1961年4月10日第3種郵便物認可
2016年11月1日発行（毎月1回1日発行）
ISSN 0009-5216 建築総合誌協会加盟

建築とまちづくり

No.457

2016
November

11

特集

熊本地震／被害の実態に迫る

短期間に震度7の強震が繰り返された熊本地震では、甚大な建物被害が発生、改めて地震の恐ろしさを見せつけた。多くの家々が崩壊した原因はどこにあるのか、現地をつぶさに見つめた研究者、建築家、技術者などによる実態報告である。本当に有効な耐震方策を探るために、まずは被害を直視した。

【連載開始】
Work & Work
【好評連載中】
建築と街の環境をめぐる四方山話

建築とまちづくり
No.457
2016年11月号

特集
熊本地震／被害の実態に迫る

02 建築と街の環境をめぐる四方山話 — 2 — 暑熱対策・新技術 —冷却ルーバー 成田 健一
04 主張 省エネ法改正を前に、連続断熱をアメリカに学ぶ 大橋 周二
06 多賀 直恒 熊本地震の特性と建築技術者への問題提起
11 北原 昭男 熊本地震による建物被害の状況
17 古川 保 木造住宅の被害の実態 ——壊れた本当の原因は
23 磯田 節子 熊本県宇城市小川町商店街の伝統的町家の被災状況と復興支援
28 萩原 悟 マンション被災の実態 管理組合の復旧への取組について
32 江国 智洋 鹿瀬島 隆之 古川 博 大坪 克也 渋田 あい子 矢野 安希子 新建会員が見た熊本地震
36 新日本再生紀行 〈2〉 秋田県湯沢（下） 三浦 史郎
38 Work & Work 〈1〉 新（あたらし）さんの家 伴 年晶
40 2016建築とまちづくりセミナー inとやま
48 新建のひろば
日本住宅会議——サマーセミナーの報告
愛知支部——古民家再生「春田里の家」完成見学会の報告
新建ちば塾「熊本地震被災地調査報告」
復興支援会議ほか支援活動の記録（2016年8月21日～9月20日）
53 20世紀の建築空間遺産 〈14〉 エコノミスト・ビル 小林 良雄
（表紙・扉写真） 片井 克美

忙中閑

業界事情に振り回される住まい手

黒崎羊二

障がいを持つひとり暮らしのAさんがやっとの思いで建替えたとき、我慢できないことが起りました。

それは、①設計図の雨戸がシャッターとなり、背の低いAさんには開けられないので、設計通りに直す②ブロック塀、階段のひび割れをなくす③従前住宅の除却時に持ち去られた大谷石十枚の返却、といった、一見些細なことでした。

これに対し、施工会社Bは、塀にヘアークラック用のスプレーをしたほか、Aさんの再三の懇願を受付けません。Aさんは自力で、瑕疵是正と損害賠償を求めて提訴しましたが、結果は全面敗訴。この時点で、地域の「何でも相談センター」に問題が持ち込まれました。Aさんは理不尽な出来事を訴えます。

施工者を探せないAさんは役所に頼み、役所の外郭団体からBを紹介され、契約しています。しかし、Aさんの手元にあるのは契約書の表紙だけで、設計図書も見積書も添付されていません。確認申請書は見たこともないといいます。

一連の経過から建設界や法曹界のブラックボックスに閉じ込められた住人の戸惑う姿が見えます。Aさんは設計事務所の存在も知りません。これはAさんの無知による特殊な事件ではなく、「住まいの正義」の問題と思うのですが、その守り手は…

（くろさき・ようじ　新建東京支部　まちづくり研究所）

※掲載記事は「建まち誌2016年11月号」

特集

熊本地震／被害の実態に迫る

熊本県内の住宅等の被害棟数

（平成28年8月31日現在）

市町村名	住家被害 全壊	住家被害 半壊	住家被害 一部破損	非住家被害 公共建物	非住家被害 その他	火災発生数
	棟	棟	棟	棟	棟	件
熊本市	2,438	14,409	84,739	60	83	8
宇土市	114	1,150	5,240	7		
宇城市	517	1,853	4,868			
大津市	125	1,022	2,666	1		1
阿蘇市	118	692	1,331	67		
南阿蘇村	624	684	1,225			
西原村	505	776	1,563			
御船町	379	1,603	2,136			1
嘉島町	272	332	1,848			
益城町	2,714	2,897	4,567	調整中	調整中	1
甲佐町	131	962	1,330			
（県）合計	8,151	29,072	129,624	311	2,195	16

国立研究開発法人　建築研究所「平成28年（2016年）熊本地震建築物被害調査報告」から全壊住家100件以上の市町村を掲載

注1：消防庁災害対策本部公表資料「熊本県熊本地方を震源とする地震（第75報）」（9月2日付）及び熊本県災害対策本部公表資料「平成28（2016）年熊本地震等に係る被害状況について（第170報）」（8月31日付）より作成。

注2：熊本県の住家被害には、6月19日から6月25日に発生した被害のうち熊本地震との関連性が認められたもの（全壊9棟、半壊30棟、一部破損8棟）を含む。また、上記住家被害の他に、分類未確定分の住家被害23棟がある。

今年の4月、熊本県を襲った2度の震度7の地震はインフラや農地にも大きな被害をおよぼしましたが、何といっても地震そのものによる建物被害が甚大でした。

今回の地震は、これまで大地震の発生頻度は相対的に低いとされてきた地域で起こったこと、強震が短期間に続けて起こったことなど、今までない特質があります。とはいえ、またもや大きな建物被害が繰り返されたことで、建築家技術者は新たな課題を背負いこんだことになりました。

これまでも、災害のたびに調査・分析がされ、耐震基準などが改善されてきました。それらは被害を抑える上でどう機能したのか、弱点があるとしたらどこにあるのか。今回も被災状況をしっかり見極める必要があります。

被災後の再建・復興の問題は、あらためて取り上げることとして、本特集では建物被害の実態にフォーカスして迫ります。

特別編集委員：片井克美
特集担当編集委員：高田桂子

熊本地震による建物被害の状況

北原昭男

熊本地震によって、震源断層近傍の益城町では震度七の地震が二回発生し、木造住宅を中心に甚大な被害が発生した。熊本県災害対策本部の発表資料によれば、9月5日現在で、益城町における全壊棟数は一七〇〇棟（益城町住宅総数のおよそ25%）を超えている。一方、断層から少し離れた熊本市や熊本近郊の地域でも震度六強の地震動が発生し、さまざまな建物被害が広範囲にわたって発生した。同じ発表によれば、熊本市における全壊棟数は約一四〇〇棟（熊本市住宅総数のおよそ0.8%）であったが、一部損壊以上の建物は一〇万棟（同33%）を超えている。

本稿では、筆者が撮影した写真を中心に、それぞれの地域に発生した木造建物被害に関して、その概要についてまとめる。

益城町における木造建物の被害

新耐震基準以前は8割が小・中破

2016年5月に建築学会九州支部災害調査委員会を中心として、大きな被害の生じた益城町中心部を対象とした悉皆調査が行われた。2016年8月に開催された建築学会の調査報告会にて発表された速報値は次の通りである。これらの数字を見ると、新耐震基準（1981年）以前の建物は、半数近くの建物は一〇万棟（同33%）を超えている。

建築年		木造棟数（棟）	全壊被害率（%）	無被害率（%）
1981年以前	新耐震基準以前	744	46	5
1981～99年	阪神大震災の被害結果を受けて木造建物の耐震規定が厳格化される前	844	19	20
2000年以降		326	6	61

建築学会の被害調査速報値（益城町中心部：7月31日現在）

壊率は急激に低下しており、耐震性能が向上していることが見て取れる。ただし、1981年以前の建物は建設されてから少なくとも三六年は経過しており、新築時の基準による耐震性能のみならず、腐朽や蟻害などの影響により被害が増大している可能性についても注意する必要がある。

築年と構法による被害の傾向

1981年以前に建てられた建物の被害状況を**写真1、2**に

写真2

写真1

木造住宅の被害の実態

——壊れた本当の原因は

古川 保

熊本地震の直後、木造は地震に弱い、瓦の家は被害が多いなどの情報が多かった。確かに報道は急を要するが、その後冷静な判断が必要だ。益城町や西原村ではほとんどが木造で、瓦屋根が多い。木造が多いから木造の被害が多いのは当たり前だ。比率比較とならなければならない。日本に行った日本人が多かったという見解と同じではないか。

「古い家は弱かった」は間違い

「古い家は弱かった」は間違いである。土壁は古い、漆喰は古い、瓦屋根の家は古い。しかし、古いと家の耐力が弱いと思うのですが、その守り手は…耐震壁の計算のために壁倍率という係数がある。一階の延べ面積に一九という係数を掛けた数値が壁の必要量である。現在では「軽い屋根」の一階の壁量係数は二九なのである。ところが一九八〇年は二〇だった。その一九八〇年以前の木造住宅は、現在の四割の必要耐力で良しとしていたのである。お解りと思うが、家が古かったからではなく、古い基準を採用していたから弱かったのだ。墓石でいえば、古い、新しい関係がない。墓石も瓦屋根も倒れる時は倒れている。

木造の被害が多かったのか？

建築学会は益城町の全棟調査した。益城町では半壊以上が50%、一部損壊も40%だ。81年以降の建物（新耐震基準）では、全壊、倒壊の割合は木造28%。S造21%、RC造は被害率が多くのがない。木造の被害率が多くみえるのは、木造の総数が多いのであって、被害比率に差はない。

各地の仮設住宅で始めは木造仮設住宅は嫌われていたが、今は鉄骨仮設住宅が嫌われ、木造仮設住宅の方が人気が高い。

壁倍率の高い木造は安全か

耐震壁の量を建築基準法の一・五倍にすれば安全だという話がある。本当だろうか。住宅では構造計算をせず、簡便な「壁倍率」計算で耐震壁の量を決める例が多い。

A、B、Cの家を例にしよう。一階はみな一〇〇㎡、二階の面積が一〇〇㎡、五〇㎡、一〇〇㎡で総床面積二の物を使用する。仮設住宅は一〇〇㎡で壁倍率三の場合は三三という係数を用いる。一階が一〇〇㎡なので一〇〇×三三＝三三〇〇となり、一〇〇㎡壁倍率

建物ABC

写真1　墓石

発生するであろう震災に対し多少でもお役に立てればである。

被災マンションの現状調査のために多くのマンションを訪ねた結果、感じたのは次の点である。

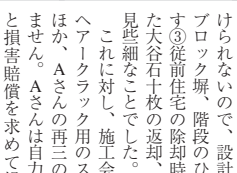
- 経過年数（旧耐震）
- 建物配置（L字型）
- EXP.Jの設置
- 地盤の陥没隆起——傾斜
- エリヤ（断層帯、益城近傍）
- 構造（ピロティ関連）

これらの要件により、被害状況が左右されていると思った。

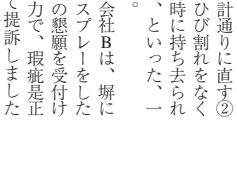
マンション被災の実態

管理組合の復旧への取組について

NPO法人 熊本県マンション管理組合連合会 理事　萩原 悟



4月14日 1回目



4月16日 2回目

熊本市内には約八五〇棟のマンションがあり、市民の二割近くが居住している。今回の地震ではその八割以上が大小何らかの被災を受けた。半壊以上の被災マンションは一〇棟あまりに上る。

熊本地震では戸建ての木造住宅や歴史的な建造物の被害は注目されているが、行政・マスコミともマンションの被災状況はあまり伝えられていないように感じる。

NPO法人熊本県マンション管理組合連合会（以下熊管連）は、平時は会員のマンション管理組合の運営支援や、大規模改修工事についてサポートする役割を行っている。

今回の熊本地震に対しては震災から復旧、復興について積極的に活動している。これらの熊本地震の実態を記して、今後の

熊本市内の分譲マンション　850棟

全壊	大規模半壊	半壊	一部半壊
17棟	22棟	77棟	319棟
2.0%	2.6%	9.1%	37.5%

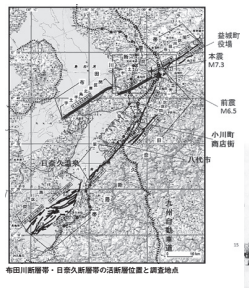
層崩壊したマンション

熊本県宇城市小川町商店街の伝統的町家の被災状況と復興支援

磯田節子

熊本県宇城市小川町商店街について

熊本県宇城市は熊本県のほぼ中央に位置し、人口六万四〇六人（平成28年9月住基台帳）、平成17年に松橋町、不知火町、三角町、小川町、豊野町による平成の大合併で宇城市となった。小川町商店街は、八代海氷川町との境を流れる砂川と東部の山間地に接するように位置する。細川時代には薩摩街道の宿場町として栄えた。現在は干拓により遠ざかっているが、かつては海岸線に近く長崎との交易も盛んだったという。天草の海産物や背後の泉などの集散地として地域経済の中心を担っていた。昭和40年代に行われた通りの拡幅工事にともなう軒切により、ほとんどの商店は前面のファサードを失ったものの、妻入居蔵造りの店舗付き町家が現存しており、かつての町並みを伝えている。



