

# 補強土（テールアルメ）壁工法

## 平成 28 年（2016 年）熊本地震 被災調査報告書 【最終報】

平成 29 年 7 月

日本テールアルメ協会

## 目次

1. はじめに.....	2
2. 地震概要.....	3
(1)地震発生日時および余震回数.....	3
(2) 地震加速度.....	3
(3)地震発生位置とメカニズム.....	4
(4)地震動の大きさについて.....	5
(5)熊本地震被害状況 <sup>5)</sup> .....	9
3. 調査の目的と概要.....	9
(1)調査の目的.....	9
(2)調査概要.....	9
(3)調査方法および評価方法.....	16
4. 調査結果.....	18
(1)調査結果集計.....	18
(3)まとめ.....	22

## 1. はじめに

2016年4月14日21時26分の前震発生後、連続して発生した熊本県の内陸部で発生した『平成28年(2016年)熊本地震』は、本震として2016年4月16日1時25分にマグニチュード(M)7.3を記録した。一連の地震は、直下型の大型地震でその強い揺れは、熊本、大分、福岡、佐賀、長崎の5県にまたがり、震度7～震度5強を記録した。

前震と本震以降の余震活動も活発で、熊本県を横断する形で阿蘇地方から熊本地方の東北東から西南西に延びる長さ約80km、幅約20kmの領域で余震が連続して発生した。(図-1<sup>1)</sup>参照) 4月19日までに震度1以上を観測した余震は652回を観測し、M5.0以上の余震は前震も含め、14日21時26分のM6.5(最大震度7)、翌15日0時3分のM6.4(最大震度6強)及び本震発生後16日1時45分のM5.9(最大震度6弱)、同日3時55分のM5.8(最大震度5強)とその他M5.0以上を計10回観測された。余震は収束状態にあるが、4月末現在も震度3程度の地震を観測している。

被災時の現地状況は、度重なる大きな揺れで国道57号に取りついていた阿蘇大橋は落橋し、その周囲で大規模な地滑りを起こしたほか、前震において震源の益城町を中心に多くの家屋が倒壊した。甚大な被害、土砂崩れが震源に沿う形の広い範囲で発生した。

補強土(テールアルメ)壁工法は、九州地方に数多くの施工実績を有しており、これまでの地震調査の傾向から被害が出る可能性がある震度5強以上のテールアルメを対象に被災調査を実施した。本書は、地震概要を整理するとともに、調査概要ならびに調査結果の最終報告について取りまとめたものである。

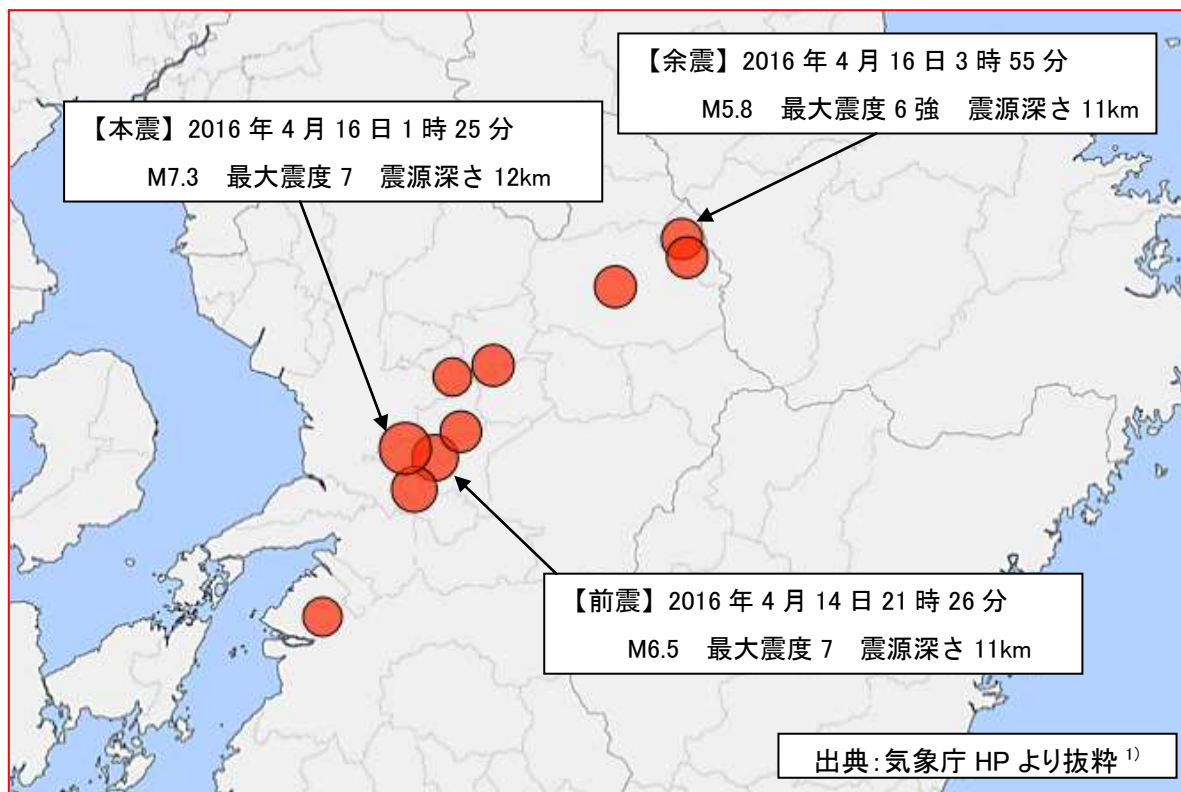


図-1 震度5強以上の震央位置(円の大きさは、震度程度を示す)

## 2. 地震概要

### (1) 地震発生日時および余震回数

2016年4月14日21時26分に益城町を震央とする前震発生後、連続して発生した熊本県の内陸部で発生した『平成28年(2016年)熊本地震』は、本震として2016年4月16日1時25分に前震に隣接する形で発生した。本震では、大分県別府において震度6弱を観測するなど、広い範囲において震度6弱を観測した。一連の地震は、直下型の大型地震でその強い揺れは、熊本、大分、福岡、佐賀、長崎の5県にまたがり、震度7～震度5強を記録している。  
(表-1)

表-1 地震発生履歴と震度の整理(最大震度5強以上)

	地震の発生日時	震央地名	緯度	経度	深さ	M	最大震度
1	2016/4/14 21:26	熊本県熊本地方	32° 44.5' N	130° 48.5' E	11km	M6.5	7
2	2016/4/14 22:07	熊本県熊本地方	32° 46.5' N	130° 50.9' E	8km	M5.8	6弱
3	2016/4/15 0:03	熊本県熊本地方	32° 42.0' N	130° 46.6' E	7km	M6.4	6強
4	2016/4/16 1:25	熊本県熊本地方	32° 45.2' N	130° 45.7' E	12km	M7.3	7
5	2016/4/16 1:45	熊本県熊本地方	32° 51.7' N	130° 53.9' E	11km	M5.9	6弱
6	2016/4/16 3:03	熊本県阿蘇地方	32° 57.8' N	131° 05.2' E	7km	M5.9	5強
7	2016/4/16 3:55	熊本県阿蘇地方	33° 01.5' N	131° 11.4' E	11km	M5.8	6強
8	2016/4/16 9:48	熊本県熊本地方	32° 50.8' N	130° 50.1' E	16km	M5.4	6弱
9	2016/4/18 20:41	熊本県阿蘇地方	33° 00.1' N	131° 11.9' E	9km	M5.8	5強
10	2016/4/19 17:52	熊本県熊本地方	32° 32.1' N	130° 38.1' E	10km	M5.5	5強

