

津波被害と木造住宅（2011年7月7日版）

木を活かす建築推進協議会・代表理事
大橋好光

この度の「東北地方太平洋沖地震」により、多くの尊い命が失われたことに、深く哀悼の意を表し、被災者の皆様に心からお見舞いを申し上げます。

さて、今般の地震において、木造建物は、振動そのものによる被害は、比較的小さかったという報告がなされています。しかし、津波の襲来した地域では、甚大な被害を生じてしまいました。木造建物に関わるものとして、残念でなりません。

そこで、津波と木造建物の関係についてまとめました。被害をどう捉えるか、参考にしていただければ幸いです。

なお、以下の考察は、あくまでも現時点までに公表されていることからまとめたものです。今後の調査等により、修正される可能性があります。

1. 津波による木造住宅の被害

①建物の絶対的な水平耐力は、重い建物の方が大きい、すなわち、木造住宅は小さいのは事実

地震力は重さの関数です。従って、同程度の耐震性を有するように設計されている建物は、概して重いものほど、水平耐力の絶対値が大きいこととなります。すなわち、一般に、木造住宅の水平耐力の絶対値は、鉄筋コンクリート造などの重い建物よりも小さいのは事実です。

②ただし、津波が、高さが高く、速度の速いところでは、低層の建物では、鉄筋コンクリート造であっても人命を護れない

三陸の沿岸市町村では、その地形から、非常に大きな津波となり、壊滅的な被害をもたらしました。これらの町のごく沿岸部では、津波の波高が高く速度も速いことから、**写真1**のように、鉄筋コンクリート造でも横倒しになったものがあります。また、鉄骨造は、木造ほどではないが軽量で、多くは、木造と同様に破壊しています。また、**写真2**のように、たとえ骨組だけが残っても、人命を護れないことは同じです。

以上より、ごく沿岸部では、いずれの構造も「人命保護」の観点からは役割を果たせていないことが分かります。すなわち、ごく沿岸部の問題は、「低層の建物をどうするか」という問題であり、構造種別の問題ではないことが分かります。



写真1 横倒しになったRC造建物



写真2 骨組みだけ残ったS造建物

③また、津波が、一定程度以下に速度が落ちていて、また、高さも階高程度以下の場合、現代的な木造住宅は流されていないものも多い

津波によって浸水した地域でも、たとえば、石巻市や仙台平野などで、沿岸から一定以上の距離のある地域では、津波は、一定程度以下に速度が落ちており、また、高さも階高程度以下に留まります。こうした地域の場合、写真3～4に示すように、現代的な木造住宅は流されていないものもたくさんあります。

なお、木造建物は、2000年の法律改正によって、柱脚接合部の引き抜き強度の強化が図られています。これ以後の、基準を守って建てられた住宅と、それ以前の住宅では、柱脚の引き抜きに対する性能が大きく異なっています。被害の考察に当たっては、この点に注意が必要です。既存の住宅の多くは、2000年以前の建物で、それらは、一般に柱脚等の止めつけが不十分で、流された住宅のほとんどは、そうした住宅と考えられます。



写真3 残った現代的住宅（石巻市）



写真4 残った現代的住宅（仙台市）

④大断面集成材等で作られた業務用の建物（工場、庁舎など）は、構造躯体が残っているものが多い

建物の構造体（柱や梁）が、断面の大きな木材で作られた建物を「大断面木造」と呼ぶことがあります。多くは、集成材で作られています。これらの、いわゆる大断面木造で建てられた工場や庁舎などの業務用の建物のうち、漂流物がない場合には、沿岸部にあっても、**写真5～6**に示すように、構造体は残っているものもかなりあります。壁は水圧により破壊していますが、津波がすり抜けたものと考えられます。多くは、骨組みは倒壊を免れています。