Aマンション・一階柱の損壊

江国智洋
えくに・ともひろ
東京支部

新建の復興支援会議で7月25日に熊本市内のいくつかの被災マンションを巡った中で、Aマンションの報告をします。

このマンションは、築七年の九階建て分譲マンションでした。その一階部分がピロティ形状で、五本ある独立柱のうち四本が水平破断していました。応急危険度判定では、赤紙の「倒壊のおそれあり」となっており、倒壊を防ぐため、支えとなる鉄骨柱を周りに何本か入れて保たせている状態でした。

近寄ってみると、柱の破断の原因は柱の縦方向に入っている主筋が断裂している状態でした。しかも見えている部分だけで六本ほど入っている主筋すべてが断裂し、よく見ると、その主筋が折れたのではなく、継手部分の破断であることがわかります。しかも、破断した箇所の鉄筋部分に付いているコンクリートを見ると、新築工事でコンクリートを流し込んだ時に破断して固まったような形跡も見られます。その真否は今となっては解明が難しいですが、それほど、今回見た継手は脆い印象を受けます。

鉄骨支柱で支えている状況

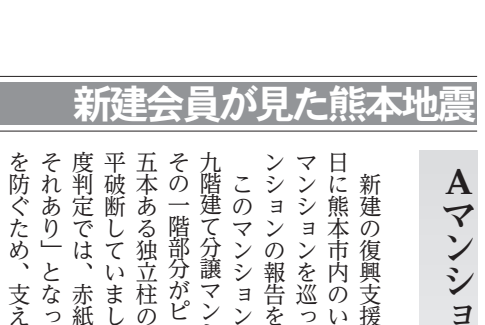
通常このような太い径一九㎜以上の鉄筋の継ぎ手には、多くの場合「ガス圧接継手」が用いられます。ガス圧接継手は、圧力を加えながら、接合部を炎で加熱し、赤熱状態でふくらみを作り接合する方法です。一方、今回の継手は、「溶接継手」という方法で、溶融金属を介して鉄筋母材と一体にする工法です。この継手は、一般的にはあまり使用しない方法で、プレキャストコンクリートのような先組み鉄筋で、ガス圧接継手ができないような場合に使用される継手のようです。今回のこのマンション柱が、プレキャストコンクリート柱のようには見えません。

破断した箇所は、どの柱もGL＋一m程度で、ほぼ同じ高さですべての主筋が継がれていました。建築工事標準仕様書JASS5では、継手は原則として四〇〇ミリ以上ずらすとなっています。このことからも、施工が不十分であることがわかります。

この周辺は、いくつか同規模のマンションが建っています。年代的には築二〇年程度のものから、築一〇年、あるいはもっと新しいマンションもいくつか建っていました。それらのマンションは、このAマンションのような「倒壊のおそれあり」とはなっておらず、損傷程度の被害状況のようです。このことから、Aマンションの地盤が周辺に比べて特別弱かったとも言えそうにありません。状況から判断すると、施工不良が一番大きな要因と考えられそうです。

いずれにせよ、このような被害を受けたマンションは他にも存在していますので、うやむやになって解体されないようにすることが重要と考えます。

1階柱水平方向の亀裂


主筋部分の溶接継ぎ手の破断

木造応急仮設住宅の状況ついて

鹿瀬島隆之
かせじま・たかゆき
福岡支部

東日本大震災の際に機能性や快適性を重視して注目を浴びた木造応急仮設住宅が、今回の熊本地震においては積極的に採用されています。現在、建設されている木造仮設住宅の耐久性は東日本大震災時のものに比べ格段にアップしているとともに、機能性・快適性の面でも確実に進化を遂げていました。

屋根や壁の断熱は、セルローズファイバー充填のデコスドライ工法、外壁には遮熱透湿防水シートのタイベックシルバー、サッシは高性能断熱樹脂サッシを採用してあり、一般的な住宅としても、かなり高性能で断熱性に優れた建材が使用されています。また、内装の床材にも県産材の杉の無垢材や、八代地方特産のイ草を使用するなど、木造ならではの心地良さも兼ね備えていました。復興までの期間が長期化する傾向にある中で、持続的に住むことができる仮設住宅として、一般の住宅と変わらないベタ基礎や板金屋根などを採用し、住み続けるための耐久性も備えた造りになっている点も特徴です。

県内の工務店ネッワークの奮闘と行政の好判断でもありますが、県産材を活用した質の高い仮設住宅を短期間で施工している状況には敬意を評するとともに、今後の住まいの再建と復興対策への一筋の望みを感じました。

ベタ基礎による木造仮設住宅

深い玄関軒下と洗濯機置場

スロープを設けた玄関タイプもある

西原村はプレハブ仮設と混在

「みんなの家」が木造で作られている

応急木造仮設住宅に思う

古川博
ふるかわ・ひろし
福岡支部

宇城市と西原村の応急木造仮設住宅を見学した。前者は一四戸の仮設住宅。西原村は二一六戸で、CLの積層集成材の仮設と木造仮設住宅が半々である。ともに、生活に便利な場所に建設された仮設住宅である。今般の地震で熊本県は、アートポリスのコミッショナーである伊東豊雄氏の指導で、大型仮設団地の住戸配置に雁行の配置を取り入れ、広くとった住戸間にベンチを設けたり、四〇戸ごとに木造の「みんなの家」を設けて、コミュニティに配慮した団地計画がなされた（テクノ仮設団地等）。

今回見学した木造仮設は、在来の鉄骨プレハブの基礎と違い、べた基礎を採用している。コスト的に在来の鉄骨造の四五〇万円に比較し、六〇〇万円ということで（三Kの二戸一）国は難色を示したが、余震が頻繁に起きていることから、国を説得し実施となっている。また、コストの関係上全体の仮設の15％ではあるが、県産材を使用した木造仮設住宅も造られている。サッシのペアガラス、べた基礎仕様、床下収納庫もある。中には、天井収納庫のある住宅もあり、東日本大震災で、五年経っても二万数千人の方が仮設に住んでおられる実態から、長く住める住戸が選定された。工期は鉄骨仮設と同様一カ月で、施工は地元の業者が施工。二年三カ月たてば、再度仮設申請をすることで住み続けることができる。従来の鉄骨プレハブの基礎は木杭で、床の傷みが多々発生し、三年で自費により手直ししたとの知人の談もあり、木造仮設の将来町営住宅への切り替えも検討の視野にあるようだ。

ただ西原村の木造仮設では身障者を対象に公募されたが、車いすでの使用は考慮されていない。益城町では、10月竣工でバリアフリーの木造仮設が六戸建設されており、他の市町村でも取り組める先例が示された。

なお、熊本では東日本大震災であったような学校の運動場に建てた事例はない。

内陸部の液状化と益城町中心部の地盤

大坪克也
おおつぼ・かつや
福岡支部

今回、内陸部の広範囲にわたって液状化が見られました。実際に噴砂があったところだけでなく、地盤が沈んだというところも多かったようです。埋め立てられ宅地化された旧河道からの噴砂や、地盤沈下のエリアではやや深い位置にある液状化層の存在も耳にしました。阿蘇の火山灰堆積層との関連も指摘されます。実際、いたるところで小さな橋の両端が沈下して、地震直後は交通麻痺の原因となりました。私たちが訪れた5月初め、それらの多くはすでに処置されていましたが、それでも通行には支障があったのです。

布田川断層帯に近い益城町中心部には段差一〇mほどの帯状の緩斜面が走るのですが、古地図によればこれに沿って集落が並びます。その一つが後の益城中心部です。この段差が断層崖によるものか下段を流れる秋津川の河岸段丘崖によるものかは不明ですが、被災地一帯が段差の浸食された軟弱な緩斜面上にあったことは推測されます。

地震で露呈した欠陥

渋田あい子
しぶた・あいこ
福岡支部

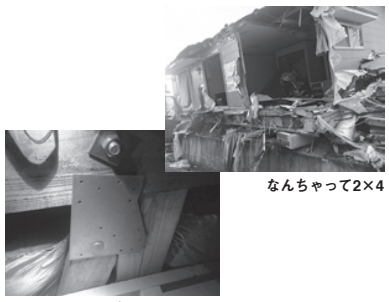
熊本市内の被害は、ひどく瓦の落ちた家があるかと思えば、外観からは無傷に近いものもあり、決して「地盤が悪かったから……」といえないくらい被害状況がバラバラなのです。

私がかかわらせていただいたお住まいは、築一九年、性能保証付き。基本しっかり造ってあるはずとの思いが先に立ちます。小屋裏からだと、外周の筋違は金物にボルト一本だけが飾りのようについており、内部についている筋違は、釘さえ確認できません。それ以前に二階の角柱のうち四本は、一階に柱が存在しないという、ディベロッパーの営業マン主導で作られたプランでした。当の担当者は直後に退職、会社は非を認め改修の協力を約束してくれました。

今回益城でも「なんちゃって2×4」と皆が呼んだ構造用合板も使っていないひどい住宅も目にしました。いつの間にか撤去されたあの住宅の持ち主はどうしているのだろう。

一時期基準法を改正して、水平耐力を現在の一・五倍にするとの話も聞きました。それより、大きいくくりで耐力壁線のようなものを義務化するのはどうだろうかと思います。一階と二階のつながりを考えることのほうが大事な気がします。

これだけの実態が残っていることをチャンスととらえ、解明が進むことを期待したいと思います。


なんちゃって2×4

飾りだけの筋違プレート

熊本益城町のあの日

矢野安希子
やの・あきこ
福岡支部

益城市役所裏手の、上り坂の先にその住宅街があった。傾いた壁、折れたポーチ柱、アプローチの石畳は、盛り上がりと亀裂で、家への進入を拒んでいる。二階屋の割れた窓ガラスからは、垂れ下がるカーテンが風にあおられ、住む人の気配の途絶えた建物群の中で、はためいていた。道路脇の倒れかけた電柱からは、太い電線が低く垂れ下がり、道路をふさいでいる

2016年5月3日、被災後の熊本益城町に始めて足を踏み入れた。

小高い丘状の宅地に建つ家々は、比較的新しい建物も多く、多分に新耐震以降であろうそれらも、同様の傾き、引き抜き、倒壊を免れていない。そんな中で、周囲の状況と明らかに違う住宅が、何の影響もなかった様子でたたずんでいた。土留めを兼ねた鉄筋コンクリートの車庫の上に、モダン和風の住い。

建物は、地盤の上に建っている、という当たり前のことが、改めて実感させられた光景だった。

谷に向かって傾いている

何がこの家を守ったのか

周辺道路の状況

木造住宅の被害の実態
――壊れた本当の原因は

古川保（ふるかわ・たもつ）
すまい塾　古川設計室

熊本地震の直後、木造は地震に弱い、瓦の家は被害が多いなどの情報が多かった。確かに報道は急を要すが、その後冷静な判断が必要だ。益城町や西原村ではほとんどが木造で、瓦屋根が多い。木造が多いから木造の被害が多いのは当たり前だ。比率比較をしなければならない。日本に行ったら日本人が多かったという見解と同じではないか。

「古い家は弱かった」は間違い

「古い家ほど被害が多かった」のは事実である。土壁は古い、漆喰は古い、瓦屋根の家は古い。しかし、古いと家の耐力が弱いと思うのは間違いである。

耐震壁の計算のために壁倍率という係数がある。一階の延べ面積に二九という係数を掛けた数値が壁の必要量である。現在では「軽い屋根」の一階の壁量係数は二九なのである。ところが1980年は二一だった。その前の1960年は一二だった。なんと昔は現在の四割の必要耐力で良しとしていたのである。お解りと思うが、家が古かったからではなく、古い基準を採用していたから弱かったのだ。墓石でいえば、古い、新しいは関係がない。墓石も縦長は倒れているし、横長は倒れていない。

木造の被害が多かったのか？

建築学会は益城町の全棟を調査した。益城町では半壊以上が50％、一部損壊も40％だ。81年以降の建物（新耐震基準）では、全壊、倒壊の割合は木造28％。S造21％。RC造は建物そのものがない。木造の被害が多くみえるのは、木造の総数が多いのであって、被害比率に差はない。

