 は、同じく Sleman 県 Kalitirto において噴砂と井戸の閉塞が生じた箇所である。 稲作地とバナナ畑で噴砂が発生し、後者の一部では地震中に高さ 50cm まで水が吹き上がる 状況が目撃された。また、隣接する井戸内に土砂が噴出して深さ約 3m にわたり閉塞した。 分級して沈降したために閉塞部の表層は細粒土であったが、地震時には砂質土が井戸内の



図 B3-3 採取試料の粒径加積曲線

	U_{c}	F _c (%)	D _{max} (mm)	D ₅₀ (mm)	$ ho_{s}$ (g/cm ³)	I _p
Bintaran, Yogyakarta (well)	4.48	2.5	19.5	0.47	2.779	NP
Kalitirto, Sleman (boiling of groundwater)	1.82	43.6	2.0	0.08	2.687	NP
Kalitirto, Sleman	3.09	4.8	2.0	0.28	2.852	NP
Katekan	3.00	18.8	2.0	0.14	2.711	NP
Mutihan (near by groundwater)	8.33	22.2	4.75	0.14	2.773	NP
Mutihan (boiled sand)	2.93	16.2	4.75	0.15	2.813	NP

表 B3-1 採取試料の物理特性



写真 B3-1 Sleman 県 Kalitirto における噴水発生箇所(S7 deg 48.727 min, E110 deg 27.54 min)



図 B3-4 Sleman 県 Kalitirto における噴水発生箇所周辺の井戸の水位

地表面付近にある排水口から流れ出たとのことであった。この例では明らかに液状化が 生じており、図 B3-3 に粒度を示すように噴砂は細粒分の少ない細砂であった。この箇所に 比較的近いジョグジャカルタ空港でも噴砂が発生して滑走路に亀裂が生じたことが報告さ れている(写真 B3-3)。

写真 B3-1 および B3-2 に示す位置で実施した簡易動的コーン貫入試験結果を図 B3-5 に示 す。写真 B3-1 の箇所では地表面から深度 3m 付近まで連続的に軟弱地盤が存在していた。 写真 B3-2 の箇所では地下水位が地表から 2m 付近にあり、その下 1m 程度は換算 N 値が 5 ~10 程度と比較的低かった。液状化は必ずしも井戸の底部に相当する深度(地表面から 4 ~5m) だけで生じたわけではなく、それよりも浅い深度でも生じた可能性が考えられる。



写真 B3-2 Sleman 県 Kalitirto における噴砂と井戸の閉塞発生箇所(S7 deg 47.163 min, E110 deg 26.823 min)



写真 B3-3 ジョグジャカルタ空港で発生した噴砂と滑走路の亀裂および補修状況 (ガジャマダ大学 Wartono 博士提供)



図 B3-5 Sleman 県 Kalitirto (左:写真 B3-1,右:写真 B3-2 の位置) での簡易動的コーン 貫入試験結果

なお、井戸の閉塞はジョグジャカルタ市内 Bintaran でも発生した(写真 B3-4)。住民から ヒアリングした結果を以下にまとめる。

・1950年以前に低地に建設された井戸が被害を受けた。

・ある井戸では、地震を感じる直前に水が濁りだして水位が上がり、地震と同時に通常水 位より 2.5m の高さまで噴水したことが目撃された。その後、井戸の底に砂が厚さ 3m 程度 堆積し、井戸の周辺全体が相対的に 5cm 程度沈下して、床タイルや土間にも亀裂が発生し た。水がきれいになるまでに約1週間を要した。

・約50の井戸で上記と同様に水が濁った。地震から約1ヶ月経過した調査時点では堆積した砂を掘り出して再供用を開始していたが、井戸にふたをしてポンプのみを使用しているケースではパイプが閉塞したままの例もあった。