写真5 残った集成材建物（石巻市）



写真6 残った集成材建物（石巻市）

2. 津波と木造住宅・木造建物の建設に関する考え方

以上のように、被害をまとめましたが、次に、今後の復興、あるいは津波被害の予想される海岸における、木造住宅・木造建物の位置づけを考えてみます。

まず、復興についての、基本的な考え方は以下の通りです。

「木造住宅は、地場産業であり、木造による住宅等の建設は、建物の復旧のみならず、林業を初めとして産業連関の裾野が広く、地域経済の復興にも大きな意味があります。また、木造建物は、地球温暖化防止に役立つことは、よく知られている事実ですから、復興住宅を木造で建てることは、一石三鳥と言えます。できるだけ木造で建てることを提案します。特に、東北地方には、大工・大工経験者の多い地域があります。そうした人々に活躍してもらうことが、迅速な復旧に有効で、かつ、地域の経済復興にも繋がります。」

次に、津波と木造建物を考える場合に、以下の2点を整理しておく必要があります。

①地域ごとに、できるだけ正確に、津波の高さと速度の実測調査・および正確な予測が必要
津波は、建物に加わる外力そのものですから、まず、その力の大きさを正確に推定するこ

とが必要です。現地調査、映像や建物の被害などから、今回の地震による津波の、詳細な実態の調査が必要です。併せて、地形を考慮した解析シミュレーションなどによって、地域ごとに、できるだけ詳細に津波の高さと速度の予測マップを作成することが必要です。そして、それらより、建物に加わった力の大きさを推定する必要があります。また、今回の地震では、「引き波」の力が強かった、とも指摘されています。これも考慮する必要があります。

②復興に当たって、どのような津波対策（津波対策の堤防の構築、避難デッキなどの避難施設の建設など）がなされるかによって、建物に求められる性能が異なる

今後、被災地には、それぞれの復興計画が示され、併せて、津波対策も提示されることとなります。高地移転や堤防の建設などがなされるでしょう。その対策の内容によって、そこに建てる建物に求められる性能も異なります。以後の提案は、これらの計画との関係で考えなければならないことは言うまでもありません。

以上の前提の下で、ここでは、仮に地域を大きく3つに分けて、対応を提案します。なお、この地域分けも、今後、再検討される可能性があります。

a. 津波の到達しない高台の復興住宅は、耐震性の高い木造で

前述のように、木造で住宅を建てることは、いくつもの優位性があります。そこで、津波の到達しない高台の復興住宅は、できるだけ木造住宅で建設することを提案します。

現代的な木造住宅は耐震性が高いことは、**写真7～8**に例を示す、近年の振動台実験等で実証済みです。また、今回の震災でも、現代住宅の振動そのものによる被害は比較的小さいことが報告されています。

また、木造は、「耐震等級2、あるいは耐震等級3」の耐震性の高い住宅を、最も安価で実現できる構法といえます。



写真7 現代的住宅の振動台実験



写真8 3階建て住宅の振動台実験

b. ごく沿岸部など、津波が高く、速いと予想される場所では、低層の居住用建物は困難

津波が高く、速度も大きいと予想される地域では、津波により建物に大きな力が加わります。そしてそれは、一般に、木造建物や鉄骨造建物の地震や台風時における水平耐力を超えると予想されます。また、前述のように、水平耐力だけから言えば、重い建物が向いていることとなりますが、鉄筋コンクリート造であっても、倒壊する場合すらあり、人命を護ることは困難です。従って、低層の居住用建物は、建設しないことが望ましいということになります。

なお、大断面木造の非住居系の木造建物は、鉄骨や鉄筋コンクリート造と同等の性能があることが、これまでの被害調査からは示されています。他構造の非居住用建物と同等の扱いでよいと考えられます。

c. 上記の2つの地域の「中間地域」には、津波に対する性能を高めた木造住宅を

ここで、「中間地域」とは、上記の「高台」と「ごく沿岸部」の中間地域のことです。「津波の速度がある一定以下に弱まっていて、津波の高さも一定以下（例えば、1階の階高以下程度、要検討）に留まる地域」をいいます。こうした地域は、石巻市から仙台平野、福島県浜通りにかけて、広範に存在します。