各地の仮設住宅で始めは木造仮設住宅は嫌われていたが、今は鉄骨仮設住宅が嫌われ、木造仮設住宅の方が人気が高い。

壁倍率の高い木造は安全か

耐震壁の量を建築基準法の一・五倍にすれば安全だという話がある。本当だろうか。住宅では構造計算をせず、簡便な「壁倍率」計算で耐震壁の量を決める例が多い。

A、B、Cの家を例にしよう。一階はみな一〇〇㎡で、二階の面積が一〇㎡、五〇㎡、一〇〇㎡とする。使用する耐震壁は一〇〇㎝で壁倍率三の物を使用すると仮定する。瓦仕様の場合は三三という係数を用いる。

A、B、Cともに、一階が一〇〇㎡なので一〇〇×三三＝三三〇〇となり、一〇〇㎝壁倍率三の耐震壁は一一枚必要となる。ところが、家の重さの比率は（A＝一一〇）：（B＝一五〇）：（C－＝二〇〇）と違うのに、必要耐震壁量はA、B、Cすべてが一一枚なのだ。なんとなくおかしい。

新築には使わないが、「耐震診断」という計算法がある。「壁倍率」より、計算が一つ多くなるが、計算結果を枠内に記す。

建築基準法の「壁倍率」と比較すれば、総二階（Cタイプ）の必要数は二〇枚で、一一枚とはあまりに開きが大きい。「壁倍率」の一・二五倍は一四枚で、一・五倍は一七枚となる。つまり「壁倍率」×一・五＝「耐震診断」である。

「壁倍率」は基準法で、「耐震診断」は法律ではない。構造が理由の裁判になれば、法律を守ることが重要なので「耐震診断」より「壁倍率」を重要視する。Cのような家の場合には、耐震壁を一・五倍にすべきだということを知って欲しい。

瓦屋根は地震に弱い？

瓦の被害を施工年でみると、次のようになる。

・1960年までの家は、ほぼ100％瓦の屋根で、90％が被害を受けている。

・2000年までの家は、90％が瓦の屋根で、10％が軽い屋根だ。ともに被害を受けている。

・2000年以降の家は、60％が瓦の屋根で、40％が軽い屋根だ。ともに被害は少ない。

確かに、古い基準で建てた建築は瓦が多く、被害も多かったのだ。しかし、前述したように、建物が古いからではなく、古い基準を採用した家が被害を多く受けたということだ。新しい基準で建てた建築は被害が少なく、瓦屋根の被害も少ない。したがって、「瓦屋根は地震に弱い」ということではない。

別の問題で、建物本体はしっかりしているが、棟瓦が落ちる被害は多くあった。だが、2000年に瓦組合が発表した自主施工基準「瓦施工ガイドライン」による瓦施工法」、このガイドラインに準じた施工の建物の瓦は、ほとんど落下していない。

瓦を見捨てる愚か者

瓦は重いから、地震に弱いと知識者の発言が多くあった。瓦屋根だと確かに5～8％ほど家は重くなり、地震には不利に働く。そのため耐震壁を5～8％多く入れる。屋根が軽かったら、設計者は軽い分耐震壁は減らす。軽い屋根も、重い屋根も地震対策上入れる耐震壁の割合は同じだ。問題は、安全のために耐震壁を余分にいれるか、ギリギリにいれるかの問題だ。

被害を受けた家の屋根を瓦から軽い屋根に変えたいという人は多くいるが、良く考えてほしい。確かに屋根を軽くすれば一割近くは地震に対して有利になるが、減価償却に達してないものを、二〇〇万円の費用を掛けて寿命の短い屋根に変えるのは勿体ない。屋根の瓦は修繕して、壁や建具で耐震壁補強を一割増やした方が安くつき、利口なやりかただ。

修理が効かない鉄筋コンクリート造

天草庁舎、八代庁舎、人吉庁舎、宇土庁舎が建て替える。見るからにズタズタの宇土庁舎の解体は当然と思うが、他の三庁舎はどうだろうか。熊本市内のRC造五階建ての市民病院も被害を受けて建て直しという。凛として建っているのに。五階建ての一階の柱を入れ替えるわけにもいかない。被害が小さくてもRC造は修繕費用が高くつくのだろう。

その点、木造はよい。倒壊しなければ、大体の修復は可能だ。「全壊」とは被害率が50％以上「大規模な半壊」は40％～49％のことだ。理屈でいえば二〇〇〇万円の家の修理費は「全壊」で一〇〇〇万円程度、「大規模な半壊」で八〇〇万円～一〇〇〇万円だ。木造は限りなく修繕は可能だ。しかし、修繕より新築が安いという人がいる。坪二五万円とかの劣悪新築住宅を比較するものではない。建築は材料費と手間である。手間代だけの修繕が高くつくはずがない。

柱の引き抜き

アンカーボルトやホールダウン金物の引きちぎれが報道され、もっと強いボルトにすべきと思っている人が多いのではないだろうか。耐震壁であるが筋違い地震力を受けと、地震力の三倍が柱の引き抜きとなる。しかし、引っ張り力の反対には圧縮が発生している。筋違いの頭に大きな梁があれば、引き抜き力は激減する。簡略式であるが、引っ張り力が二ｔ発生しても、大きな梁があれば基礎部の引き抜き力は〇・五ｔに減る。伝統構法の家は梁が大きく壁倍率も低いので、土台や基礎への被害は少ない。「壁倍率三」以下の場合は引き抜き金物が必要ない場合がある。

最近の家は壁倍率を四～五倍に上げる。するとさらに、引き抜きが大きく発生する。梁が細いと柱の引き抜きが大きく発生する。

確かに、頑強に留めつけないと横へ移動する可能性はある。ある学者の方から柱の足の踏みはずしは絶対いけない、柱が石やコンクリートから踏み外すと土部に刺さり、家が転倒すると言われていた。しかし、事実は、家の廻り一ｍは、人が良く歩き回るので、土は結構締め固まって、家は転倒しなかった。家が動く場合は逆に内部の被害は非常に少ない。

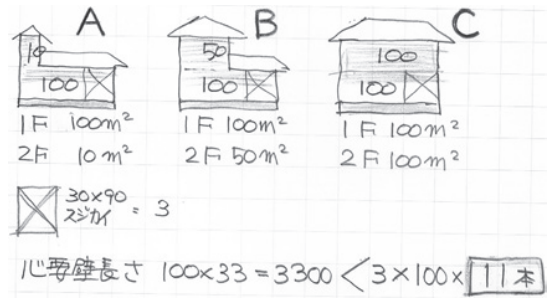
見える構造

真壁造りの家は柱、梁等構造がはっきり外部から見える。壁の僅かなヒビ、接合部の緩みまで確認できる。見えすぎるので建て主は不安がる。はたして見えない方が良いのだろうか。見えれば修理方法がわかり、対策が打てる。

土壁真壁の場合は、漆喰・砂漆喰・中塗り・土壁・貫、梁・

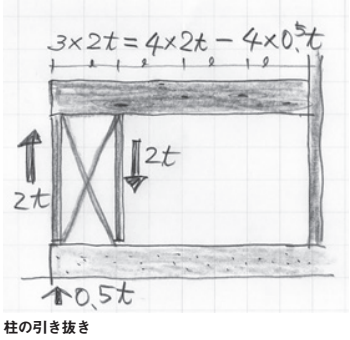
写真19

写真20



建物ABC

写真1　墓石



柱の引き抜き

写真4　柱の踏み外し

写真2　80㎝移動の建物も瓦はおちていない

写真3　軽い屋根の家の倒壊

まず１階と２階の比率から係数を求める。
A：K=0.4+0.6 × 10/100=0.46
B：K=0.4+0.6 × 50/100=0.7
C：K=0.4+0.6 × 100/100=0.1

瓦屋根の１階100㎡の建物の必要壁量は
A：Q=0.92 × 100 × 0.46=42.43
B：Q=0.92 × 100 × 0.7=64.4
C：Q=0.92 × 100 × 0.1=92
となる。30 × 90 の筋交いの耐力は 4.8KN/㎡だ。

それで、必要な耐力壁の量は
A：42.43 ÷ 4.8=8.8 → 9 枚
B：64.4 ÷ 4.8=13,3 → 14 枚
C：92 ÷ 4.8=19.1 → 20 枚となる。

写真5　見える被害

写真6　障子は変形角の生き証人

柱の順番で被害を受ける。漆喰の被害を受け砂漆喰が大丈夫だったら、中塗り下の構造体はほぼ大丈夫で、砂漆喰が被害を受け、中塗りが大丈夫だったら土壁以下の構造はほぼ大丈夫だ。中が柔らかく、外部が固いからそうなるのだ。修理費用は外部が安く、中へ行けば行くほど高くつく。土壁は一／九〇（大体柱の上端で三〇㎜程度）傾いたらヒビが入り、震度五程度でヒビがはいるのは想定内なのだ。

引違の建具の場合、取り外すために枠の長さより建具の長さが三～五㎜ほど短い。地震で柱が横に揺れ、柱が斜めになり、枠がひし形になり、縦が短くなる。建具が枠に追随できず、鴨居に引っかかり、柱は強引に元に戻るが、建具がそのまま残っている状態のときがある。この家が揺れた跡形でもある。上部で一二㎝の差があるので、この家は最低一／一五は傾いた証拠である。建具が建物の変形の生き証人となる。

見えない構造

最近、大壁が多くなった。中の構造は外部からも室内からもまったく見えない。表面のサイデングやクロスに亀裂が入っていれば被害が確認できるが、筋交いが折れたり、仕口が欠落している場合の確認は難しい。最近の超高気密高断熱の家では、付加断熱仕様が確認をさらに困難にしている。分厚い断熱層は布団のようであり、検査は布団の上から聴診器を当てるようなものだ。中が確認できないものを、表面的被害の確認だけで「安全」の太鼓判を押すのは疑問だ。り災判定で「被害なし」が、実は半壊状態だったというのは、ありうる話で、見えない被害の方が怖い。

写真7　見えない被害

写真8　黒い断熱材

古い建物は真壁が多く、被害が良くみえるので「古い家は地震に弱い」と見えるが、実態はわからない。転んで傷だらけの人とステージ四のがん患者を外見からみて、外傷の人を重篤と判断するようなものだ。

断熱材のカビ

熊本において、断熱材はグラスウールが主流だ。省エネ法の施工マニュアルには「隙間なくきっちり施工のこと」と書いてあるが、熊本の住宅のモジュールは九五五㎜が多く、九一〇㎜モジュール用の断熱材を充填すれば間柱間で二㎝あまる。「隙間なくきっちり施工」はほとんど不可能であることが、被災現場から読み取れる。断熱材メーカーの施工基準は九一〇㎜や一〇〇〇㎜モジュールで検証するので、多様な工法には適合していない。温暖地では、十分に理解しない高断熱仕様が結露を生み、カビが生える。倒壊した家の壁の中をみると、昔の断熱材は黒色だったのかと疑いたくなるほど真っ黒のカビだ。

建築のゴミ

全壊の建物は八〇〇〇棟で、半壊でも壊す家がある。「半壊」は修繕して住める家の基準だが「半壊」でも公費で解体をしてくれる。「半壊」では見舞金は出ないが、「半壊」の認定を受け解体すれば、解体費用だけでなく二〇〇～三〇〇万円もの見舞金が出るので、解体を促進しているようなものだ。

建物を解体したら建築廃材が多く出る。産業廃棄物の半分は建築廃材が占める。家庭ごみは分別が進み、石油製品はもう一回製品化する方向でゴミの量は減っているが、建築廃材はそうではない。逆に問題が複雑化している。問題は複合材だ。木材は燃えるゴミ、鉄は資源ゴミだが、木と鉄を複合化させれば埋め立てゴミとなる。現在の被災にあった伝統構法の家の解体ゴミは、土と藁と木と竹で、埋め立てゴミはごく僅かだ。伝統的構法の建物こそ、ゴミがすくない孫の代を考えた次世代住宅ではないだろうか。

写真9　木は燃えるゴミ、土はどこに捨ててもよい

ものづくりはごみづくりだ。作る時点で処分のことを考えておくべきだ。ゴミの視点から伝統建築は良い教科書だ。石膏ボードの使用を止めるわけにはいかないが、対策は取れるはずだ。石膏ボードは、新品は一枚三五〇円と安いが、処分時は六〇〇円だ。TVや冷蔵庫と同じように、購入時に処分費を負担すべきではないだろうか。石膏ボードが処分費を含み新品時九五〇円になれば、杉板とほぼ同価となり、杉の羽目板がビニールクロスと勝負できることになるのに。

構造材のヒビ

地震で柱や梁にヒビがはいり、大丈夫かと多くの質問が来た。木は乾燥すると収縮する。柱の中心部を含んでいる木材（芯持）は乾燥すれば収縮する。そのとき外部にヒビが入る。そのヒビは柱の中心で止まる。ヒビを嫌い最初から柱の背に割れをいれることさえある。中心までのヒビは、強度にはほとんど影響しない。危険なことは中心を越えてヒビがはいる貫通割れだ。人工乾燥の場合は内部割れを起こしているので、地震によるひび割れが貫通割れを起こしている可能性は高い。貫通割れかを判断するには、割れ目に細い針金を入れてみると分かる。針金深さが、柱の半分以下なら強度上安全だ。しかし、大壁の場合は確認ができないのは困ったことだ。