出典:気象庁 HP より抜粋<sup>1)</sup>

### (2) 地震加速度

K-NET・KiK-net で記録された最大加速度は KMMH16(KiK-net 益城)観測点の1580gal(三成分合成値)で今回の一連の地震で観測された地震の最大加速度を気象庁、防災科学技術研究所のそれぞれの観測網別に下記に示す。

①:気象庁の強震データ観測網における震源に最も近い最大加速度

【本震】熊本西区春日:677.5ガル(3成分合成)

②:気象庁の強震データ観測網における最大加速度

【本震】別府市鶴見:1155ガル(3成分合成)

③防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET, KiK-net)における最大加速度

【前震】益城観測点(熊本県益城町 KiK-net(KMMH16))::1580ガル(3成分合成)

【本震】益城観測点(熊本県益城町 KiK-net(KMMH16))::1362ガル(3成分合成)

※③における観測点の最大加速度を、表-2で示す。

(3) 地震発生位置とメカニズム

今回の一連の地震は、南北方向に張力軸を有する断層のずれ(横ずれ断層型)による内陸地殻内地震とされ、この地震を発生させた断層は、布田川断層帯と日奈久断層帯の複数の断層で発生している。余震も含めた震源は、広範囲に及ぶが、本震、前震は両断層帯の交点にあたる益城町近傍に位置している。(図-2)

今回の地震発生の断層は、国土地理院の衛生画像解析によると、布田川断層帯の南側で隆起、北側で沈降が起きたとみられ、水平方向では断層の方向に沿って、地表面に 2m に及ぶ『地表面亀裂』が確認されている。



図-2 地震発生付近の断層分布と震央位置

## (4) 地震動の大きさについて

本震で震度 5 以上を記録したデータを集計したものを表-2 に示す。

**表-2 本震で震度 5 以上を記録した強震度記録<sup>2)</sup>**

観測点	経度(deg)	緯度(deg)	最大加速度 (gal)	計測震度	震度階
益城	130.82	32.797	1362	6.5	7
宇土	130.658	32.688	882	6.2	6+
熊本	130.777	32.793	843	6	6+
矢部	130.986	32.686	831	5.7	6-
菊池	130.83	32.998	800	6.1	6+
砥用	130.865	32.617	778	5.6	6-
湯布院	131.344	33.257	723	6	6-
小国	131.063	33.122	687	5.5	5+
大津	130.877	32.876	669	5.7	6+
豊野	130.752	32.635	612	5.8	6+
九重	131.212	33.284	598	5.5	5+
高森	131.123	32.827	451	5.3	5+
一の宮	131.121	32.932	403	5.5	6-
鹿北	130.695	33.109	252	4.5	5-
泉	130.905	32.49	246	5	5-
小国	131.069	33.121	238	5.1	5-
玉名	130.548	32.934	234	5	6-
高千穂	131.309	32.705	227	4.8	5+
柳川	130.405	33.163	222	5	5+
北川	131.683	32.698	219	4.6	5-
人吉	130.737	32.205	218	4.6	5-
八代	130.602	32.508	210	5.2	6-
山鹿	130.685	33.019	206	4.8	5+
椎葉	131.147	32.455	189	4.6	5+
白水	131.101	32.811	180	4.8	5-
八女	130.561	33.225	175	4.6	5-

※最大加速度は三成分合成値を示す。

※地震データは、K-NET, KiK-net より引用致しました。<sup>3)</sup>

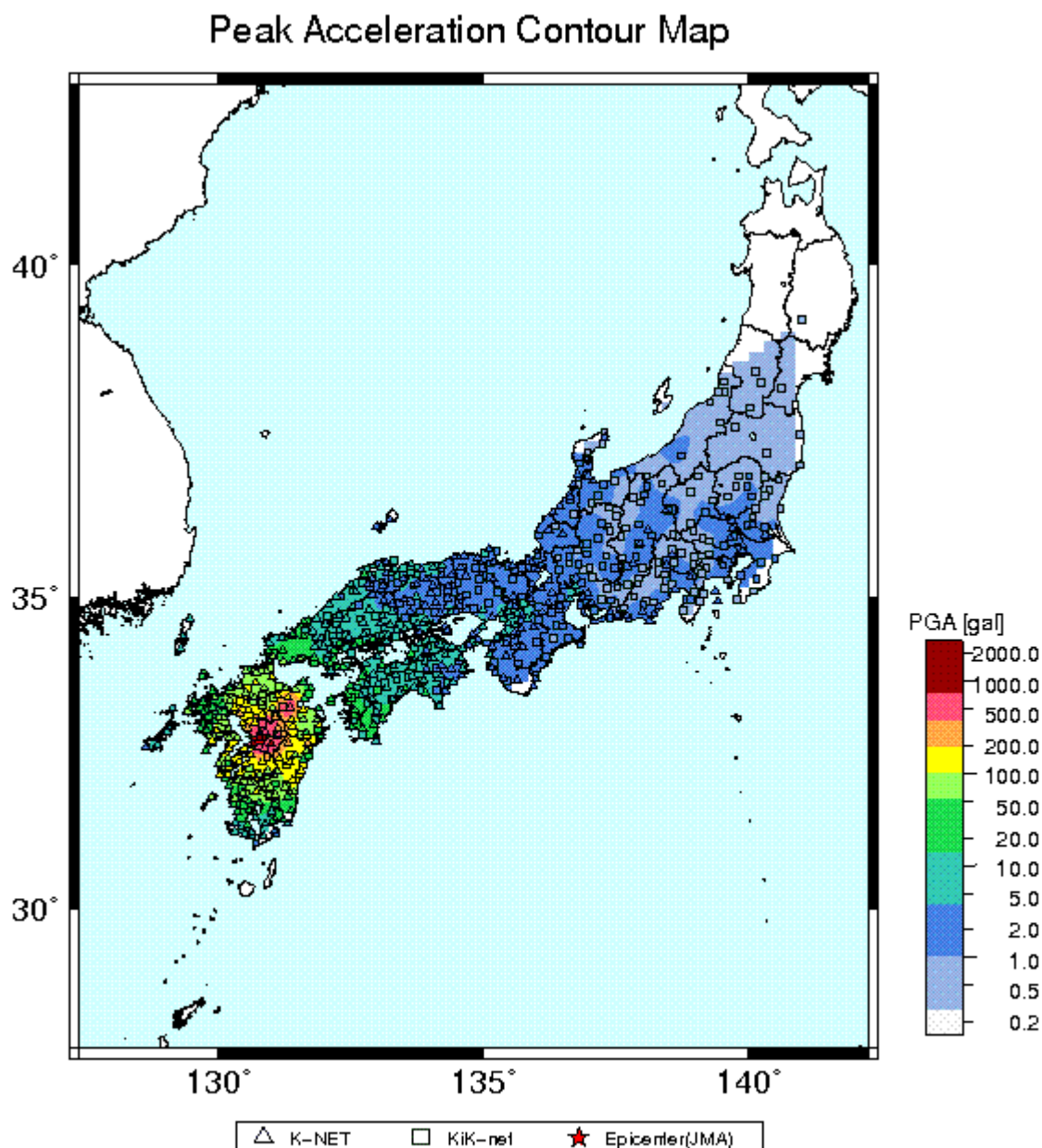
前震で震度 5 以上を記録したデータを集計したものを表-3 に示す。

**表-3 前震で震度 5 以上を記録した強震度記録**

観測点	経度 (deg)	緯度 (deg)	最大加速度 (gal)	計測震度	震度階
益城	130.82	32.797	1580	6.4	7
矢部	130.986	32.686	669	5.3	5-
熊本	130.777	32.793	604	5.9	6-
砥用	130.865	32.617	491	5.2	5-
豊野	130.752	32.635	357	5.4	6-
宇土	130.658	32.688	339	5.5	5+
大津	130.877	32.876	236	4.8	5+
高森	131.123	32.827	215	4.5	5-
三角	130.558	32.623	173	4.4	5-
菊池	130.83	32.998	172	4.4	5+
八代	130.602	32.508	165	4.6	5-