上記で掘り出した砂も、図 B3-3 に示すように細粒分含有率は約 5%と少なかった。この 地区では少なくとも井戸の底部に相当する深度(地表面から 3m 程度)付近で液状化が発生 し、井戸を閉塞する被害を引き起こしたことが推測される。



写真 B3-4 ジョグジャカルタ市内 Bintaran で地震により閉塞した井戸(復旧済み)(S7 deg 48.195 min, E110 deg 22.352 min)

低地においては以上のような液状化の発生と井戸の被害に加えて、液状化が起因または 影響したと考えられる造成盛土の沈下・はらみ出し(ジョグジャカルタ郊外モハマディア 大学:写真 B3-5)と河川堤防および護岸の被害(Klaten 県 Mutihan:写真 B3-6)も生じた。

写真 B3-5 に示した建物は図書館棟で、長さ 9~30m の杭基礎で支持されていた。周辺の 盛土が 5cm 程度沈下し、池に向かってはらみ出した。

写真 B3-6で練積みの護岸が崩壊した部分は過去の洪水でも被災して復旧した箇所とのこ とであった。また、隣接した箇所では両岸の土堤も被災し、亀裂と沈下が発生したとのこ とであったが調査時点では既に復旧されていた。周辺の地盤では、2箇所で噴砂が発生した。 そのうち1箇では高さ約1mまで約10分間にわたり水が吹き上がる状況が目撃された。そ の周辺では写真 B3-7に示すように家屋の倒壊率が極めて高かった。



写真 B3-5 ジョグジャカルタ郊外モハマディア大学での造成盛土の沈下とはらみ出し (S7 deg 48.668 min, E110 deg 19.248 min)



写真 B3-6 Klaten 県 Mutihan における河川堤防・護岸の被害と周辺地盤での噴砂(S7 deg 46.145 min, E110 deg 32.49 min)



写真 B3-7 Klaten 県 Mutihan における噴砂発生箇所付近での家屋の被災状況(S7 deg 46.145 min, E110 deg 32.49 min)

以上の2地点(写真 B3-5 については盛土上部)で実施した簡易動的コーン貫入試験結果 を図 B3-6 に示す。写真 B3-6 の地点では地下水位が地表から 1m 付近で、その下 1m 程度は 極めてゆるい状態にあり、さらに深度 2.5m 以深も換算 N 値が 10 程度であった。また、図 B3-3 に示すように噴砂と地下水位付近で採取した試料はいずれも細粒分含有率約 20%の細 砂で、粒度特性が類似していた。



図 B3-6 ジョグジャカルタ郊外モハマディア大学(左:写真 B3-5の盛土上部)と Klaten
 県 Mutihan(右:写真 B3-6)での簡易動的コーン貫入試験結果

C. 中山間地における地盤災害

C1 調査結果の概要

・大規模地すべりが Sleman 県 Sumberharjo で発生した。 100~200m 四方程度の範囲が最大 20m 程度滑動した。すべり面は最大で 7m 以上の深度にあり、地震時には飽和していたと考 えられる。

・比較的表層の斜面崩壊がBantul 県東側とSleman 県南東部および Klaten 県南西部で多発した。海岸沿い斜面も2箇所で大きく崩壊した。Bantul 県 Trimulyo では集落に近接した岩盤 斜面が余震で崩壊し、道路を閉塞した。

Sleman 県 Sambirejo では、高さ 9m のフィルダム天端に、長さ 5m、最大幅 10cm 程度の亀
 裂が生じた。亀裂の深さは最大 50cm 以上あったが、漏水量は変化しなかった。

C2 Sleman 県 Sumberharjo の大規模地すべり

Sleman 県 Sumberharjo では大規模な地すべりが生じた(写真 C2-1)。その上には 14 世帯 の集落があり、うち 6 世帯の家屋が倒壊したが、死者はなかった。調査時点では湧水等は 確認できず、滑落崖は乾いた状態であった。引き裂かれたバナナの木の位置関係から、写 真 C2-2 に示す滑落崖の位置では 20m 程度の滑動が生じたと考えられる。すべり土塊の下部 は圧縮リッジを形成していた(写真 C2-3)。