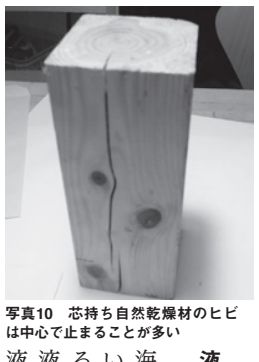


写真10　芯持ち自然乾燥材のヒビは中心で止まることが多い

液状化

熊本市の液状化マップである。海の近くは、液状化が極めて高い（上）地域（赤が濃い）であるが、震源地より遠かったので液状化の発生は少ない。しかし、液状化が極めて高い（下）地域（薄い赤）ではあらゆる場所で発生している。熊本市内の半分が極めて高い（下）地域である。弊社から一〇〇m近くに元銀行で頑丈な造りの鉄骨造の建物がある。解体が始まった。構造を表に出した美しい建物だが、液状化で沈下し、傾いた。RCなので、修繕するのに多額のお金がかかるので解体となった。なんとなくおしい。液状化で二〇㎝近く沈下した家の上部構造にほとんど被害はないが、補修費用は八〇〇万円～一〇〇〇万円もかかる。

足固めがある伝統的構造の場合は、豊洲市場と同じく床下空間がある。すると修復工事は簡単だ。液状化地域では震度五で起きるといわれているが、震度六強の地震では、液状化（地盤沈下）はどこに起きてもおかしくない。いままで、スエーデン式サウンデング調査地盤調査で、液状化の予測を聞いたことがなかった。スエーデン式サウンデング調査の限界だと㈱WASCの高森洋氏は言う。杭基礎を薦めればよいか高額となる。それより、起きた時の修繕のしやすさを考えておいたが賢明だ。在来工法の場合はアンカーボルトを継ぎ足せるようにしておくか、伝統構法の場合は足固め材をジャッキアップし、柱を根継するようにしておくのが、安い工事対策だ。

液状化マップ

写真11　足固めをジャッキアップする

被災後の修理に優れた伝統構法

日本は災害天国とゴミ天国だ。地震、雷、火山噴火、火砕流、大雨、液状化、大雪、灼熱、高湿、土砂崩れ、土石流、氾濫、津波、台風、高潮、竜巻があり、災害の総合商社だ。原子力発電所のみられるように、日本人は将来のゴミに関心がない。今は、地震に強い家だけが特に求められている。すると、四角の形で窓が小さく、軒の出がなく、軽い家となり、台風には弱い家となる。災害のすべてに対応するには潜水艦しかない。

災害に対抗する家ではなく、災害をうけても修繕方法が明示できる対応がよい。①屋根の一部に被害を受けても予備の屋根材を確保しておくこと②構造が見える真壁であること③部材の交換がしやすいこと④地盤沈下した場合建物だけ嵩上げできる構造にしておくこと、ゴミが少ないことだ。そうすると、この四つを兼ね備えた日本の伝統構法は、日本の災害が生み出した家なのだ。

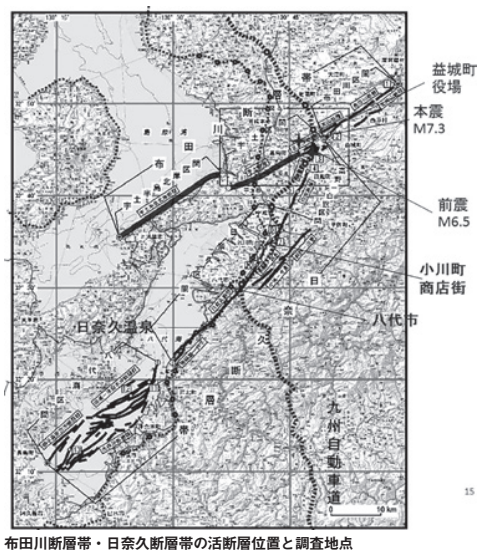
熊本県宇城市小川町商店街の伝統的町家の被災状況と復興支援

磯田節子（いそだ・せつこ）
熊本高等専門学校客員教授

熊本県宇城市小川町商店街について

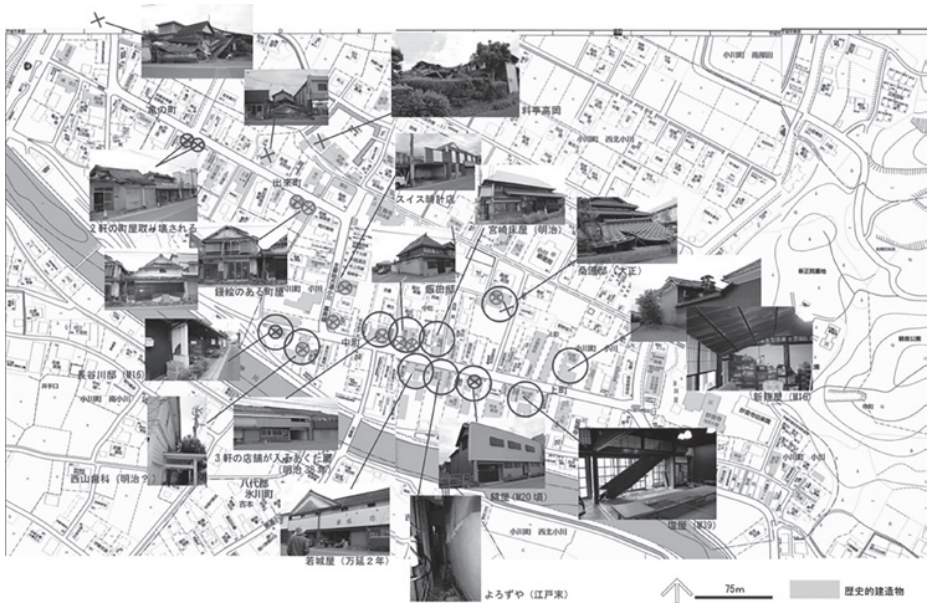
熊本県宇城市は熊本県のほぼ中央に位置し、人口六万四〇六人（平成28年9月住基台帳）。平成17年に松橋町、不知火町、三角町、小川町、豊野町による平成の大合併で宇城市となった。

小川町商店街は、八代郡氷川町との境を流れる砂川と東部の山間地に接するように位置する。細川時代には薩摩街道の宿場町として栄えた。現在は干拓により遠ざかっているが、かつては海岸線に近く長崎との交易も盛んだったという。天草の海産物や背後の泉の茶などの集散地として地域経済の中心を担っていた。昭和40年代に行われた通りの拡幅工事にともなう軒切により、ほとんどの商店は前面のファサードを失ったものの、妻入居蔵造りの店舗付き町家が現存しており、かつての町並みを伝えている。



布田川断層帯・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

昭和50年代の小川町商店街



小川町商店街と日奈久断層

小川町の震度は4月14日前震：震度六弱、4月16日本震は震度六強、4月16日本震は震度六強である。小川町商店街は日奈久断層と地形図を重ねてみると、日奈久断層の上に位置していることがわかる。

小川町商店街の被災状況

登録文化財、新麹屋

平成25年度に新麹屋の登録文化財申請のための調査を学生たちと行い、平成28年2月に登録文化財となった。その関係から、震災直後に当主の柏原さんから建物を見てほしいと連絡があり、4月26日に現地に入った。

新麹屋は明治16年の町屋棟はほとんど損傷なし、座敷棟と町屋棟の繋ぎ部分の差し鴨居が少し開いて、天井が半分程度落ちていた。離れ棟（大正11年）は創建当時の土居葺き瓦の大半が落ちて、雨漏りが一階まで達していた。二階建ては足場無しではブルーシートを掛けてもらえず、室内にブルーシートを掛けてしのぐしかない状況であった。

当時はまず雨漏りを防ぐことが当面の課題であった。

他の町家の被災状況

小川町商店街は七町からなるが、新麹屋のある上町と隣の中町には江戸末から明治にかけて建てられた町家が数多く現存している。新麹屋の向かいにある塩屋は明治39年の町家、土葺きの瓦が落ち雨漏りが一階まで達していた。一階座敷の床の間の土壁が落ち、縁側の天井も落下し土が散乱していた。数件先の綿屋は明治20年代の町家、棟瓦が一部崩壊して雨漏り、一階のガラス戸や襖などの建具のほとんどが外れていた。その先の若城金物店は万延2年、中庭にある漆喰壁の塀（一部が炊事場の壁を兼ねる）が倒壊し、建物外壁の漆喰壁がかなりの箇所で崩落していた。

商店街全体としては全壊の建物が四件見られた。料亭高岡は二階がねじれるようにして倒壊していた。土葺きの瓦が落ちているものや、漆喰壁の崩落が数多く見られた。

支援の開始

町家の修復に向けた話し合いの開催

前述のように江戸末から明治に建てられた立派な町家は、土葺きの瓦は落ち、漆喰壁は崩れているものの、柱・梁などの軸組の損傷はほとんど見られなかった。このことは正直驚きであった。改めて町家の木構造の強さを実感した。しかし、現地入りした4月26日に綿屋が壊されることを聞いた。綿屋は棟瓦の一部損壊、建具などが外れている程度で、軸組などの損傷はまったくない。一般の方々にとって「古い木造建築＝危険」と思われているのではないか。新聞などでも「古い建物を中心に被害が多く……」と報道されることが多い。そこで、きちんと建てられた伝統的な町家の強さと、たとえ全壊と診断されても木造建築は修復が可能であることを伝えなければ次々に町家が取り壊されるのでは、と柏原さんに相談し、上町、中町の方々に呼び掛けて5月14日に上町公民館で話し合いを開催した。

熊大大学院生の坂田君が小川町商店街の被災状況を説明、新建福岡支部からから大坪さん、宮本さんや松尾さん、左官の矢羽田さんが来てくださり、伝統的な木造建築の強さの理由や修復の仕方などについて具体的な話をしていただいた。終了後数件の町屋を回り、応急措置などのアドバイスをしていただいた。

被災住宅相談会の開催

続いて、6月19日に「被災住宅相談会」を上町公民館で開催した。柏原さんにお願いして回覧板で周知していただいた。新建福岡支部から五人の専門家に来ていただき一件の相談があった。相談後要望があった三軒の住宅を見せていただいた。

復興まちづくり講演会で

輪島市黒島を紹介

9月21日に金沢市の㈱ヒューマンネットの小柳さんに来ていただいて、輪島市黒島地区が能登半島地震で被災しながらも重要伝統的建築物群保存地区（以下伝建地区）に選定され、それに至る過程についてお話をしていただいた。

黒島地区では被災した建物について、取り壊し新築ではなくて、できるだけ「修復」することで従前の町並み景観を保全し伝建地区に選定された。被災後に従前より美しい町並みになった代表的な地区として黒島地区がよく紹介される。しかし、当初から地域の方々が「修復」を受け入れたのではない。住民の方々は建物が傾いてしまった場合、それが「修復できる」とは当初は考えられなかったという。相談会を重ね、実際に傾いた建物の建て起こしを住民の方々の前で実施され、見事に真直ぐになった時に歓声が上がったという。その後、建て起こしで修復するケースが一挙に増加した。また、石川県が、たとえば建て起こしに五〇万円、板壁、黒瓦など地域の景観保全型の仕上げをすれば七〇万円などと、復興基金を活用して「修復」「町並み形成」に配慮した住宅再建支援事業「能登ふるさと再建事業」を立ち上げ、修復型を支援した

ことは特筆すべきである。ぜひ、熊本県も見習っていただきたい。

グループ補助申請の支援

7月に宇城市でも中小企業庁によるグループ補助の説明会が開催された。補助の対象は中小企業であり、店舗などの個人企業も含まれる。二者以上のグループで申請することが条件で、補助は店舗部分の修復費用の三／四が補助される。グループ補助に詳しい肥後銀行小川町支店の川上支店長に柏原さん、区長の山口さんと相談した。小川町商店街では、ポイントカード会員で申請予定とのこと。しかし伝統的な町家で店を営んでいる若城屋さんはポイントカード会員ではない。そこで、伝統的な町家を中心にグループ補助の申請をすることを決めた。申請する町家は七件。申請には「復興計画」が求められた。

そこで、これらの町家で、たとえば新麹屋では和蝋燭づくり、安井蒲鉾店ではマイ蒲鉾づくりなどの「体験のまちづくり事業」が行われており、七件の町家に加えて、体験のまちづくり会員の方々にも構成員となっていただいた。代表には体験のまちづくり代表の平川さんにお願いした。「復興計画」は伝統的な町家を活かした商店街づくりと、その町家で展開される体験のまちづくりを柱とした。申請には修復費用の概算見積もりが必要であり、熊本市の来夢建築設計事務所、高木冨士川計画事務所に加えて、新建の片井さん、大坪さんなどに協力をお願いした。