※最大加速度は三成分合成値を示す。

※地震データは、K-NET, KiK-net より引用致しました。<sup>3)</sup>



2016/04/16-01:25 32.753N 130.762E 12km M7.3

**図-3 本震の地表最大加速度(SI)の分布地図**

※ (国研) 防災科学技術研究所データより引用<sup>3)</sup>

今回の地震を過去の大型地震と比較すると、同じ内陸地殻内地震である平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震の最大加速度=1816.5gal(衣川)、地表面速度=100.1kine(一関)に対し、今回の地震は最大加速度=1580gal(益城町)、地表面速度=182kine(益城)の地表面速度記録していることから、地震の規模としては、平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震に匹敵する規模であったといえる。地震発生回数も図-4に示す様に本震発生後、極端に増加し、既往の大型地震の回数を上回る回数を記録している。



大型地震が連続して断層帯に沿って発生した状況や震度 5 以上の余震発生履歴, 発生回数を考慮すると, 現地の地盤・盛土ならびに構造物にとっては非常に過酷な状況であったことが想定される。

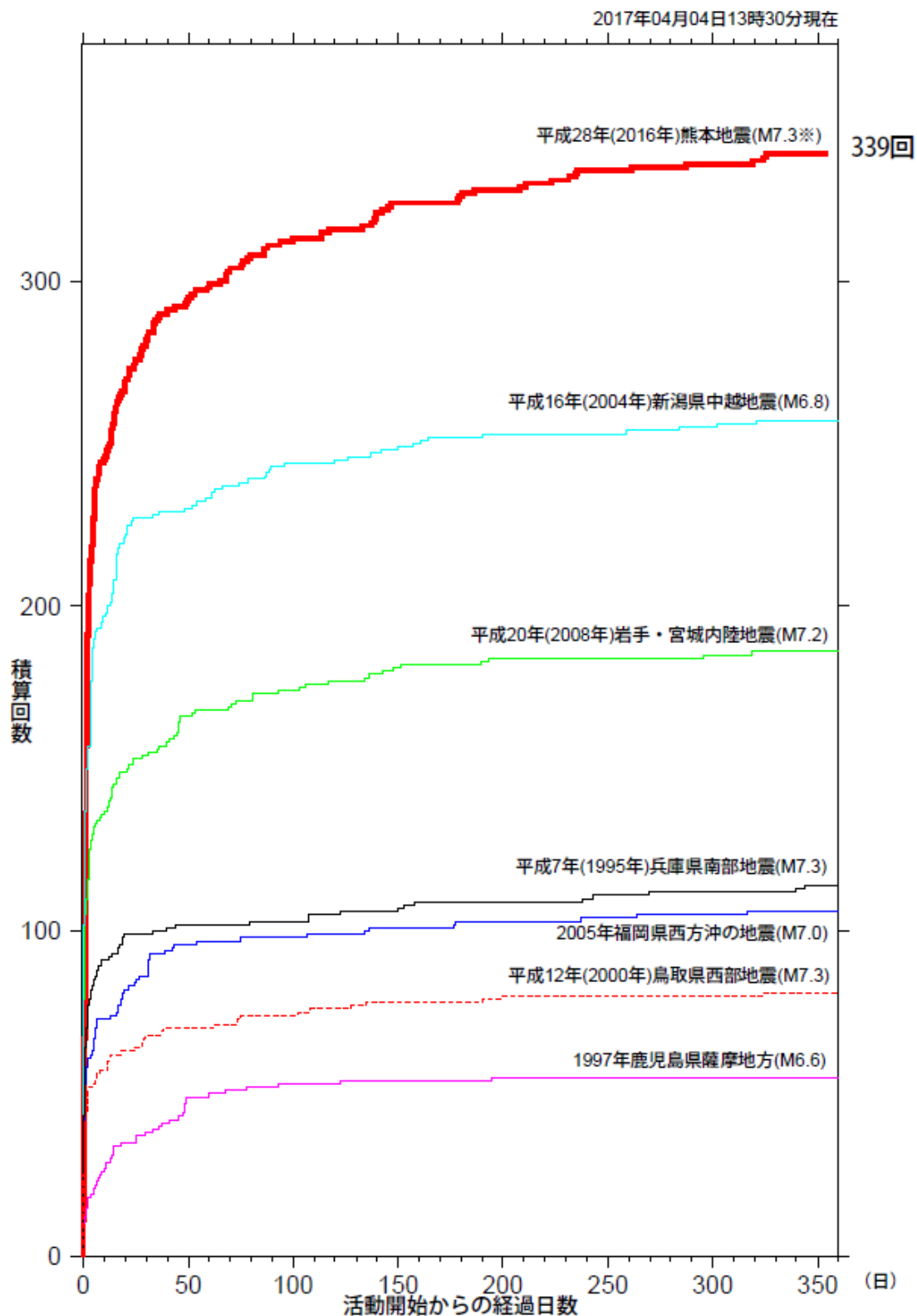


図-4 過去の内陸及び沿岸で発生した主な地震の地震回数比較

※気象庁報道発表資料より抜粋<sup>1)</sup>

(5) 熊本地震被害状況<sup>5)</sup>

① 高速道路

九州自動車道:(嘉島 JCT~益城熊本空港)の一部区間で片側交互通行。

大分自動車道:(湯布院 IC~日出 JCT)の一部区間で片側交互通行。

② 主要幹線道路

国道は 57 号, 325 号, 445 号, 212 号, 442 号, 地方道の多数箇所で行き止まり, もしくは片側交互通行。

③ 鉄道

JR 九州豊肥線: 赤水駅~立野駅間土砂流入により一部区間運休。

南阿蘇鉄道高森線: 7 月末より中松駅~高森駅間の一部間で運転再開。

④ 土砂災害

平成 28 年 8 月で確認されている土砂災害は, 地すべり 10 箇所, 崖崩れ 123 箇所, 土石流等 57 箇所の計 190 箇所が発生。ほとんどが熊本県, 大分県で集中している。中でも阿蘇大橋地区では土石流等, 火の鳥温泉地区や高野台地区は広範囲にわたって地すべりが発生し, 大きな被害を出している。

### 3. 調査の目的と概要

(1) 調査の目的

調査の目的は, 現地テールアルメの本体ならびに周辺の被災状況を把握し, 次の行動に向けた判断材料を得ることが最大の目的である。また, 調査結果は, 調査後の被災構造物の安定性評価を検討する際の基礎資料に活用すると共に, 補強土(テールアルメ)壁工法の耐震性能を評価するための研究にも活用する。

(2) 調査概要

① 調査箇所

熊本県, 大分県の 2 県内に存在する日本テールアルメ協会の製品施工実績件数 2,096 件中, 被害の出ている可能性のあるエリア(調査対象: 震度 5 強以上の範囲を中心)の壁について調査を行った。

烈震地域(震度 6 弱以上 6 強以下)には, 高規格道路や当時の農用地整備公団による広域農道への採用が多く存在する。ただし, 立地個所が不明であるものや, 交通規制で現地入り不可能なものもあり, 現段階で 395

件について現地調査を実施した(表-4, 5)。

表-4 調査対象の用途, 立地条件別集計

調査対象の壁種別		壁数	断面形状		震源からの距離 (km)			
			路肩	土羽	～10	10～20	20～30	30～
直壁	メタルスキン	—	—	—	66	72	22	235
	コンクリートスキン(18cm厚さ)	120	58	62	盛土体の構造・特徴			
	コンクリートスキン(14cm厚さ)	216	109	107	単段	多段	架台	両面
	コンクリートスキン(10～18cm厚さ)	3	2	1	374	21	8	56
	ミニテールアルメ	7	7	0	水辺	長大法面	橋台	
	カラーウォール	20	11	9	11	4	121	
斜壁	テラトレール	—	—	—	壁高 (m)			
	テラヴェール F2	29	5	24	0≤H<5	5≤H<10	10≤H<15	15≤H
合計		395	192	203	72	260	60	3

