

東日本大震災の津波火災における避難拠点建物の延焼拡大要因の分析と 防火対策に関する考察

野竹 宏彰 森田 武 近藤 史朗 広田 正之 水落 秀木
(技術研究所) (技術研究所) (環境・技術ソリューション本部) (技術研究所) (環境・技術ソリューション本部)

An Analysis on Factors of Fire Spread in Buildings for Regional Public Facilities as Refuge Base by Tsunami Fire in 2011 Great East Japan Earthquake, and Functional Aspects for Fire Protection Measures against Tsunami Fire

by Hiroaki Notake, Takeshi Morita, Shiro Kondo, Masayuki Morita, and Hideki Mizuochi

Abstract

In 2011 Great East Japan Earthquake, many extensive fires occurred after tsunami. Specially, some fire occurred in elementary schools, which are regional public facilities as refuge base against major disaster. The authors describe features of fire cause, fire spread process, fire damage based on two fire incidents occurred in elementary schools in Ishinomaki and Otsuchi through the field studies. And the authors analyze and discuss about the functional requirement of fire protection measures against earthquake fire and tsunami fire.

概 要

東日本大震災における津波を起因とする火災では、1993年北海道南西沖地震での奥尻島青苗地区の火災を上回る規模の大規模な延焼火災が各地で発生した。その中でも、避難場所として指定されていた小学校に火災が類焼し、避難者が再避難を余儀なくされた事例が発生した。中央防災会議の専門調査会の報告によれば、今後の津波避難対策の一つとして、津波避難ビル等の整備促進も提言されているが、津波からの避難だけでなく、避難後も救出されるまでの安全な一時待機を実現するためには、津波後に発生が予想される火災に対しても一定の安全性を確保することが、建物の機能要件の一つになると考えられる。本研究では、実際に東日本大震災において津波後の火災によって被害を受けた小学校の火害調査結果に基づいて、延焼拡大過程やその要因を分析・考察する。それらをふまえて、津波避難上の拠点となるべき耐火建築物における避難安全上の要件について整理し、具体的な防火対策について考察する。

§ 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、広範囲な強い揺れと、巨大津波の影響により、多数の火災が発生した¹⁾。その結果、沿岸部では、1995年兵庫県南部地震をしのぐ大規模な市街地延焼火災も発生している²⁾。その中では、避難場所として指定されていた小学校に火災が類焼し、避難者が建物外の別の施設等に再避難を余儀なくされた事例も発生した³⁾。中央防災会議の専門委員会の報告⁴⁾によれば、今後の津波避難対策の一つとして避難場所・津波避難ビル等の整備促進も提言されているが、津波からの避難だけでなく、避難後も救出されるまでの安全な一時待機を実現するためには、津波後に発生が予想される火災に対しても一定の安全性を確保することが、建物の機能要件として無視できないものになる可能性がある。本研究では、実際に東日本大震災において津波後の火災

によって被害を受けた小学校の火害調査結果に基づいて、延焼拡大過程やその要因を分析・考察する。それをふまえて、津波避難上の拠点となるべき耐火建築物における避難安全上の要件について整理し、具体的な防火対策について考察する。

§ 2. 調査概要

著者らは、震災発生から約3カ月後に、日本火災学会東日本大震災調査の一環として、避難拠点施設の小学校2施設について、津波火災による被害状況(内部の延焼状況、区画の状況など)について調査する機会を得た。調査の概要は以下のとおりである。

・石巻市立門脇小学校：

調査日時：2011年6月7日(火)11時～13時

調査団：東京大学大学院、東京理科大学、東洋大学、
日本防災研究所、清水建設

・大槌町立大槌小学校：

調査日時：2011年6月8日(水)14時～15時30分

調査団：東京大学大学院、清水建設

現地調査に関しては、建物内部及び外周部を目視により観察して行った。現地調査結果を元に、鉄筋コンクリート造建物である校舎の構造体の火害度を推定して、火害等級により示すこととした。火害等級は、日本建築学会の「建物の火害診断および補修・補強方法指針(案)・同解説」⁵⁾に示されている等級(表-1)を用いた。

§ 3. 門脇小学校の火災被害

3.1 建物概要

門脇小学校は、平成22年に創立137年を迎えた、宮城県石巻市の市立小学校である。東日本大震災当時の門脇小学校の概要(情報提供：石巻地区広域行政事務組合消防本部)は以下のとおりである。