8月20日に申請書類を提出し、9月28日にグループとして認定された。これから、個々の店舗ごとに具体的な修復費用を申請する段階にはいる。申請期限は認定から三カ月以内であり、業者見積もりと着工および竣工予定の日程をほぼ確定しなければならない。現在、この作業の段階である。

今後の取り組みと課題

文化財ドクターによる調査結果と提言

文化庁の要請を受けて、熊本県建築士会を事務局として、九州各地区の建築士、建築家協会、建築学会のメンバーが7月に集中的に調査を行った。調査は熊本地震で最大震度五強以上の市町村を対象とし、建築学会の「歴史的建造物総目録データベース」に記載されている建築物の被災状況を調査した。私も八代市と宇城市の調査に参加した。その一次調査報告会が7月22日に東京で、9月22日に熊本で開催された。調査委員長は後藤治工学院大学教授（熊本地震被災文化財建造物復旧支援委員長）である。一次調査の結果を図、表に示す。宇城市は熊本市について被災建築物が多い市町村である。

調査結果と同時に内閣府、文化庁長官、国土庁都市局長、熊本県知事をはじめ、関係市長・町長に向けて提言が発表された。一つは復興基金を活用した事業支援の要請、次に文化財建造物が集中する地区を重伝統的建造物群保存地区に選定して支援を行うこと、である。この一部を下記に示す。

この中で宇城市小川地区を重要伝統的建造物群保存地区に選定するように提言されている。

文化財建造物が集中する地区を重要伝統的建造物群保存地区に選定して支援を行うこと

能登半島地震では輪島市黒島地区が、東日本大震災では群馬県桐生市桐生神正町地区および宮城県村田町村田地区が、被災後に国の重要伝統的建造物群保存地区に選定され、国県市長の支援を受け、文化財建造物と歴史ある風景が失われずに継承された。熊本県内では熊本市川尻地区、宇城市松合地区・小川地区、天草市牛深地区等で同様の措置をとられるよう提言する。なお、市は、文化財保護法に基づく関係条例を制定し、地区を伝統的建造物群保存地区に指定する必要がある。

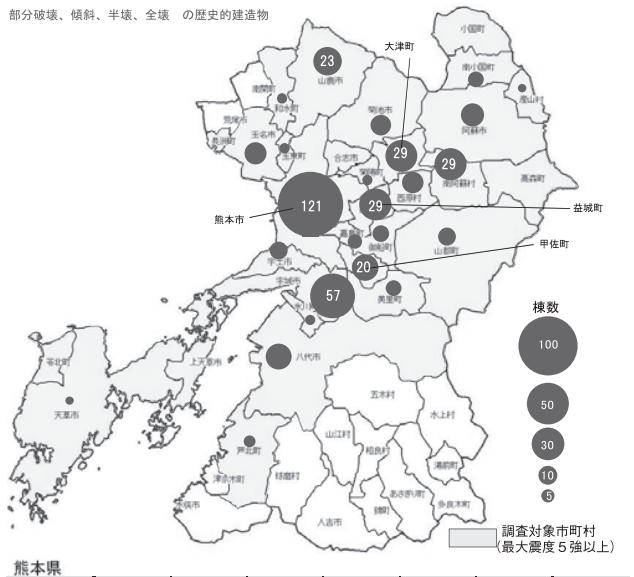
この提言を受けて8月12日に宇城市長に熊本大学伊東龍一先生、熊本県建築士会副会長が提言書を持参し、配慮していただくようにお願いした。

これからの取り組みと課題

――対応が早いグループ補助と見通しが見えない文化財支援――

地域の方々と協力して伝建地区を目指したい。伝統的な町家を活かした町並み整備を目指したい。二、三日前、小川町商店街の歴史的な建物が一棟解体された。公費解体による。空き家状態で持ち主の方との連絡がなかなか取れなかった。このような空き家状態の町家が公費解体で取り壊されていく。店を営業している場合は、75％補助であるがグループ補助が活用できる。しかし住宅は対象外である。小川町商店街にある町家は新麹屋以外は未指定の文化財と言ってよい。文化財保存のための支援は現時点ではまったく見えてこない。五年先、一〇年先かもしれないが伝建地区になれば、対象の建築には修復費用の80％の補助がある。「それまで待ってください！」と言いたいが、現時点ではまだ言えない

グループ補助申請にむけて業者による見積の算段や工期の具体的な設定を決めていかなくてはならないが、業者の見通しが立たない。10月、11月、12月が正念場になりそうである。



熊本県

	被災無し	軽微	部分破壊	傾斜	半壊	全壊	合計（棟）
市町村合計	766	323	225	143	50	36	1543
%	50%	21%	15%	9%	3%	2%	100%

熊本地震の特性と建築技術者への問題提起

多賀直恒
たが・なおつね
九州大学名誉教授

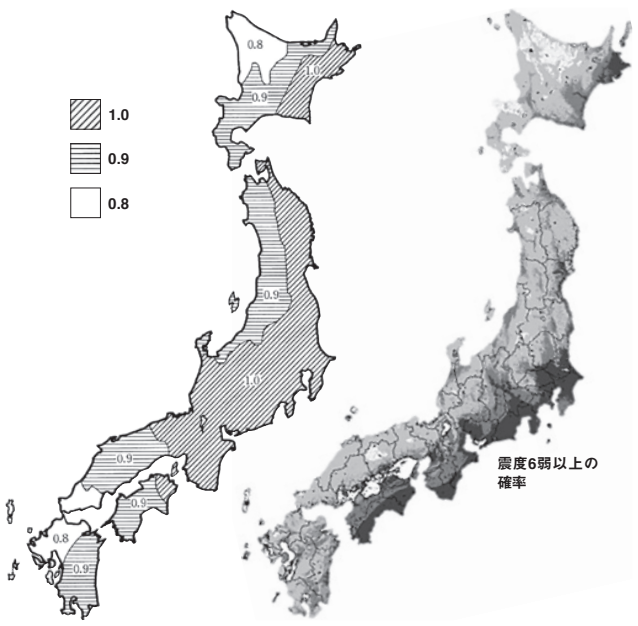
阿蘇地方の地割れ

熊本地震の特徴は何か

熊本地震の概要

地震工学と地震防災に携わる技術者の見地から、今回の地震はどのように評価することができるか。重要な視点は、震度七の激震の繰り返しによって建物に与えた構造的な被害に加えて、地震時に被災地域周辺の活断層、地盤・地形・地質・土質などの地学的特質が、重要な影響を与えたことである。しかも、内陸部での液状化現象の発生や田園地帯の地表面に表れた亀裂や断層の大きく口を開いた陥没・段差の発生など、今回の地震が人間の視覚に訴えた顕著な特徴が指摘できる。

熊本地域を中心に地震被害が生じた震源は、布田川断層と日奈久断層であった。地震の時情報と地震規模などは―2016年4月14日21時26分：M六・五、震度七／4月16日1時25分：M七・三、震度七、深度一〇㎞―と公表されている。検討すべき問題は、地震の規模や震度の数値的な統計が、工学的な構造被害にどのように結びついて、既往の耐震設計法や耐震基準の適正度に関係しているかの検証であろう。



地震地域係数
地震発生頻度予測図 2016年から30年間の確率分布 地震調査研究推進本部の資料を基に作成

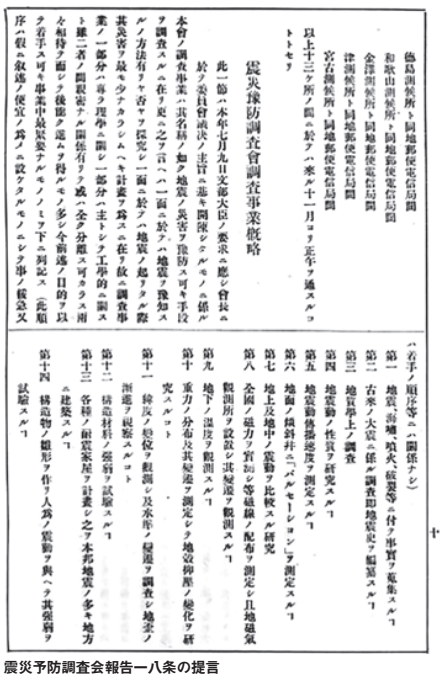
地震発生頻度予測図

なぜ、発生頻度・発生確率が低い九州の熊本地域で地震（震度七、M七・三）が起こったのか。さらに、今回の熊本地震から学ぶことは、この自然災害にいかに備えるかという地震防災の問題に加えて、現代科学はどのような指摘をしている。

建築基準法の強化見送り

国土交通省は10月6日、木造住宅が相次いで倒壊したため、耐震基準の妥当性を検討してきたが、1981年に導入した現在の基準で十分だと判断し、強化は見送ると発表した。同省の設置した専門家委員会が熊本地震の建物被害を分析し、9月に現行基準の有効性を認める報告書をまとめ、同省が追認したわけである。

同省は今後も、全国に約九〇〇万戸ある現在の基準を満たさない住宅の改修や建て替えをうながす。ただ、現在の建築基準で建てられた建物でも、施工時に柱の固定が不十分だったことなどから倒壊した建物はある。このため国交省は、81年以降に建てた建物住宅でも現在の基準を満たしているか再確認をすることを認め、来年3月までに有効的な確認方法を公表すると言っている。


震災予防調査会報告一八条の提言

最近の地震被害からの情報

地震の発生場所

五年前の2011年東日本大震災は、東北地方でM九の地震が発生し、大津波のために二万人の人命を失った。これを「想定外」と専門家やマスコミは表現したが、多くの人々は納得しているようである。しかし日本では想定外の地震規模と言っても、太平洋岸沿岸では、20世紀になってマグニチュードM九の地震はすでに五つ記録があった。日本で津波の古記録も869年に貞観地震、明治29年と昭和8年に東北には大津波をともなう地震があった。文人「吉村昭」は、被災現地を克明に調査してレポートにしている。したがって、日本の国に突如としてこの異常な地震が津波とともに起こったと考えるのは間違っている。想定外でも特別な大きい津波でもない。

今世紀になって2004年には、スマトラ沖地震がインドネシアからマレー半島にかけてのインド洋に面する地域に巨大な地震津波が発生して、二十万人を超える犠牲者が出た。これらの地震を日本人は知っていたが、日本では想定していなかったのである。日本では、未経験であったに過ぎない。専門家、研究者、歴史家、技術者、設計者など現代科学を習得している人々は、日本では未経験であることを想定しなかっただけである。それが現実に起こると、都合のいい言葉で「想定外」と言った。

建築物の設計基準

地震工学の専門家は、地震被害の現場に行って、この建物はなぜ壊れたのか、原因を挙げ解釈を試みる。調査結果を整理して体系化して耐震設計を策定してきた。昭和25年に現代的な建築基準法が制定され、その後新潟地震、十勝沖地震、宮城県沖地震の被害経験から昭和56年にその内容が改定された。これを一般には新耐震設計法と称し、現在の日本の建築物に対する安全の最低基準を示している。

建築物は一品生産で、自動車や電化製品などの大量生産品とは違う。設計基準の考え方の基本は、一つの基本理念が示したもので、設計者、特に構造を担う設計者は基準を順守すれば安全というモノではない。

設計者自身が過去に経験した建築物のすべてをそこに投入して、対象をモデル化し人命を守る機能を集約し、かつ美しい建物をイメージして鉄筋の太さ、鉄板の厚さ、木材の太さを判断し決定する。さらに、その建物の敷地、地盤、地形を考え構造を決定する。しかし、どんなに構造物に立派なものを造っても、裏山が崩れてくれば崩壊する。四階建てのRC構造も津波で流され、転倒した。

世に構造物の設計ほど難しいものはない。なかでも過去に蓄積された人間の知恵と工夫の技術で造れる建築物の設計は、それだけ人命を守る物として、重要な役割を担っている。

熊本地震は、過去の多くの震害経験よりも増して地震列島と断層上に生きる人間の島であることを実感し自覚させた。

地震被害歴と建築基準法

構造物被害の歴史的経験

その昔、明治24（1891）年濃尾地震の教訓以来、近代日本の耐震構造や地震工学・地震防災に携わった多くの専門家によって、日本の建築物に対する安全性に多くの知見が得られた。その結果にもとづいて耐震設計の考え方と具体的な設計法を築き、人智を尽くして人命を守り、生活の場を作り、安心して住める街づくりの基本に貢献してきた。