表-5 県別調査対象件数と調査進捗

県名	調査対象件数	調査件数
熊本県	500	287
大分県	234	108
合計	734	395

※件数は、2017年6月21日現在の件数を示す。

表-6 調査一覧表(熊本県)

番号	震度	震央(本震)からの距離(km)	施工年月	壁面材タイプ	壁面積(m <sup>2</sup> )	壁高(m)
J-1	6+	15	1982/03	タイプ1	131.0	3.00
J-2	6+	15	1985/03	タイプ1	66.0	2.25
J-3	6+	15	1983/03	タイプ1	360.0	6.75
J-4	6-	20	1988/02	タイプ1	151.0	6.00
J-5	6+	10	1989/01	タイプ1	545.0	9.75
J-6	7	10	1989/03	タイプ1	140.0	6.00
J-7	6+	25	1989/03	タイプ1	278.0	8.25
J-8	6-	20	1989/04	タイプ1	379.0	9.00
J-9	6-	20	1990/05	タイプ1	60.0	6.75
J-10	6+	5	1990/07	ミニテールアルメ	126.0	3.50
J-11	6+	10	1990/12	ミニテールアルメ	199.0	3.50
J-12	6+	10	1991/01	ミニテールアルメ	216.0	4.50
J-13	6+	20	1991/03	タイプ1	482.0	10.50
J-14	6+	20	1991/08	タイプ1	2,021.0	10.50
J-15	6+	5	1991/11	タイプ1	191.0	3.00
J-16	6+	15	1992/03	タイプ1	400.0	8.25
J-17	6+	20	1992/08	タイプ1	519.0	8.25
J-18	6+	15	1992/08	タイプ1	80.0	4.50
J-19	6+	15	1992/08	タイプ1	345.0	6.75
J-20	6+	15	1993/10	タイプ1	389.0	4.50
J-21	6+	20	1993/11	タイプ1	554.0	4.50
J-22	6+	15	1994/02	タイプ1	938.0	9.00
J-23	6+	20	1994/07	タイプ1	289.0	6.00
J-24	6+	20	1994/08	タイプ1	292.0	6.75
J-25	6+	20	1994/09	タイプ1	339.0	4.50
J-26	6+	20	1994/09	タイプ1	183.0	5.25
J-27	6-	25	1995/01	タイプ1	854.0	8.25
J-28	6+	10	1995/08	タイプ1	248.0	5.25
J-29	6+	10	1995/08	タイプ1	248.0	5.25
J-30	6+	25	1996/02	タイプ1	453.0	7.50
J-31	6+	25	1996/12	タイプ1	162.0	5.25
J-32	6+	10	1996/03	タイプ1	692.0	6.75
J-33	6+	10	1996/03	タイプ1	692.0	6.75
J-34	6+	10	1996/03	タイプ1	215.0	5.25
J-35	6+	10	1996/03	タイプ1	218.0	5.25
J-36	6-	20	1996/04	タイプ1	288.0	6.75
J-37	6-	15	1996/05	タイプ1	79.0	6.00
J-38	7	5	1996/09	ミニテールアルメ	100.0	2.50
J-39	6-	20	1996/10	タイプ1	302.0	7.50
J-40	6-	20	1997/02	タイプ1	554.0	12.00
J-41	6+	15	1996/10	ミニテールアルメ	247.0	4.50
J-42	5+	35	1996/11	タイプ1	344.0	6.00
J-43	7	10	1997/02	タイプ1	120.0	6.75
J-44	7	10	1997/02	タイプ1	68.0	6.00
J-45	5+	35	1997/11	タイプ1	154.0	6.75
J-46	5+	35	1997/11	タイプ1	119.8	3.00
J-47	5+	35	1997/11	タイプ1	454.3	10.50
J-48	5+	35	1997/11	タイプ1	776.1	7.50
J-49	5+	35	1998/02	タイプ1	94.1	7.50
J-50	5+	35	1998/03	タイプ1	156.2	6.75
J-51	5+	35	1998/06	タイプ1	106.5	6.00
J-52	5+	35	1998/09	タイプ1	62.1	3.75
J-53	5+	35	1999/02	タイプ1	204.2	6.75
J-54	5+	35	1999/01	タイプ1	156.5	7.50
J-55	6-	20	1999/02	タイプ1	89.5	6.75
J-56	5+	20	1999/06	タイプ1	892.4	14.23
J-57	5+	20	1999/09	タイプ1	78.4	4.48
J-58	6+	10	1999/11	タイプII	248.8	2.25
J-59	5+	35	1999/11	タイプIII	727.3	8.23
J-60	5+	35	2000/02	タイプIII	458.0	11.23
J-61	5+	35	1999/11	タイプII	107.8	6.75
J-62	5+	35	1999/11	タイプII	90.1	7.50
J-63	5+	35	2000/01	タイプI	223.4	9.75
J-64	5+	35	2000/01	タイプII	413.3	9.00
J-65	6+	5	2000/07	タイプII	83.6	6.00
J-66	6+	5	2000/07	タイプII	106.0	6.00
J-67	6-	30	2000/09	タイプII	258.2	11.25
J-68	6-	35	2001/02	タイプI	553.1	11.25
J-69	5+	35	2001/09	タイプI	83.5	8.25
J-70	6-	30	2001/12	タイプII	683.8	11.25
J-71	6-	30	2002/02	タイプII	336.7	10.50
J-72	7	10	2003/01	タイプII	68.6	6.75
J-73	7	10	2003/01	タイプII	78.8	6.75
J-74	6+	25	2003/01	タイプII	396.9	9.00
J-75	5+	45	2003/02	タイプII	111.6	6.75
J-76	6-	50	2003/11	タイプII	578.6	6.73
J-77	6-	30	2005/03	ミニテール	52.4	3.00
J-78	6-	30	2005/03	アルメ		
J-79	6+	10	2005/03	タイプII	427.7	10.48
J-80	5+	55	2005/10	タイプII	323.3	10.48
J-81	5+	55	2006/08	タイプII	220.9	6.00
J-82	5+	55	2008/05	緑化テールアルメ	151.5	6.80
J-83	5+	55	2008/05	緑化テールアルメ	97.3	6.80
J-84	5+	55	2008/05	緑化テールアルメ	51.3	6.03
J-85	5+	55	2008/05	緑化テールアルメ	197.2	9.48
J-86	5+	55	2008/05	タイプII	260.6	8.23
J-87	5+	55	2008/05	タイプII	137.5	7.48
J-88	5+	55	2008/05	タイプII	91.1	6.73
J-89	5+	55	2010/12	タイプII	112.4	10.48
J-90	5+	55	2010/12	タイプII	91.1	11.23
J-91	5+	55	2010/12	タイプII	96.6	7.48
J-92	6-	20	2008/06	緑化テールアルメ	76.3	4.80
J-93	6-	20	2009/05	タイプII	54.5	5.25
J-94	6-	20	2009/05	タイプII	68.6	5.25
J-95	6-	10	2009/11	タイプII	514.3	16.50
J-96	6+	25	2010/04	スーパーテールアルメ	62.2	7.18
J-97	6+	25	2010/04	タイプII	187.2	6.75
J-98	5+	40	2010/04	タイプII	123.1	4.48
J-99	5+	35	2010/04	タイプII	100.7	3.73
J-100	6+	10	2010/12	スーパーテールアルメ	160.7	3.40
J-101	6+	10	2010/12	スーパーテールアルメ	28.8	4.80
J-102	6+	10	2010/12	スーパーテールアルメ	34.7	4.80
J-103	6-	10	2010/12	タイプII	128.1	5.98
J-104	5+	60	2010/12	タイプII	140.5	7.50
J-105	5+	60	2010/12	タイプII	343.1	6.75
J-106	6+	5	2011/08	タイプII	70.5	7.48
J-107	6+	5	2011/08	タイプII	81.7	7.48
J-108	6+	5	2013/04	タイプII	72.8	8.23
J-109	6+	5	2013/04	タイプII	117.7	8.23
J-110	6+	10	2012/01	スーパーテールアルメ	48.2	5.98
J-111	6+	10	2012/05	タイプII	359.5	6.73
J-112	6-	10	2012/05	タイプII	55.0	5.98
J-113	5+	40	2012/05	タイプII	83.9	3.73
J-114	5+	35	2012/10	スーパーテールアルメ	92.4	5.38
J-115	5+	35	2012/10	スーパーテールアルメ	85.4	4.78
J-116	5+	35	2013/04	スーパーテールアルメ	52.8	3.58
J-117	6-	20	2013/04	スーパーテールアルメ	133.3	9.58
J-118	5+	30	2013/04	タイプII	24.2	5.25
J-119	5+	30	2013/04	タイプII	38.4	5.25
J-120	5+	55	2013/06	タイプII	154.1	8.00
J-121	5+	55	2015/08	タイプII	401.5	12.73
J-122	6+	5	2014/01	タイプII	45.8	5.70
J-123	6+	5	2014/01	タイプII	53.1	5.70
J-124	6+	5	2014/01	カラーウォール	35.3	6.00
J-125	6+	5	2014/01	カラーウォール	27.8	5.60
J-126	6+	5	2014/01	タイプII	37.7	3.90
J-127	6+	5	2014/01	タイプII	37.7	5.23
J-128	6+	5	2014/01	スーパーテールアルメ	386.2	5.98
J-129	6+	5	2014/01	スーパーテールアルメ	67.6	5.38
J-130	6-	10	2014/05	タイプII	84.4	8.00
J-131	6+	5	2014/05	スーパーテールアルメ	79.1	4.18
J-132	6+	20	2014/08	タイプII	475.0	10.48
J-133	6+	15	2014/08	スーパーテールアルメ	643.3	7.20
J-134	6+	20	2014/08	タイプII	134.7	8.98
J-135	6-	15	2015/03	スーパーテールアルメ	75.7	4.18
J-136	5+	60	2015/03	タイプII	80.8	6.00
J-137	6+	10	2015/03	スーパー	85.0	7.18