調査した井戸の概略位置を写真 C2-1 中に①~③として示す。これらの調査結果を以下に まとめる。

・上流側にある井戸①の水位は地震前は GL-3~4m 程度とのことであったが、調査時点では GL-6.3m まで低下していた。井戸の底部は GL-7m にあり、ケーシングが変形している以外 の異常は特に見られなかったことから、この位置でのすべり面は 7m よりも深いと推測され る (図 C2-1)。

・下流側にある井戸②は写真 C2-1 に示したようにケーシング上部が圧壊していた。その内 部の空間にメジャーを差し込んでみたところ、GL-4.5m で大きなくい違いが生じているこ とがわかった。ゆえに、この位置でのすべり面深度は 4.5m 付近であると推測される(図 C2-2)。なお、調査時点ではそれより浅部に水位はなかった。

・大きくすべった土塊から離れた位置にある井戸③も、深部のケーシングが変形して亀裂が生じた。また、地表面付近においてもケーシングと下流側地盤の間に 3cm 程度の隙間が 生じたことから、この井戸の周辺の地盤も全体的に下流側へ変位・変形したことが推測さ れる(図 C2-3)。地震前の水位は GL-2~3m 程度とのことであったが、調査時点では GL-4.5m まで低下していた。このような水位低下は地震後約1日で生じたとのことであった。

以上より、調査時点では滑落崖からの湧水等を確認できなかったものの、すべり面は最 大深さが 7m 以上あり、地震時には飽和されていたことが推測される。



写真 C2-1 Sleman 県 Sumberharjo の大規模地すべりの遠景と調査した井戸の概略位置(S7 deg 49.032 min, E110 deg 30.402 min)



写真 C2-2 Sleman 県 Sumberharjoの大規模地すべりの滑落崖とすべり土塊の移動状況



写真 C2-3 Sleman 県 Sumberharjoの大規模地すべり土塊下部に形成された圧縮リッジ



図 C2-1 井戸① (写真 C2-1 参照)の状況



図 C2-2 井戸②(写真 C2-1 参照)の状況(S7 deg 49.095 min, E110 deg 30.37 min)



図 C2-3 井戸③ (写真 C2-1 参照) の状況(S7 deg 49.107 min, E110 deg 30.435 min)

C3 斜面崩壞

Bantul 県の東側と Sleman 県南東部および Klaten 県南西部(図 A-1 参照)に広がる中山間 地では斜面崩壊が多数発生した。Sleman 県 Sumbriejo 地区では写真 C3-1 に示すような比較 的大規模な岩盤崩壊が少なくとも 2 カ所以上で確認された。いずれも 10~20m 程度の大き さを有する岩塊が 5~10m の範囲で 40~50m下方まで剛体的に滑り、滑落崖付近の地盤に は 1m 程度の段差が生じていた。また、周辺道路では斜面崩壊により 2~3m 程度の大きさ を有する岩塊が複数個崩落し道路を閉塞したが、調査時点では復旧されていた(写真 C3-2)。

Bantul 県 Trimulyo では集落に近接した岩盤斜面の崩壊が生じた(写真 C3-3)。崩壊前は石 切場として利用されていたようである。写真の右側手前に旧波食崖と思われるオーバーハ ングした岩体が見える。崩壊は本震ではなく余震で生じたとのことであった。一旦は道路 が閉塞したが、調査時点では復旧されていた。

Bantul 県 Parangtritis では西側を向いた海岸沿いの斜面が崩壊した(写真 C3-4)。小規模な 崩壊箇所を調査した結果、亀裂沿いに風化した凝灰岩が崩壊しており、岩体強度自体は比 較的高いことを確認した。近くにあるモニュメントの頭部も西向きに残留傾斜していたこ とから、この地域では西向きに卓越した水平慣性力が作用したことが考えられる。