こうした地域については、以下のように、津波に対する性能を高めた木造住宅を建設することを提案します。ただし、この地域は、「以下の対策を取れば避難しなくてよい」ということではありません。これらの対策で、住宅をできるだけ流されないようにした上で、避難は必要です。

c-1 一般の木造住宅には、「耐震等級3」及び「基礎直結の引き寄せ金物の設置」を

上記のような地域では、1階のある程度の高さまで、津波が到達することを想定して対策を講じます。すなわち、「耐震等級3」とし一般地域よりも水平耐力を高め、かつ、**図1**のような「基礎直結の引き寄せ金物の設置」によって、引き抜き（建物の浮き上がり・移動）に対する抵抗力を高めることを提案します。

ちなみに、「耐震等級3」とするためのコストアップアップ分を含めても、鉄筋コンクリート造等に比べ、経済的に木造住宅には優位性があります。

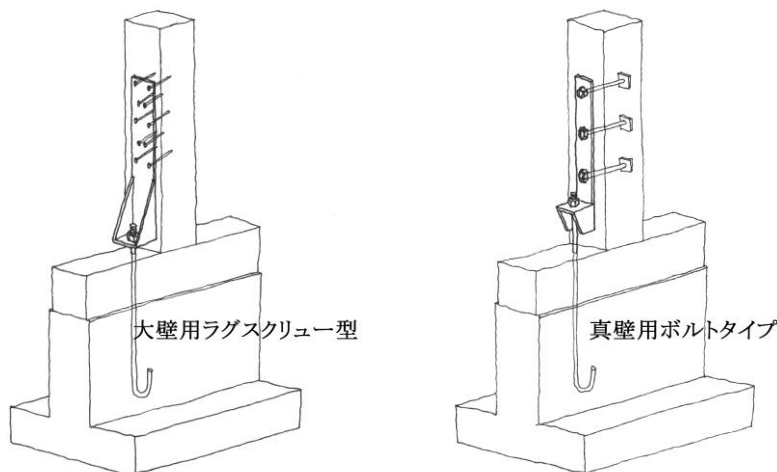


図1 基礎直結の引き寄せ金物

(注) 現代の一般的な間取り・仕様であれば、内装下地の石膏ボード張りを「準耐力壁仕様」にすれば、多くの建物は「耐震等級3」になります。そして、「準耐力壁仕様」は、釘の種類を変え、本数を増やすことで実現できます。従って、基礎直結型の引き寄せ金物と組み合わせても、実質的には、20万円もかからないと思われます。

c-2 「1階鉄筋コンクリート造で2階以上が木造」あるいは「高基礎」の建物を、より建てやすく

1階が浸水する可能性があることから、**写真9～10**のような「1階鉄筋コンクリート造で2階以上が木造」という立面混構造建物は、「1階部分の水平耐力を高める」、及び「浸水後の再利用の容易性」等からみて、有力な選択肢です。また、同様な主旨で、新潟県長岡市などの多雪区域で多用されている「高基礎」も有効と考えられます。こうした立面混構造、及び基礎を強化した建物の「簡易設計法」が作られ、また、その建築確認上の法律上の扱いの簡素化が行われれば、普及すると思われます。



写真9 残った1階RC造建物 (名取市)



写真10 同左拡大 (名取市)

おわりに

前述のように、木造住宅の建設は、住宅の再建だけでなく、地域の復興に大きな役割を果たすことができます。木造による住宅再建を中心として、東北地方に、美しい町並みがよみがえることを期待します。

なお、繰り返しになりますが、今回の考察・提案は、現時点までに公表されている被害に基づいています。今後の調査検討、及び発表される復興・防災計画によっては、内容に修正が必要になる場合もあります。