資料 17【小委員会資料 4-②】

番号	震度	震央(本震)からの距離(km)	施工年月	壁面材タイプ	壁面積(m <sup>2</sup> )	壁高(m)
				テールアルメ		
J-138	6+	10	2015/03	スーパー テールアルメ	108.0	7.78
J-139	6-	10	2015/03	タイプⅡ	50.6	7.50
J-140	6-	65	2007/08	タイプⅡ	54.0	5.25
J-141	6+	15	2015/08	スーパー テールアルメ	85.4	5.98
J-142	6+	15	2015/08	スーパー テールアルメ	169.4	7.18
J-143	6-	15	2015/08	スーパー テールアルメ	47.9	5.38
J-144	6-	15	2015/08	スーパー テールアルメ	161.3	6.58
J-145	6-	20	2016/04	タイプⅡ	77.3	6.00
J-146	6-	35	2016/04	緑化テール アルメ	57.0	7.01
J-147	5+	50	2002/11	タイプⅡ	156.7	6.75
J-148	5+	50	2002/11	タイプⅡ	153.2	10.50
J-225	6+	30	2009/05	スーパー テールアルメ	68.5	3.58
J-226	6+	25	2014/08	タイプⅡ	248.0	7.48
J-227	6+	25	1995/08	タイプⅠ	513.0	6.00

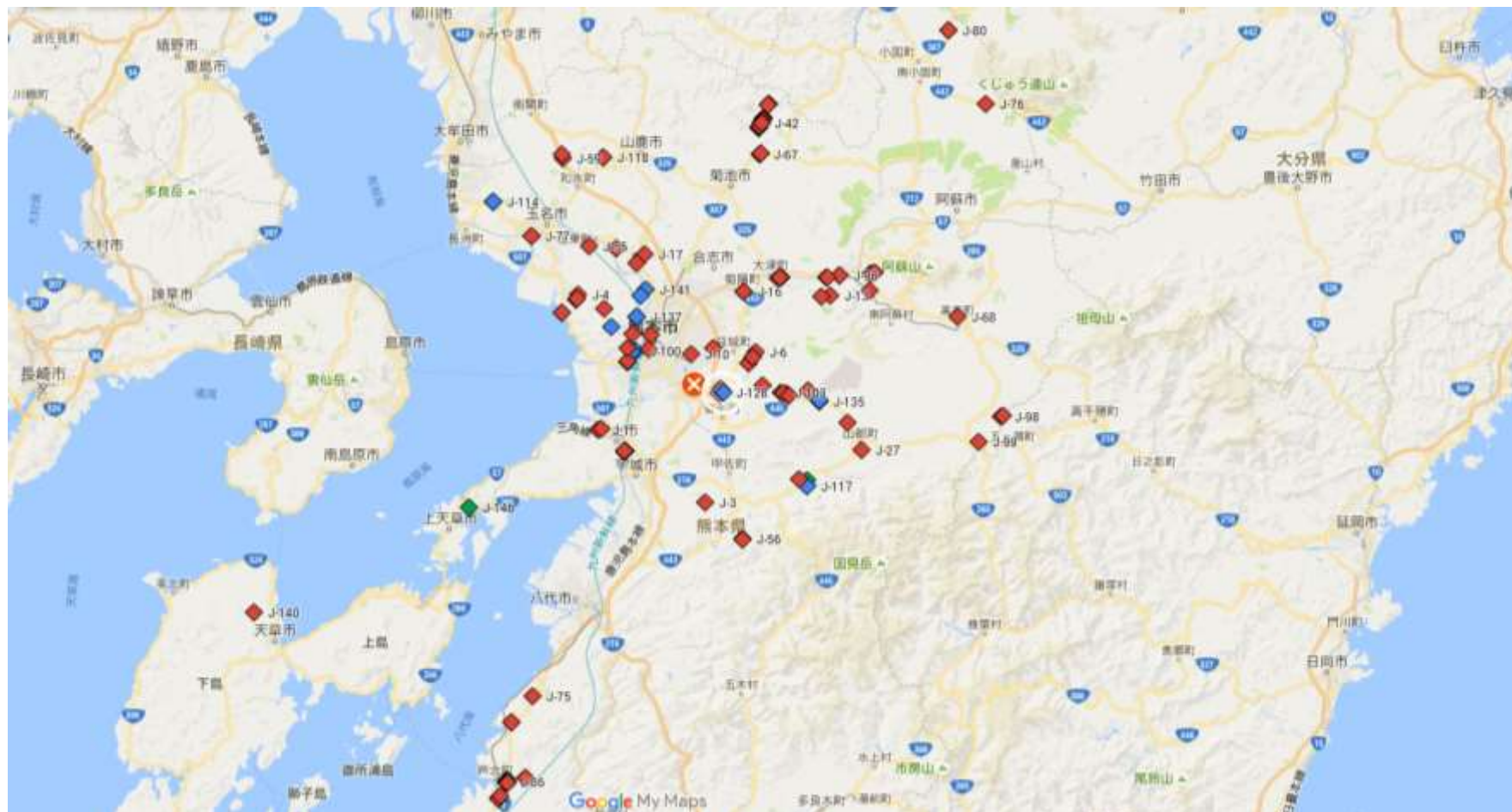


図-5 調査位置図(熊本県)