五〇余年前、昭和39（1964）年東京オリンピックの年の6月に新潟地震があった。地盤から噴砂、地下水とともに砂が吹き出し、液状化現象が起きて鉄筋コンクリートのアパートを転倒させた。ところが、構造体は剛体的回転をしただけで損傷はほとんどなかった。しかし、事後の対応として建物を解体し処理された。

熊本地震は熊本県益城町に木造家屋の被害が顕著に表れた。震度七という被害レベルで表現される被害状況は、周辺地域の木造家屋の被害程度、つまり全壊率が三割を超えるような激甚状態を指す。木造の構造体自体の欠陥だけでなく、さらに立地する地盤状況に大きく関係した被害が指摘されていた。この地震被害を調査した多くの研究者たち、特に断層や地形や地質・地盤の専門家が、調査結果から現地の被害状況に地変、つまり地盤変状が大きく関与している

熊本の被災地現場の調査によって建物、住居、施設の被害現象の複雑さを痛感したことはなかった。津波こそなかったが、そこには過去に経験したことが多岐にわたって起きていた。学ぶべきこと教訓が沢山ある。特に学ぶべきことを学ばなければ、現代社会の高度に専門化し内容は理解できない。

部分部分を分担する専門家の中で建築の分野の技術が今問われていることは、専門を通じての総合力である。意匠だけ、設備だけ、構造だけが十分であっても美しくても安全はない。構造は十分だったが地盤は悪かった。土石流で流された、これは良い構造ではない。常に置かれた状況を概観し、過去の経験と体験を通じての将来の見通し、見込みを総合的に考慮に入れた建築を造るという視点が、今後ますます重要になってくると確信する。

建築技術者への問題提起

熊本地震から学ぶ教訓など検討しよう。建築の専門家が特に設計や構造や施工に携わっている設計者や技術者は、この地震からなにを学んだだろうか。災害現場を見て感じた被害の状況を、どのように教訓として学ぶべきか。

――低頻度巨大地震災害に備えるには、地震予知を前提にした国の施策・三〇年発生確率を見直して、地震活動度による係数も検討の必要がある。現実に九州熊本で地震が起こり、多様な災害が発生した。

――安全の社会的重要度。建築物・施設の耐震性は、被災時に危険度の程度や行政機能が必要な施設に対しては、安全係数の重みを考慮した配慮が必要である。自治体の建物が被災して、被災直後の機能が果たせなく住民が困った。社会的重要度（市役所・消防署・警察署）、過度に危険な貯蔵所（原子力発電所）、有毒物の大量貯蔵所（石油タンク）などの地震に対する安全度には特別な考慮が必要である。

――建築基準法の最低の安全性の確認とあわせて、経年変化による耐震性の劣化に対し耐震診断を実行し、耐震補強・耐震改修などの検討をする。維持管理の定期的な検査制度の施行を検討し、宅地・敷地・周辺地形の安全性の考慮は必須である。

――既存不適格建築物に対するターミナルケア・空き家管理・廃棄物の集積・再生・再利用や処理廃棄を地域で制度化する。

――被災建物約三万棟のうち、10月6日現在三二六三棟（全体の11％）の解体が終了した。環境省は、地震から半月後の5月3日に家屋の解体に公費を投じると決めた。対象は、罹災証明で半壊以上の認定された建物で、国や市町村が全額を負担する。

――建物の地震被害状況の全体像を見極める。施工だろうか、構造だろうか、設計に問題は無いのか、地盤や周辺地形・土質には関係ないのか。総合的な判断が重要である。人はまず、損傷した個所に眼を集中してそこを重点的に観察し、

専門的に解釈して対策に結び付ける。だが、間違ってはいないが、見落としている点がないのか。

――鉄筋コンクリート構造の建物では、施工の不良な部分が地震の被害を受けて露見することが散見される。打継部の段差、台直しの痕跡、豆板状の表面、など……。

――マンション（中高層集合住宅）の建築計画の総合的な検討が必要。RC造の集合住宅では、玄関まわりの雑壁が被害を受けて出入り口を塞ぎ、避難ができない事例を三〇数年前から散見される。原因は構造と平面の相互計画が絡んでいる。

――躯体と内外装材・仕上げ材の付属物の変形追随性の問題。鉄骨構造の地震被害では、躯体と内外装材の変形の追随性がないための剥落や落下と、耐震補強材であるブレースの座屈や接合部の不備が被害と結びついているケースが頻見される。原因や結果は周知の事実であるが、対応が十分考えられていない。

マンション被害

――木造家屋の被害事例では、昔から非常に多くの被害事例が蓄積されて、主要な被害状況は専門家では常識化しているが、対策や補強などが十分に行われず同様の被害を繰り返している。特に、柱や壁の上下階に関係する通し柱・管柱および壁の連層壁の重要性と、老朽化や腐食により接合部などが損傷して剛性が低下し支持耐力を喪失している。

――建築物の上部構造と下部構造（地盤と基礎）と周辺立地条件の総合的な安全度の確保。基礎・地盤系では、支持地盤の調査の不完全さと、建物周辺の立地条件・地形や地質・土質に関係する注意と配慮が欠如して、構造体の問題よりは地盤や地形に大きな問題があり、その配慮がないところに被害の原因があるケースが多発している。

――立地地盤の軟弱性から杭基礎が多くなり、しかも大口径の場所打ち杭や大口径杭が多用されるようになった。深い地盤の内部を直接観測はできない。建物の沈下や傾斜が生じて初めて被害の実態が明らかになる。古くは、新潟地震や十勝沖地震時に発見されたかその後の観測で発見できた事例など、杭の耐震設計は経験すれどもなお困難な仕事である。

――建築計画から構造設計、施工、維持管理に至る被害事例とその実態は、今回の熊本地震だけではなく過去の被害事例を連ねて概観できる地震被害時の概要である。特に構造技術者が多く関わる対象であり計画や設計の関係者があまり関心を注がない面である。しかし問題は、一つ災害が起きると建築物全体の問題となる。そこで構造計画や企画設計の専門家でも地震被害現象を細心の注意力をもって観測する責任があり、その経験を専門の立場から設計に有効に活用することが、建築物の耐震安全設計には不可欠のものであると確信している。

熊本地震による建物被害の状況

北原昭男
きたはら・あきお
熊本県立大学教授

本稿では、筆者が撮影した写真を中心に、それぞれの地域に発生した木造建物被害に関して、その概要についてまとめる。

益城町における木造建物の被害
新耐震基準以前は半数近くが全壊

2016年5月に建築学会九州支部災害調査委員会を中心として、大きな被害の生じた益城町中心部を対象とした悉皆調査が行われた。2016年8月に開催された建築学会の調査報告会にて報告された速報値は表の通りである。これらの数字を見ると、新耐震基準（1981年）以前の建物は、半数近くの建物が全壊判定を受けているのに対し、建設年が新しくなるほど全壊率は急激に低下しており、耐震性能が向上していることが見て取れる。ただし、1981年以前の建物は建設されてから少なくとも三五年は経過しており、新築時の基準による耐震性能のみならず、腐朽や蟻害などの影響により被害が増大している可能性についても注意する必要がある。

建築年		木造棟数（棟）	全壊被害率（%）	無被害率（%）
1981年以前	新耐震基準以前	744	46	5
1981～99年	阪神大震災の被害結果を受けて木造建物の耐震規定が厳格化される前	844	19	20
2000年以降		326	6	61

建築学会の被害調査速報値（益城町中心部：7月31日現在）

熊本地震によって、震源断層近傍の益城町では震度七の地震動が二回発生し、木造住宅を中心に甚大な被害が発生した。熊本県災害対策本部の発表資料によれば、9月5日現在で、益城町における全壊棟数は二七〇〇棟（益城町住宅総数のおよそ25%）を超えている。一方、断層から少し離れた熊本市や熊本近郊の地域でも震度六強の地震動が発生し、さまざまな建物被害が広範囲にわたって発生した。同じ発表によれば、熊本市における全壊棟数は約二四〇〇棟（熊本市住宅総数のおよそ0・8%）であったが、一部損壊以上の建物は一〇万棟（同33%）を超えている。

築年や構法による被害の様相

1981年以前に建てられた建物の被害状況を**写真1、2**に

写真1

写真2

本誌は建築を愛し地域に根ざした住み良いまちをつくろうとするひとびとのための雑誌です

編集後記

■編集作業中の10月21日、鳥取中部地震が発生した。最大震度6弱、マグニチュード6・6。今までに発見されていなかった断層がずれたものとされている。地震が少ない地域とされていた熊本での大地震を見ても、日本列島は地震列島であることを肝に銘じることだ。地震はどこでも起きる。だから備えが必要だと。

熊本地震から6カ月、10月末に熊本を訪れた。7月の九州ブロック会議の際に視察したマンションにも寄ってみた。まだ誰もいない、そのまま放置されている。復旧をめぐる方針は決まったのだろうか？

他のマンション復旧工事現場も訪れた。共用部の補修が始まったところだ。業者によれば、今から受付ける工事は来年秋ごろに着工できるかどうかという。人材や資材不足が復旧の前途に立ちはだかりつつある。

今回の特集では、被災された生活者の声も聞きたく、ある町の議会議員の方にも原稿を依頼した。猛烈に忙しい中で書いていただいたが、締め切りに間に合わず、残念ながら掲載は見送った。その原稿には地元での生活再建に向けた提言が書かれている。「住民一人一人の生活再建なくして、復旧・復興はあり得ないということです。くらし・住まいの再建は決して自己責任・自助努力を求められる私的な、あるいは私有財産の問題ではなく、もっとも公的な問題であり、国県町の行政が最優先で取り組む課題だということです」という指摘は、広く共有したい。

今回の特集は福岡支部で取り組んだ。矢野、渋田、大坪、片井の4人で進めてきた。中でも、「新建会員が見た熊本地震」は、矢野が担当した企画である。

編集という初めての経験で、右往左往しながらの作業で、編集局には随分と迷惑をおかけした。みなさんのご協力に感謝します。（片井克美）

■震度7が続いて起こった熊本地震では、一回目では倒壊しなかった建物が二回目に倒壊し、多くの人の命を奪った。予想もしなかった地震の起こり方。しかし、現地支援に行った人たちの報告を聞くと、地震が激しいだけの要因ではない建物の破損状況であった。一体、何が原因なのか。一つだけに絞ることは難しそうだ。熊本地震から半年経ち、やっと調査が進み事実が積み上げられていっている。分析と多くの意見交換を期待したい。

進んでいないのは、被災者への生活支援だ。特に災害弱者といわれる高齢者や障がいを持つ人たちは、避難所から仮設住宅に移っても、スロープはあっても水回りでの段差や車椅子が入らないトイレなど、不備が多かったようだ。東日本大震災で指摘されたことが熊本地震でも繰り返される。

熊本地震後の福岡支部の支援は早かった。支援だけでなく新建の会議に何回も駆けつけ、現地の報告をしてきた。その真摯な取り組みが今回の特集に現れている。（高田桂子）

建築とまちづくり 特集テーマ（2014年7/8月～2016年6月）

No.432 14年7/8月号	あらためて京都を見つめる	No.443 15年8月号	戦争と建築まちづくり―戦争終結70年
No.433 14年9月号	2020年東京五輪の施設計画と都市まちづくりの課題	No.444 15年9月号	子どもの居場処を護る
No.434 14年10月号	リフォーム・リノベーションの新しいかたち	No.445 15年10月号	新建活動年報2013−2015――誰もにふさわしい生活空間を
No.435 14年11月号	駅―人やまちをつなぐ地域拠点	No.446 15年11月号	富山という解き方
No.436 14年12月号	リニア新幹線はいらない	No.447 15年12月号	農山村集落の魅力
No.437 15年1月号	新たな時代を拓く建築まちづくり――第29回全国研究集会から	No.448 16年1月号	身近な生活環境を凝視して――地域「縮退」の実相
No.438 15年2月号	デザインを学び直す―新建・東京デザイン塾	No.449 16年2月号	都市活動と環境
No.439 15年3月号	空き家活用の取り組みと今後の課題	No.450 16年3月号	特区構想による危険なまちづくり
No.440 15年4月号	どこへ向かう、建築まちづくり――今日の社会的状況を超えて	No.451 16年4月号	大震災から5年／見え始めた住宅再建と抱える課題
No.441 15年5/6月号	続・デザインを学び直す――新建・東京デザイン塾	No.452 16年5月号	地域に根ざして活きる設計事務所・工務店
No.442 15年7月号	縮退社会におけるマンションのあり方	No.453 16年6月号	ストック社会／不動産流通の役割と可能性

※過去の建まち誌の特集記事

新建築家技術者集団 NEW UNION of ARCHITECTS and ENGINEERS

代表幹事　垂水英司（前兵庫建築士会会長）
本多昭一（京都府立大学名誉教授）
三沢　浩（建築家）
中島明子（和洋女子大学教授）
幹事会議長　山本厚生（建築家）
事務局長　川本雅樹（建築家）
全国事務局　〒162-0811
東京都新宿区水道町2-8長島ビル2F
tel: 03-3260-9800　fax: 03-3260-9811
email: shinken@tokyo.email.ne.jp
web: http://www.shinken-nuae.org