Gunungkidul 県 Baron では、震央距離が他の被災箇所よりもはるかに大きいにもかかわら ず、海岸沿いの斜面が大規模に崩壊した(写真 C3-5)。近づいて調査することができず、遠 くからの被災状況の撮影のみを行ったが、波食されてオーバーハングになっていたと思わ れる東向きの斜面が崩壊していた。正面から波が当たる岬部分ではなく、波の進行方向に 平行な側面部分が崩壊したが、この位置に比較的弱い岩体が残っていたためと考えられる。 なお、西向きにはこのような条件の斜面が存在していなかった。



写真 C3-1 山腹で発生した斜面崩壊の例(Sleman 県 Sumbriejo 地区) (S7 deg 47.37 min, E110 deg 31.117 min)



写真 C3-2 落石に伴う道路閉塞の例(Sleman 県 Sumbriejo 地区、復旧後) (S7 deg 48.748 min, E110 deg 31.447 min)



写真 C3-3 Bantul 県 Trimulyo における岩盤斜面崩壊(S7 deg 52.75 min, E110 deg 23.738 min)



写真 C3-4 Bantul 県 Parangtritis における海岸沿いの斜面崩壊 (S8 deg 1.7 min, E110 deg 20.422 min)



写真 C3-5 Gunungkidul 県 Baron における海岸沿いの斜面崩壊 (S8 deg 8.52 min, E110 deg 32.94 min)

C4 Sleman 県 Sambirejo のフィルダムの被害

Sleman 県 Sambirejo では、植生プロジェクトの一環として建設された高さ約9mのフィル ダム (PENGENDALI DAM) 天端に、長さ約6mにわたって最大幅15cm程度の亀裂が生 じた (写真 C4-1)。調査時には、亀裂の一部を類似の盛立材料で詰める補修がすでに行われ ていたが、未補修部の隙間にメジャーを差し込んで亀裂の深さを計測した結果、少なくと も50cm 以上あることを確認した。

管理担当者からヒアリングした結果を以下にまとめる。

- ・ 1984-1985 年にかけて建設した。中心部に高さ7m、幅 80cm のコア部分を粘性土で構築 し、基礎岩盤に 30cm 程度根入れした。
- ・ 供用を開始して数ヶ月後から比較的大量の漏水が生じたため、2000 年に上流側のり面に 厚さ 20-25cm のセメント改良土を腹付けして浸透対策とした。
- ・ ダム下流側で定常的に漏水があり、それをトイレや浴室などの生活用水として活用している(写真 C4-2). 定期的な漏水量の計測は行われていない。
- ・ 漏水量は地震の前後で変化していない。満水位と低水位では漏水量が2倍程度変化する (調査時点では毎分数リットル程度であった)。

上記と同様な被害が、同じ地域にある同規模のもう 1 つのフィルダムでも生じたが、調 査時点では亀裂に瓦礫をつめる補修がすでに行われていた(写真 C4-3)。また、コンクリー トに、小規模な亀裂が複数箇所発生していることを確認した(写真 C4-4)。



写真 C4-1 Sleman 県 Sambirejo におけるフィルダム (その1)の被災状況 (S7 deg 46.487 min, E110 deg 30.027 min)



写真 C4-2 Sleman 県 Sambirejo におけるフィルダム (その1)の漏水状況 (写真中の矢印で 示す浴槽の継ぎ目より漏水している) (S7 deg 46.487 min, E110 deg 30.027 min)



写真 C4-3 Sleman 県 Sambirejo におけるフィルダム (その2)の補修後の状況 (S7 deg 44.98 min, E110 deg 30.24 min)



写真 C4-4 Sleman 県 Sambirejo におけるフィルダム(その2)遮水部の亀裂発生の状況 (S7 deg 44.98 min, E110 deg 30.24 min)