表-7 調査一覧表(大分県)

番号	震度	震央(本震)からの距離(km)	施工年月	壁面材タイプ	壁面積(m <sup>2</sup> )	壁高(m)
J-149	5+	75	1982/03	タイプⅠ	391.0	9.75
J-150	5+	65	1994/06	タイプⅠ	487.0	9.00
J-151	5+	65	1994/08	タイプⅠ	87.0	6.00
J-152	5+	70	1995/01	タイプⅠ	738.0	12.00
J-153	6-	75	1995/04	カラーウォール	220.0	7.00
J-154	5+	60	1995/12	タイプⅠ	288.0	11.25
J-155	6-	55	1996/03	タイプⅠ	82.0	4.50
J-156	5+	70	1997/02	タイプⅠ	474.0	3.75
J-157	5+	90	1997/04	タイプⅠ	494.0	7.50
J-158	6-	55	1997/09	タイプⅠ	350.0	7.50
J-159	5+	75	1997/09	タイプⅠ	71.0	4.50
J-160	5+	75	1997/09	タイプⅠ	48.0	4.50
J-161	5+	95	1997/10	タイプⅠ	236.4	7.50
J-162	5+	95	1999/03	タイプⅠ	547.6	6.75
J-163	5+	95	1998/04	タイプⅠ	150.7	6.00
J-164	6-	55	1998/01	タイプⅠ	792.6	6.75
J-165	6-	55	1998/01	タイプⅠ	400.4	6.75
J-166	5+	70	1998/04	タイプⅠ	208.5	3.75
J-167	5+	70	1998/05	タイプⅠ	176.6	4.50
J-168	5+	60	1998/07	タイプⅠ	40.4	3.75
J-169	5+	60	1998/07	タイプⅠ	78.8	6.00
J-170	5+	60	1999/01	タイプⅠ	105.8	7.50
J-171	5+	95	1998/09	タイプⅠ	901.0	13.50
J-172	5+	90	1999/08	タイプⅡ	206.8	6.00
J-173	5+	90	2000/08	タイプⅡ	61.7	1.50
J-174	5+	70	2001/11	タイプⅡ	142.1	3.75
J-175	5+	70	2001/02	緑化テールアルメ	219.7	4.83
J-176	5+	90	2001/02	タイプⅡ	143.8	5.25
J-177	5+	95	2001/08	タイプⅡ	172.9	8.25
J-178	5+	85	2002/03	タイプⅡ	225.3	7.50
J-179	5+	85	2002/05	タイプⅡ	115.8	6.75
J-180	5+	85	2002/08	タイプⅡ	97.0	4.50
J-181	5+	85	2003/04	タイプⅡ	467.6	6.75
J-182	5+	60	2003/10	タイプⅡ	164.4	7.50
J-183	6-	80	2003/11	緑化テールアルメ	1,001.5	14.13
J-184	5+	75	2003/12	タイプⅡ	233.6	7.50
J-185	5+	75	2004/02	タイプⅡ	369.8	10.50
J-186	5+	60	2005/01	タイプⅡ	188.2	7.50
J-187	5+	60	2005/04	タイプⅡ	84.9	6.75
J-188	5+	60	2007/01	スーパーテールアルメ	305.3	4.20
J-189	5+	90	2005/10	タイプⅡ	254.8	12.75
J-190	5+	65	2006/01	タイプⅡ	389.8	8.25
J-191	5+	85	2006/11	タイプⅡ	500.6	14.25
J-192	5+	60	2007/05	タイプⅡ	25.2	5.25
J-193	5+	60	2007/12	緑化テールアルメ	317.4	12.33
J-194	6+	80	2007/12	タイプⅡ	304.6	7.50
J-195	6+	80	2007/12	タイプⅡ	147.0	5.25
J-196	5+	60	2008/01	スーパーテールアルメ	120.5	7.78
J-197	5+	60	2008/01	スーパーテールアルメ	209.4	9.58
J-198	5+	65	2009/04	タイプⅡ	202.0	6.00
J-199	5+	90	2009/05	スーパーテールアルメ	53.3	2.40
J-200	5+	90	2009/11	スーパーテールアルメ	124.1	3.00
J-201	5+	80	2010/04	スーパーテールアルメ	553.3	9.60
J-202	5+	90	2010/11	スーパーテールアルメ	224.6	7.18
J-203	6-	55	2010/11	スーパーテールアルメ	170.3	4.20
J-204	5+	90	2012/01	スーパーテールアルメ	26.7	4.78
J-205	5+	45	2012/01	タイプⅡ	207.9	7.51
J-206	5+	65	2012/05	スーパーテールアルメ	297.8	6.60
J-207	5+	65	2012/05	スーパーテールアルメ	88.8	6.00
J-208	6-	55	2012/05	タイプⅡ	10.6	2.98
J-209	6-	55	2012/05	タイプⅡ	27.0	5.23
J-210	5+	95	2012/10	カラーウォール	48.1	5.79
J-211	5+	95	2012/10	タイプⅡ	637.6	13.50
J-212	5+	90	2012/10	スーパーテールアルメ	838.7	8.21
J-213	5+	90	2014/01	スーパーテールアルメ	327.6	7.20

番号	震度	震央(本震)からの距離(km)	施工年月	壁面材タイプ	壁面積(m <sup>2</sup> )	壁高(m)
J-214	5+	95	2012/10	緑化テールアルメ	185.2	6.44
J-215	5+	95	2013/01	緑化テールアルメ	484.3	7.14
J-216	5+	65	2013/04	スーパーテールアルメ	0.0	1.80
J-217	5+	90	2013/04	スーパーテールアルメ	249.9	5.28
J-218	5+	70	2013/04	スーパーテールアルメ	284.1	8.62
J-219	5+	65	2013/04	スーパーテールアルメ	266.8	6.00
J-220	5+	65	2013/06	スーパーテールアルメ	36.6	6.00
J-221	5+	65	2013/04	スーパーテールアルメ	41.5	4.20
J-222	5+	65	2013/04	スーパーテールアルメ	80.4	7.20
J-223	5+	60	2013/06	スーパーテールアルメ	297.4	9.68
J-224	5+	90	2014/05	スーパーテールアルメ	21.0	5.07