支部	電話番号	〒	事務局住所・連絡担当者
熊本	(096) 355-1734	〒860-0072	熊本市花園7-41-50　入口史彦
福岡	(092) 541-8128	〒815-0041	福岡市南区野間3-9-20コニシビル4F ケイ・プラッツ　鹿瀬島隆之
岡山	(0862) 23-4737	〒700-0905	岡山市春日町9-1 ㈱VANS岡山事務所　赤澤輝彦
兵庫	(078) 272-9400	〒651-0094	神戸市中央区琴ノ緒町5-7-4サンシャイン三宮202 新建築家技術者集団兵庫支部　川口憲一
大阪	(06) 6765-4145	〒540-0012	大阪市中央区谷町5丁目3-16-603 F.P.空間設計舎　大槻博司
奈良	(0742) 93-4245	〒630-8314	奈良県奈良市川之上突抜町18-7 アル建築設計　渡邊有佳子
京都	(075) 431-1120	〒602-8201	京都市上京区笹屋町通大宮西入ル桝屋町601番地 企業組合もえぎ設計
福井	(090) 7740-1688	〒910-0018	福井市田原2-22-17レオパレス田原町Ⅲ104号 野田真士
石川	(076) 241-6661	〒921-8103	石川県金沢市つつじが丘201 杉山真設計事務所　杉山真
富山	(076) 491-5255	〒930-0065	富山市星井町1-7-1為井ビル3F 千代建築設計室　千代固志
岐阜	(058) 233-9179	〒501-0103	岐阜市一日市場2-183-2 カラム建築計画所　藤吉勝弘
滋賀	(0748) 42-5611	〒521-1211	東近江市垣見町712-5 ㈱創作舎　小杉光史
愛知	(0568) 34-7775	〒486-0904	愛知県春日井市宮町1-11-25 ㈱宮工務店　甫立浩一
三重	(059) 293-3969	〒515-2514	津市一志町小山894　細野良三
静岡	(054) 205-3222	〒420-0949	静岡市与一6-14-55 ㈲創作舎　大塚功二
長野	(0265) 72-8037	〒399-4501	長野県伊那市西箕輪3900-272 AED建築研究所　新建長野支部　山住博信
新潟	(0255) 26-0459	〒943-0836	上越市東城町3-10-6Nビル3F 構造設計舎　岩野克行
神奈川	(044) 977-5722	〒216-0014	川崎市宮前区菅生ケ丘6-25 永井幸
東京	(03) 3260-9810	〒162-0811	新宿区水道町2-8長島ビル2F 新建築家技術者集団東京支部
千葉	(043) 253-8801	〒264-0032	千葉市若葉区みつわ台5-4-14 ㈱ゆま空間設計　加瀬澤文芳
埼玉	(0492) 24-2000	〒350-0041	川越市六軒町1-3-5 ㈱アート設計事務所　星厚裕
群馬	(0272) 51-8580	〒371-0825	前橋市大利根町2-9-12 たかはし設計室　高橋丈夫
宮城	(022) 271-3301	〒981-0914	仙台市青葉区堤通り雨宮町6-7-704堤通り雨宮パークホームズ 新建築技術者集団宮城支部
岩手	(019) 636-4436	〒020-0866	盛岡市本宮5丁目14-21 新建築家技術者集団岩手支部　小笠原浩次
青森	(017) 773-3746	〒030-0862	青森市新町1-11-15 森内建設株式会社　大谷政彦
北海道	(011) 726-8988	〒001-0025	札幌市北区北25条西15丁目3-16 ㈲大橋建築設計室　大橋周二

連絡先（支部のない県）

県	電話番号	〒	事務局住所・連絡担当者
沖縄	(098) 895-8900	〒903-0213	沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 琉球大学工学部環境建設工学科　清水肇
大分	(097) 588-8231	〒870-1155	大分県大分市大字玉沢1168-1 里山設計工房　高橋和夫
長崎	(095) 822-6910	〒850-0932	長崎県長崎市東琴平2-8-8 長崎住まい・まちづくりトラスト　鮫島和夫
山口	(0834) 29-6329	〒745-8585	山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校　西尾幸一郎
鳥取	(0859) 29-4061	〒683-0846	鳥取県米子市安倍857-14　片木克男
和歌山	(0734) 47-0850	〒641-0051	和歌山県和歌山市西高松2丁目15-9 杉山建築設計事務所　杉山誠一
山梨	(055) 266-2157	〒406-0853	山梨県笛吹市境川町藤垈166　安藤周春
茨城	(029) 228-8277	〒310-8512	茨城県水戸市文京2-1-1 茨城大学教育学部家政教育講座　乾康代
栃木	(090) 8451-8575	〒326-0822	栃木県足利市田中町932-7シベルハイツ403 冨田和則
福島	(0246) 88-1158	〒970-8026	いわき市平字田町120いわき産業創造館内 ㈱エコハイテクコーポレーション　篠崎良司

●新建築家技術者集団●憲章●

建築とまちづくりにたずさわる私たちは、国土を荒廃から守り、かつ環境破壊を許さず、人びとのねがう豊かな生活環境と高い文化を創造する目的をもつ。

私たちはこのことを認識し、行動するための目標をかかげ、ここに憲章を定める。

1　建築とまちづくりを、社会とのつながりの中でとらえよう。
2　地域に根ざした建築とまちづくりを、住む人使う人と協同してすすめよう。
3　建築とまちづくりの優れた伝統を継承し、理論や技術の発展と創造につとめよう。
4　人びとに支持される建築とまちづくりの活動をすすめ、専門性を確立しよう。
5　建築とまちづくりに関連する国内外の広い分野の人びととの交流をはかり、連帯を強めよう。
6　建築とまちづくり、生活と文化、自由のために平和を守ろう。

※新建の憲章について

「熊本地震」に学ぶ

熊本地震の特性
建築技術者への問題提起

多賀直恒（都市災害管理学）
2017年2月25日（土）17:00～1930
アミカス　2F視聴覚室
震災から、十か月
建築の専門の立場から
被害の実態から学ぶこと

九州地方の地震環境

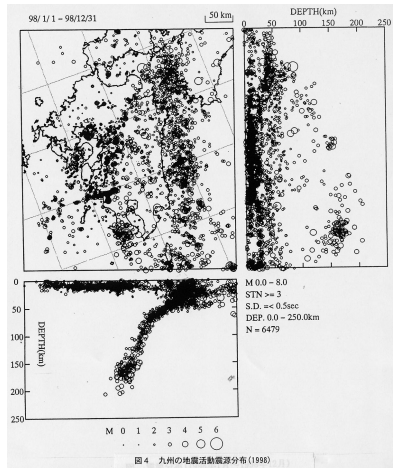


図4　九州の地震活動震源分布（1998）

地震被害から学ぶ

- 災害大国　地震が多い国　熊本で
- 地震被害　九州での地震活動度は
- 震害調査　直下の断層と阿蘇山の火山性の地形と地質・地盤が地震被害に直接影響した
- 被害報告書　各専門分野からの調査から見えてきたことは
- 被害記録の活用　建築を専門にしている立場から、何が重要な視点となるのか

学ぶ教訓は

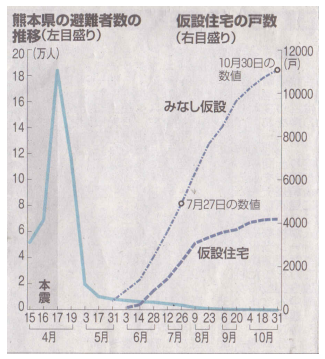
- 地震について　⇒　何処でいつ起こっても「まさか、ここで」
- 自治体として　⇒　失敗例と成功例を学習する
  知事。市長。町長の発言
- 住民は　⇒　先ず命を守った。次は何を
  仮設から住宅再建は
- **建築技術者は、何を見たか**　⇒　住宅は何故被害を受けたのか。何処に欠陥があったのか

被災地の発災直後と今

- 夜中の地震に吃驚し、先ず自分の命を守った。家族は、隣人は、 何処に避難するか。
- 安全な場所を捜した。 壊れた自宅を見て、外に安全な場所を捜した。
- 自分の居場所・避難所は身近にあった。
- 落着くと、水・食料とトイレが

避難所の開設と閉鎖

- 暮らし再出発
- 熊本被災者
- 仮設・公営住宅に
- 地震直後避難民は
- 住宅の再建は



福祉避難所

- 2004年新潟中越地震の社会協議会の対応
- 日本の21世紀の重要課題　高齢化社会における、災害弱者対応の遅れと国民意識
- 阪神大震災の避難所における状況の反省
- 時代と社会の変化に対応した緊急時の防災
- 災害弱者

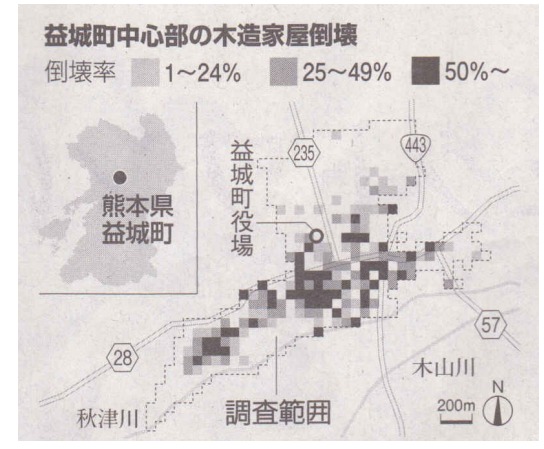
仮住まい「またーから」

- 待機所・見做し仮設へ　11月1日

避難所が閉鎖になり、待機所に引っ越した福田文子さん。1日には別の住まいに移るという＝10月31日午後、熊本県益城町、小倉耕撮影

被害を受けた建物　受けない建物

1　非木造建築は被害が少なかった⇒旧耐震の被害はあったが、主要構造部材の被害は軽微、ピロッティー柱や雑壁の被害を注目
2　非構造部材の被害も少ない⇒総じて限定的であった。マンション雑壁の損傷は居住不可能になっている。
3　木造住宅の被害は一部地域に集中⇒益城町に集中、原因は地域の地盤にある。
4　被害の差は何か⇒地形と地盤の影響、地域係数の影響、建物の整形性、ピロッティー、増築部、連発系の地震、木賃住宅、構造問題、設備問題、雑壁の役割、庁舎の耐震性、医療機関など
5　基準の見直しでなく、意識の見直しを⇒何を計画や設計にフィードバックすべきか。



被害の実態を視る

- 木造建築は、 多くが倒壊したが、
- RC造は、 必ずしも安全ではなかった。
- S造は、 外装材の剥離・落下、接合部が
- マンションは、 最近建設のマンションの玄関周りの雑壁が破壊し、出入りが出来なかった。

熊本地震での被害の特徴は

- 地震動の大きさが大きいモノが持続した。
- 構造体の欠陥が顕著なもの
- 維持管理の不全から腐食・虫害・経年など
- 構造体には欠陥がないが、

木造建築の耐震性

- 伝統構法　しっかりと維持管理されたもの
- 在来構法　瓦屋根の滑落　接合部・仕口・継手の不備なもの
- 輸入構法　概して築年数が新しいものは
- その他　土蔵や石造は

RC構造の地震被害ランク

表II-2.2　建物の被害ランク

	ランク	被害状況	スケッチ
被害軽微	I	柱，耐力壁，二次壁の損傷が軽微か，もしくは，ほとんど損傷がないもの．	
小破	II	柱，耐力壁の損傷は軽微であるが，RC二次壁，階段室の周りに，せん断ひび割れが見られるもの．	
中破	III	柱に典型的なせん断ひび割れ，曲げひび割れ，耐力壁にせん断ひび割れが見られ，RC二次壁，非構造体に大きな損傷が見られるもの．	
大破	IV	柱のせん断ひび割れ，曲げひび割れによって鉄筋が露出・座屈し，耐力壁に大きなせん断ひび割れが生じて耐力に著しい低下が認められるもの．	
崩壊	V	柱，耐力壁が大破壊し，建物全体または建物の一部が崩壊に至ったもの．	

1923関東大震災
1968十勝沖地震
1978宮城県沖地震
1995阪神大震災
2005福岡県沖地震
2011東日本大震災

地震被害
豪雪被害
津波被害
火災被害
暴風被害

鉄筋コンクリート構造の特性
付着
定着

17

マンションの被害は

- 構造被害　雑壁被害　ピロッティー　杭基礎

1 階が完全に層崩壊した旧耐震建物　外壁にせん断亀裂が入った新耐震マンション　雑壁の損傷で破損した玄関扉

18

マンション非構造壁の被害

- 建築基準法と耐震性能
- マンションの耐震性能
- 非構造壁の機能と耐震性能
- 被災度判定と居住性能
- 非構造壁の被害類型
- 地震時損傷防止策
- 新築マンションの非構造壁の設計法
- 新陳代謝するマンション