ダムの今後についての提言

本調査により確認された亀裂は、2 つの異なるダムともに堤体上下流方向(浸透方向に直 角)に生じており、決壊等の重大な問題が直ちに発生する可能性は低いと考えられる。し かし、本亀裂の発生によりダム全体の健全性が損なわれているので、今後同様な地震が発 生した場合や、天端からの雨水の浸透などにより、堤体の変形が拡大する可能性が考えら れ、最悪の場合決壊に至る可能性は否定できない。従って、できるだけ早期に設計図、施 工方法の分析や詳細なダム実態調査を行い、それらに基づき補修する必要がある。実態調 査方法および補修方法の具体案を以下に示す(図 C4-1)。

- (1) 漏水量の把握
 - a. 計測箇所の選定

ダム下流周辺地山(特に、ダム提体着岩部周辺)が望ましい。

- b. 適切な頻度を定めて漏水量の計測を行い、計測箇所の漏水量および濁りの状況を把 握する。
- c. 亀裂発生前の計測結果がある場合、地震後の漏水量との比較・分析を行う。
- (2) 亀裂進展状況の把握
 - a. 亀裂発生部を複数箇所掘削し、堤体 部への進展状況を目視にて確認す る。
 - b. ダム上流側遮水部のコンクリートのひび割れ状況を確認と変状原因の推定、ひび割れ幅の照査。
- (3) 補修対策(案)
 - a. 亀裂発生部分の補修
 目視で確認した亀裂進展範囲を追加
 締固め施工等により補修する。なお、
 補修時に天端越流を防ぐため、確実
 な貯水池の低下が必要である。
 - b. コンクリートひび割れの補修
 注入によるひび割れ部分の補修等。



図 C4-1 フィルダムの補修対策(案)

c. その他 亀裂進展範囲の確認、補修完了まで相当な期間が必要と考えられるため、施工中の 雨水流入等の防止対策を併せて行う。 D. 遺跡の被害

D1 調査結果の概要

・世界遺産の Prambanan 遺跡では、建物の一部が傾斜・落下して損傷し、外周の擁壁も西 側を向いた面が崩壊した。

D2 プランバナン遺跡の被害

Klaten 県 Prambanan にある世界遺産のヒンズー教寺院遺跡では、建物の一部が傾斜・落下 して損傷し、外周の擁壁も西側を向いた面が崩壊した(写真 D2-1)。



写真 D2-1 プランバナン遺跡の被災状況

D3 CANDY SEJIWAN 遺跡の状況

(未完)

メラビ山は標高約 2900m の活火山で、ジョグジャカルタ市の北約 30km に位置している。 これまでに約1万年間にわたり噴火を繰り返しており、過去 200 年間では約 50 回の噴火が あった^{E1)}。2006 年 3 月以降、噴火の前段階と思われる火山活動が活発化し、厳重な監視体 制が取られているが、6 月 14 日に発生した火砕流では2 名の死者がでた^{E2)}。

写真 E-1 は、6 月 14 日に発生した火砕流で被災した集落と、そこから東側に流れ下った 火砕流の状況である。また、写真 E-2 は、これよりも西寄りに分岐して流れ下った比較的小 規模な火砕流の状況である。火砕流発生時の報道写真を写真 E-3 に示す。

本章の参考文献

E1) 国土地理院地理地殻活動研究センター http://cais.gsi.go.jp/Research/space/topic060428/
E2) 株式会社レスキューナウ http://rescuenow2.cocolog-nifty.com/rescuenow/2006/07/





写真 E-1 メラピ山における火砕流の状況(その1) (S7 deg 35.1 min, E110 deg 26.94 min)



写真 E-2 メラピ山における火砕流の状況 (その2) (S7 deg 35.385 min, E110 deg 26.545 min)



写真 E-3 現地新聞(2006 年 6 月 28 日付 Radar Jogja 紙)による火砕流の状況