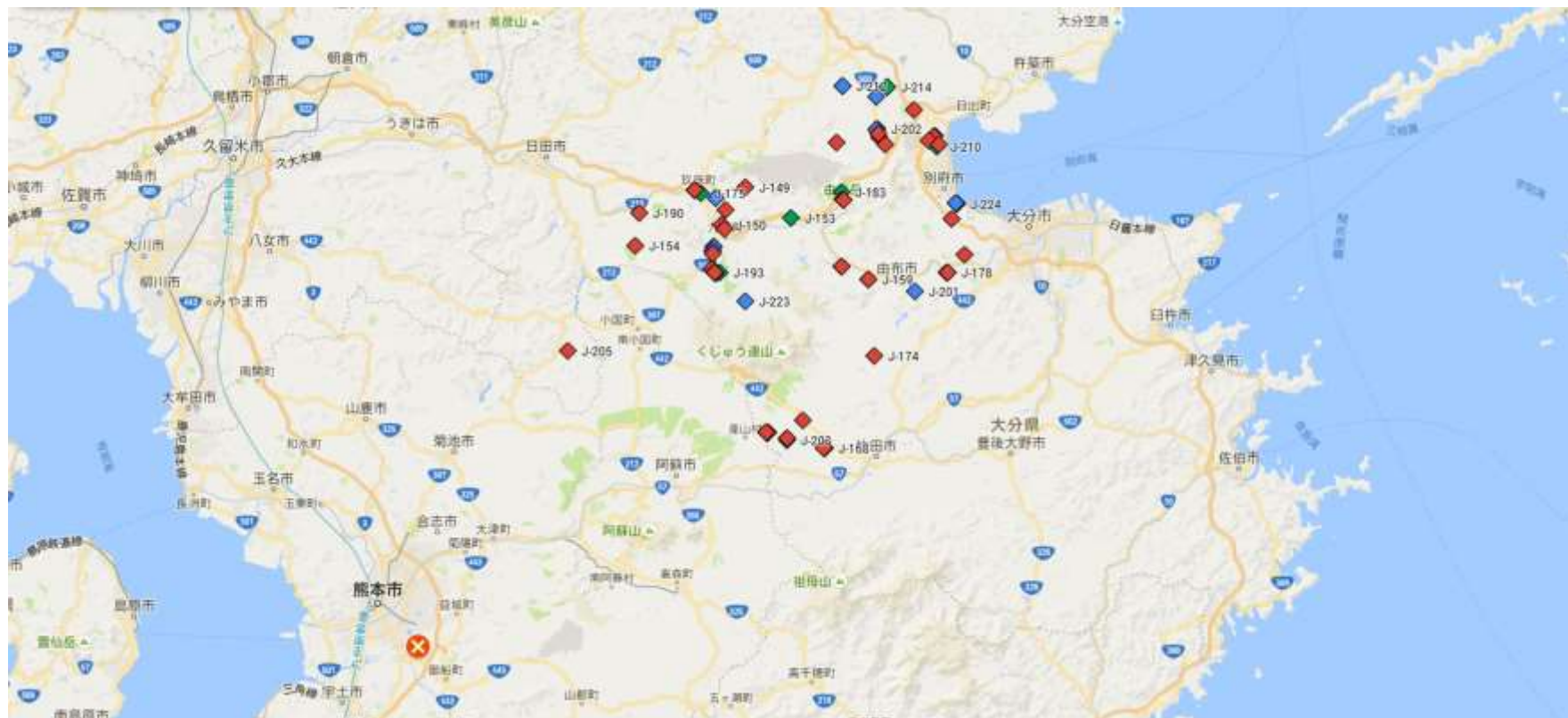


図-6 調査位置図(大分県)





表-9 被災度応急判定表<sup>4)</sup>

被災度応急判定表（補強土(テールアルメ)壁工法)

危険度	損傷ランク	使用条件 【応急時】	壁面材			壁面材の目地開き、段差		土砂の流出		壁面の鉛直度		はらみみ出し		基礎フーチングの変位	
			【壁面部材自体の損傷】			【隣接する壁面材間の鉛直および水平目地の開き・ずれ】		【目地等からの土砂流出の有無】		【壁下端と上端を結んだ線の鉛直度】		【壁下端と上端を結んだ線に対し壁面が撓んだ状態】			
			被災台帳関連項目	8,9,11,12	評価	10	評価	1	評価	5	評価	6	評価	13,14,15,16	評価
赤	VI	使用不可・立ち入り禁止	壁面材が脱落もしくは破壊による鉄筋露出	広範囲で盛土崩壊伴う		—		壁背面に空洞を生じる土砂が大量(1箇所当たり1.0m <sup>3</sup> 以上)に流出		壁高の20%以上		壁高の20%以上		転倒・滑動による破壊	
	V	応急対策、観測、使用制限等の単独又は併用により使用可	壁面材が脱落もしくは破壊による鉄筋露出	広範囲		—		壁前面への土砂流出が1箇所当たり1.0m <sup>3</sup> 未満かつその範囲が広範囲		—		—		段差目違い、クラック等の発生	
黄	IV	併用により使用可	壁面材が脱落もしくは破壊による鉄筋露出	部分的		—		壁前面への土砂流出が1箇所当たり1.0m <sup>3</sup> 未満かつその範囲が部分的		—		—			
	III	経過観測により使用可	角欠け・クラック等	広範囲		施工許容値以上の目地開きが壁面全体にわたる		土砂流出なし		—	あり	広範囲に大きく孕む(平坦性が確保されない)		※今後の擁壁基準参考	
青	II	無条件あるいは経過観測により使用可	角欠け・クラック等	部分的		施工許容値以上の目地開きが部分的に生じる		土砂流出なし		—	あり	部分的に大きく孕む(平坦性が確保)			
	I		なし	なし		目地開き施工許容値以下(ずれ±10mm)		土砂流出なし		壁高の3%もしくは30cm以内	あり	多少の孕み出し		なし	

【損傷ランクについて】

VI : 完全に崩壊または大変形し、構造物としての機能を有していない。  
 V : 比較的に大きな変形・損傷をしたが、構造物としての機能は当面維持可能。  
 IV : 部分的に変形・損傷し安定性は損なわれたが、構造物としての機能は当面可能  
 III : 全体が変形したが、構造物の安定性に大きく影響しない。  
 II : 部分的に変形・損傷したが、構造物の安定性に大きく影響しない。  
 I : 変形・損傷なし。

【使用条件について】

・使用条件は、飽くまでも応急判定時におけるもので、恒久判定ではこの限りではない。  
 ・恒久判定は、その後の観測・調査等の結果や重要度、ライフサイクルコスト等を加味した上で決定すること。

周辺構造物等の状況,他	
総合評価	経過観察の必要性の有無等

注1) 本判定表は、被災直後の応急判定用のものであり、恒久的な判定を想定したものではない。  
 注2) 本判定表は、テールアルメのみを対象としたものであり、その周辺、上部の施設(道路等)については、本表の評価を加味した上で、総合的に評価すること。

補強土(テールアルメ)壁工法と多数アンカー式補強土壁工法を対象に協議された「被災度評価および災害復旧に向けての基本方針等検討委員会(財団法人土木研究センター報告)」

#### 4. 調査結果

##### (1) 調査結果集計

先の被災度応急判定表をもとに集計した調査結果を表-10, 図-7に示す。

表-10 調査結果集計

危険度	損傷ランク	状態	壁数		合計
			熊本	大分	
赤	VI	完全に崩壊または大変形し、構造物としての機能を有していない	3	0	3
黄	V	比較的に大きな変形・損傷をしたが、構造物としての機能は当面維持可能	1	0	1
黄	IV	部分的に変形・損傷し安定性は損なわれたが、構造物としての機能は当面可能	3	1	4
黄	III	全体が変形したが、構造物の安定性に大きく影響しない	2	0	2
青	II	部分的に変形・損傷したが、構造物の安定性に大きく影響しない	16	2	18
青	I	変形・損傷なし	262	105	367
合計			287	108	395

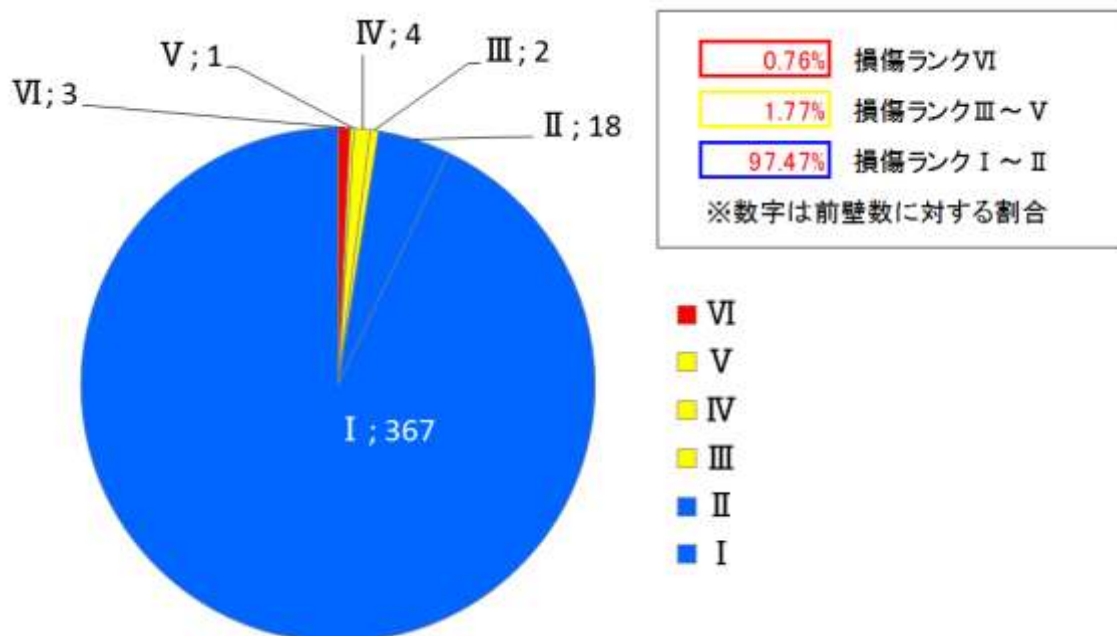


図-7 調査結果集計(熊本県, 大分県, 調査合計件数:395件)