19

住宅としての生活を守る

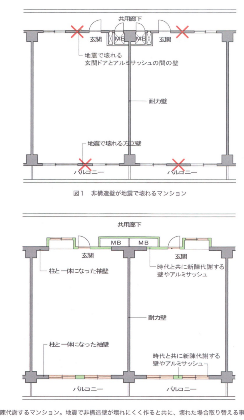


図1　非構造壁が地震で壊れるマンション

図2　外壁が新陳代謝するマンション。地震で非構造壁が壊れにくく作ると共に、壊れた場合取り替える事が出来るマンション。

建築基準法の耐震性能
⇒　敷地、構造、設備、機能、用途に関する最低の基準を定める。

目的は、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって公共の福祉の増進に資することを目的とする。

耐震性に関しては。
震度5強程度の中規模地震に対しては殆ど損傷を生じす、
震度6強から7に至る大規模地震に対して人命に危害を及ぼすような倒壊との被害を生じないことを目標としている。

22

ブロック塀の倒壊　家具の転倒

23

地変　断層　亀裂　段差

- 被災地の至る所で断層・亀裂・段差・陥没・液状化などの地変が頻発した。
- 阿蘇火山系の造山活動により噴火や堆積の土質・地質・地形が斜面を形成して崩壊しやすい地層・地相を有していた。
- 崩壊しやすい所から、滑落。滑り、陥没、段差、亀裂、或いは隆起などを生じた。

24

住宅耐震化　届かぬ目標

- 15年度までの達成　41都道府県「困難」
- 全住宅の内「耐震性あり」と考えられるものの割合。サンプル調査を基にした国の住宅・土地統計調査などから各都道府県が推計。
- 建築基準法の改正で「震度6強～7でも倒壊しない」強さが求められるようになった1981年以上の住宅や、耐震改修された住宅は「耐震性あり」ともなして算出されることが多い。

26

住宅耐震　費用負担が壁

- 所有者へ促進　自治体苦慮
- 島根県、秋田県　70%
- 福岡県　82.8%
- 神奈川県　89%

- 達成困難の理由　1耐震改修費の高さ　2高齢・単身世帯が増え、リスクを負っても構わない。　3地震が起きるという実感が広がらない。

27

熊本地震　浮かぶ倒壊理由

- 被災建物の分布と特徴

- 耐震基準　倒壊防止に有効だった。が被害を完全には防ぎきれない。
- 施工上の注意点や地盤の影響など課題。
- 木造家屋の倒壊に注目　100棟の調査　原因調査から、「柱や筋交い、土台などの接合部の接合方法や接合手段に・・・・」
- 2000年基準法の改正　接合部の金物の太さや長さの補強　00年以前が89棟　接合部の補強が基準を満たさず、00以後の家屋300棟の内倒壊は7党に留まり、4棟は、施工の不具合や地盤の状況の影響と見られた。

28

木造の被害は、

- 地域別事例
- A　旧水田・水系跡地　微地形の影響
- B　幹線道路沿い商家　プラン形状
- C　古い集落　伝統木造
- D　新興住宅地　造成地
- E　段差宅地　地形条件
- F　傾斜地　斜面地形の影響
- G　平面形態　立面形態　重量と剛性
- H　基準改定後　2000年　部材接合部

国土交通省の報告では、益城町中心部の倒壊は、1981年以降では8.7%、2000年以降の基準改正以後では2.2%だった。

29

30

31

木造の地震時の破壊モード

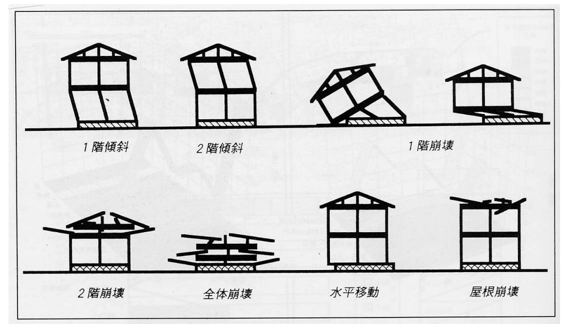


図4　倒壊モード類型図

32

建築基準法

- 第一条　最低限の安全性
- 構造　機能性　景観性　計画　設備　衛生
- 昭和25年
- 十勝沖地震　宮城県沖地震
- 昭和56年（1981）新耐震設計法
- 2000年の改正
- 2016年熊本地震の被害

伝統耐震構法

- 伝統民家は日本社会の大切な財産である。
- 太陽エネルギーに育まれた木・竹・藁・萱・藷などの植物資源を土や石や鉱物資源のみで建設された伝統民家。
- それは優れて洗練された「エコロジー建築」
- エコロジー建築とは、住まう人には健康で、建てられる地域に馴染み、地球環境への負荷を抑える建築である。
- 環境との共生と資源の循環が強く求められている現代こそ、伝統民家を見直され次世代に引き継がねばならぬ。
- 熊本地震で古い木造建築に大被害が集中した教訓として、伝統民家の耐震改修は、日本社会の重要な責務である。
- 各地の自治体が、本腰を入れて木造建築の耐震改修の取組を始めた所があるが、その動きを促進すべきである。

木造の被害の特徴と耐震診断

- 木造被害の原因は、地震動の大きさ、震度7という被害は、木造の被害率が3割
- 構造的な欠陥による被害、屋根重量が重い、壁や柱の耐震性が欠如、接合部の不全、基礎地盤に欠陥があった。
- 周辺の地形や地盤や地質の変動によって構造体に被害が生じた。 耐震性の欠陥は

壊れなかった木造建築

- 1伝統構法
- 2木造法改正
- 3増改築・リフォーム
- 4地形地盤

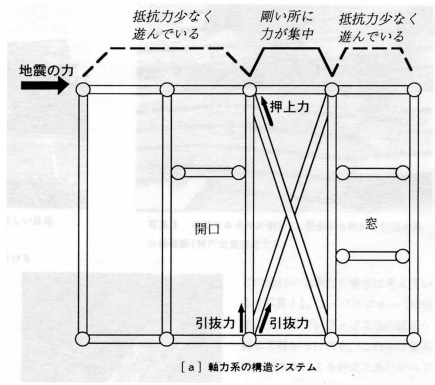
S造の被害は、

鉄骨造の被害の概要
①築35年以上の新耐震以前の建物
②接合部の基準や地盤における杭・基礎への配慮が欠ける
③低層S象の建物で、水田埋立地帯など、地耐力が低い場合など、建物を軽くする
④益城町のボーリング資料によると、10mまで、N値2程度の地耐力で軟弱地盤
⑤そのため、旧水田地帯には、低層S造が多く被害が殆ど見受けらえない。

伝統構法の耐震性

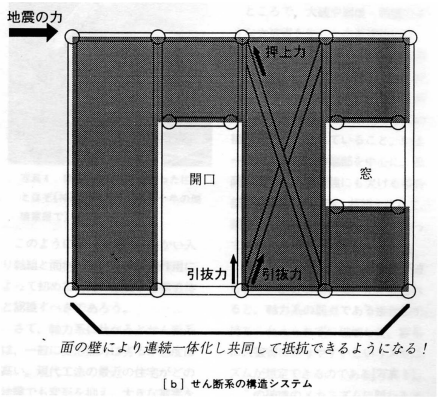
- 震度Ⅶの地震　被害率　30%
  福井地震　兵庫県南部地震
- 現代構法の耐震抵抗機構
  軸力系　せん断系
- 伝統構法の耐震抵抗機構
  曲げ系
- 伝統的技巧と工夫　①柱と貫　②土塗り壁
  ③床面剛性　④礎石と直接基礎

軸力系の構造システム



［a］軸力系の構造システム

せん断系の構造システム



［b］せん断系の構造システム

伝統構法の歴史的知恵

- 地震国日本の先進的耐震技術と伝統木造建築の構造技術の関連性
- ①超高層建築の実現　剛構造から柔構造へ
- ②積層ゴムの免震構造　礎の柱と接合部
- ③制震システム　木塔の高度な制震機構を
- ④一般の木造　揺れの成長とともに土壁の抵抗要素の一部解放と木組みの接着状態の変化が建物の周期を変え共振を避ける。

被害木造住宅の特徴

- 1. 量も不足し材質も脆くなった面材の壁が亀裂・剥離・落下を生じせん断壁として抵抗能力が失われたこと。
- 2. 筋かいの端部を中心に、断面の乏しく金物補強に欠ける接合部が踏み出しや切断・折損を生じて、架構としての抵抗能力を著しく失っていること。

木造破壊のメカニズム

- ①剛性の高い架構にはその柱脚部に回転に伴う大きな引抜力を生じ、土台や基礎への定着が不足すると柱脚が抜け河口の傾斜や転倒を引き起こす。
- ②層変形が進むと、筋かいが上部の横架材を押しその接合部が外れやすい
- ③木口から始まる木材の腐朽と金物の錆化は接合部の性能劣化を引起し架構破壊の引き金となる。

木造建築の仕組

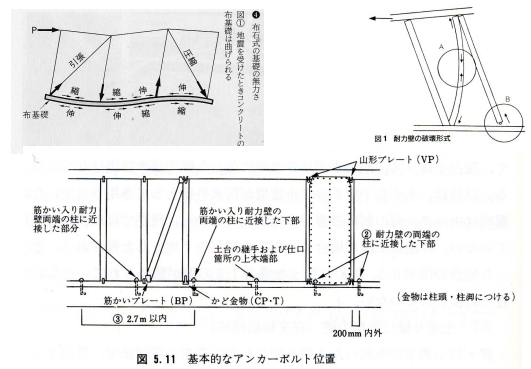
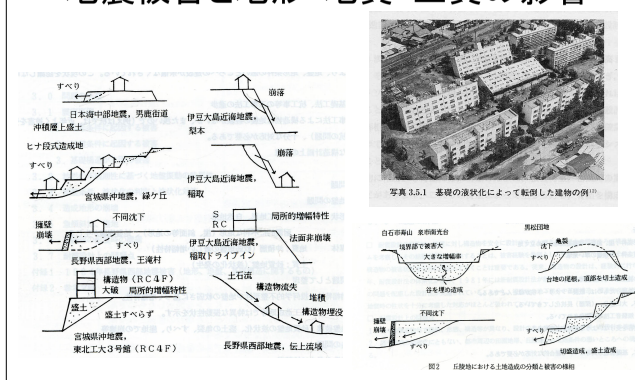
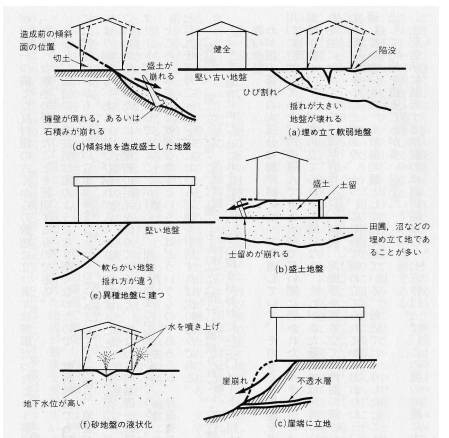


図 5.11　基本的なアンカーボルト位置

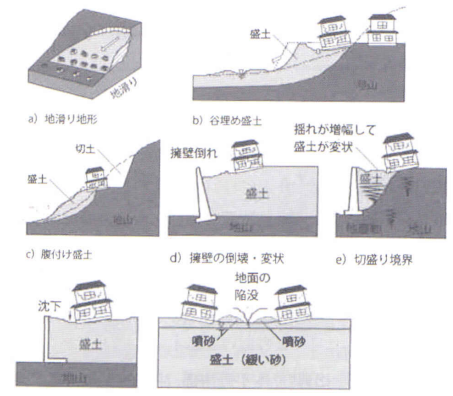
地震被害と地形・地質・土質の影響



木造と地変による被害



宅地の基礎地盤の地震被害のメカニズムによるパターン分類



纏め

- 九州の地震と被害　1975、1990、1997、2005
- 震害の特徴　地形・地質・土質
- 建築専門家の問題対応　バランス感覚
- 地域住民の意識　住宅耐震化に向けて

参考資料

- 多賀直恒：都市災害管理学の考え方、
- 多賀直恒：熊本地震の特性と建築技術者への問題提起、“建築とまちづくり”2016年11月号
- 多賀直恒：”日本の科学者“、2017年2月号
- 多賀直恒：福岡の暮らしと自治“2016年5月号
- 多賀直恒：講演資料、2017.2.25,アミカス