強震地域(震度 5 強)以上の熊本県, 大分県 2 県の調査箇所数 395 壁中, 危険度が「青」で, 「変状や損傷が軽微もしくは無い」と判断される損傷ランク I 又は II が 385 壁, 損傷ランク III が 2 壁, 損傷ランク IV が 4 壁, 損傷ランク V が 1 壁, 完全に崩壊, 大変形をきたし構造物の機能を喪失した損傷ランク VI が 3 壁であった。

熊本県の損傷ランク IV 以上の壁面は全て西南西から東北東に伸びる地震を起こしたとされる断層付近に位置し, 震央より西側の断層の方向の延長線上に位置しており, 断層に沿って揺れの被害が大きくなったと推定できる。(図-8)

損傷ランク VI に判定された施設県道 149 号及び, 県道 299 号, 県道 28 号の補強土壁は, 地震を起こしたとされる『布田川断層』の西端に近接した場所に位置する。損傷ランク V, 損傷ランク IV に該当する壁は, いずれも『布田川断層』南側, 北側の 5km 程度の圏内に位置した。(図-6)変状の状況は, 損傷ランク VI の壁は, 壁面の部分・全体崩壊が見られ, 路体損傷も激しい。

テールアルメ周辺および付帯構造物の変形と損傷状況としては, 断層に沿って, 落橋, 地滑りが顕著に現れ被害規模も大きいことから, 基盤の節理や地盤の方向の影響を受けて揺れが大きく, 断層に沿って揺れが伝わったような所見が見られる。

損傷ランク II のものには, 損傷の形跡が古く, 今回の地震の影響ではないと考えられるもの数壁を含んでいる。

本調査の完了は, 未調査案件として残っていた, 阿蘇大橋直近の立ち入り禁止であった区間の国道沿いの壁体の調査が, 2017 年 6 月の立入許可を受けて実施され, この調査をもって本地震の調査を完了する事となった。

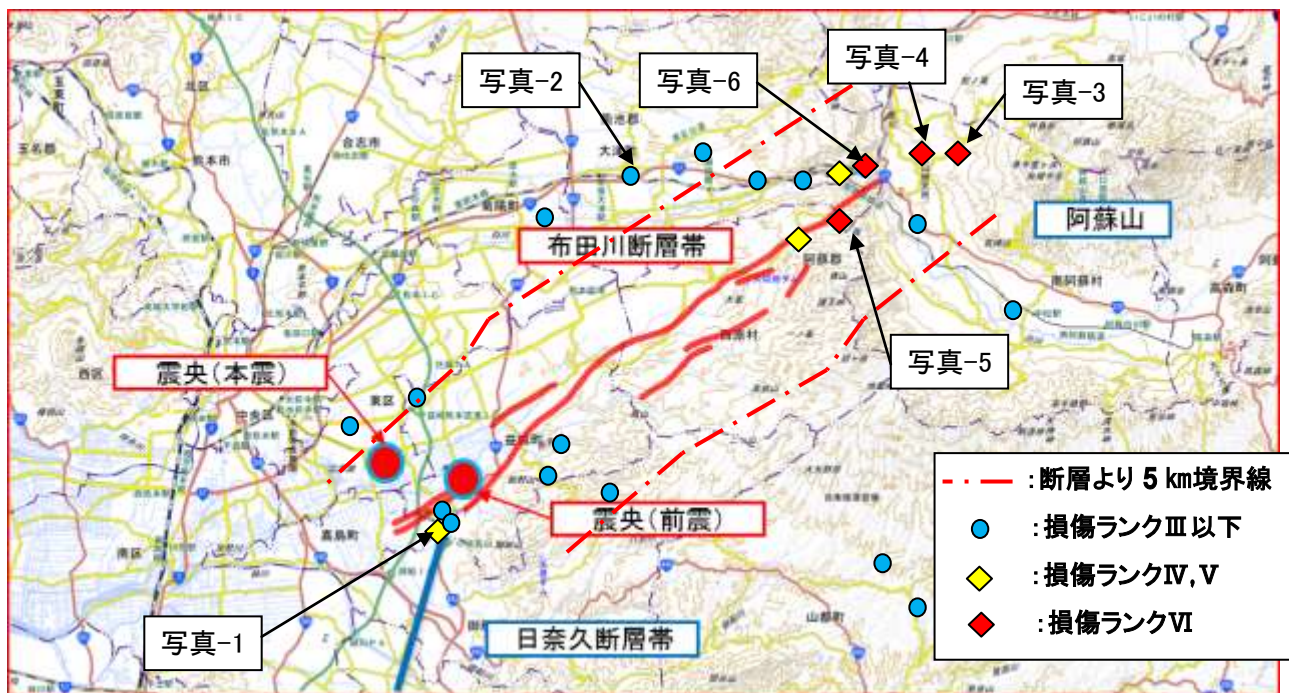


図-8 損傷ランク IV 以上の壁位置

(2) 調査対象および調査状況(抜粋)

① 震央に非常近い事例(震央より 5km 圏内)



写真-1 震央より半径 5km圏内の状況

② 特徴的な構造(橋台等)



写真-2 特徴的な構造(橋台)の状況

③ 損傷ランクⅥ(震央より 30km 圏内, 断層延長上)



写真-3 損傷ランクⅥの状況



写真-4 損傷ランクVIの状況



写真-5 損傷ランクVIの状況

④ 損傷ランクII (震央より30km圏内,立入禁止区間で本年調査実施)



写真-6 損傷ランクIIの状況

⑤ 緑化壁面材(震央より約 95km)



写真-7 緑化壁面材の状況

(3) まとめ

以上、日本国内にテールアルメが導入されて約44年間、数多くの大型地震に見舞われている。しかしながら、これまでの被災調査結果が示すとおり、極めて耐震性に優れた工法であることが実証されている。

今回の地震では、震央からの距離に関係なく地震を引き起こした断層に近い壁面で、比較的大きな変状が確認された。その被害は断層から 5km程度の圏内に位置し、極めて限定的である。また、その後の検証で崩壊に至った壁体は、布田川断層の直上に位置しており、地震の衝撃(縦揺れ)により、崩壊は基礎の損壊、基礎部の他構造物の損壊などによる崩壊の可能性が高い。

その他の烈震動(震度6弱以上6強以下)を受けた壁面においては、今回、調査実施され確認された阿蘇大橋近傍の壁体の様に、橋梁が落橋する規模の地震動によっても直接的に安定性を損なう変状は確認されなかった。

以 上

【参考資料・引用文献】

- 1) 気象庁 HP 発表資料
- 2) 地理院地図及び活断層研究センター公表資料
- 3) (国研)防災科学技術研究所発表資料
- 4) 土木研究センター「被災度評価および災害復旧に向けての基本方針等検討委員会」報告書
- 5) 内閣府 熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について