- ・所在地：石巻市門脇町四丁目2-11
- ・構造：鉄筋コンクリート(RC)造3階建て
- ・建築面積：1,783.732 m²
- ・延べ面積：5,002.851 m²(1階 1,643.651 m²、2階 1,663.03 m²、3階 1,630.03 m²、塔屋 66.14 m²)
- ・消防用設備等：消火器、屋内消火栓設備、自動火災報知機、放送設備、避難器具(救助袋)
- ・人員：職員25名 生徒304名 計329名

学校の敷地内には南側の一般教室棟と北側の特別教室棟および体育館があり、火災被害にあった建物は南側の一般教室棟(以下、被火災建物と称す)である。一般教室棟と特別教室棟の1階と2階は連絡通路で結ばれていた。被火災建物の建設工事は、新耐震設計法が導入された昭和56年以降の昭和58、59年度に行われた。

3.2 調査結果

3.2.1 火災原因

避難者が自動車を使って避難してきたため、被火災建物南側の校庭には多くの自動車が駐車してあったという情報がある。これらの自動車が津波によって校舎の方に押し流され、自動車から出火した火災が、校舎に延焼したものと推定されている^{6,7)}。

3.2.2 外壁面の状況

東日本大震災当日から約3カ月後の火害調査時の被火災建物の状況を写真-1に示す。調査時には瓦礫が撤去され、被火災建物の南外壁面を見渡せる状況になっていた。しかし、本調査以前に撮影された写真-2には、被火災建物の南側前面に車などの大量な瓦礫が

あり、これらの瓦礫に燃焼した形跡が認められた。

校庭に面する南面の外壁については、東側の1階から3階および西側の3階が熱影響によって黒変あるいは仕上げのモルタル層の脱落があり、アルミサッシはほぼ完全に消失していた。一方、西側の1階と2階の壁面は、熱影響による局所的な変色が数か所で認められたが、アルミサッシに顕著な変色・変形は認められなかった。

東面・西面・北面の外壁の仕上げ層には顕著な熱影響は認められなかった。ただし、東面のアルミサッシと北面東側の開口部は、熱影響によってガラスの割れ・アルミサッシの溶融・変形等が生じていた。

3.2.3 建物内部の状況

屋内の火害状況は、中央階段室を境として、3階東側が最も激しく、次いで3階西側、2階東側、1階東側の順であった。1階西側と2階西側の教室および廊下は火害をほとんど受けていなかった。1階と2階の中央階段には火災による熱影響は認められなかったが、3階の中央階段は火災による被害を受けていた(写真-3)。火害の大きかった3階東側にあつては、目視でわかるようなたわみが小梁に生じていた箇所があった。そのような梁には、材軸方向のひび割れあるいは断面に平行なひび割れが生じており、はり中央打継ぎ部の



写真-1 震災後の状況(2011年6月7日撮影)



写真-2 燃焼した自動車等の瓦礫⁷⁾



写真－3 中央階段の状況(左写真：1階、中央写真：2階、右写真：3階)

開き(ひび割れ)が認められた(写真－4)。また、1階、2階、3階いずれの階にあっても、教室間を隔てている防火上主要な間仕切り壁(建築基準法施行令第114条に規定されている壁)は燃え抜けずに残存していたが(写真－5)、教室等の火災室と廊下を隔てる壁は完全に焼失し、間柱のみが残っている状況であった(写真－6)。

3.2.4 建物の火害度

今回の調査は、3時間程度の目視観察によるものであり、地震による損傷と火災による損傷を区別することが難しい。それを認識した上で、被火災校舎の構造体の火害度を推定し、火害等級を判定した。火害等級の判定基準は、「建物の火害診断および補修・補強方法指針(案)・同解説」⁹⁾によった(表－1)。

図－1に火害等級の判定結果を示す。部材の取替えが必要となるような火害等級Vと判定された部材は、目視観察上は見られなかった。被火災校舎の多くの柱と梁には表層に10～20mm程度のモルタルが施工されており、床の下面には木毛セメント板が貼り付けられている。これらの材料は、構造体に対して耐火被覆に相当する効果があったと考えられる。東側2階と3階の普通教室で火害等級III～IVと推定されたところは、外部火災の火源に近かった可能性がある。また、ランチルームやパソコンルームについては、普通教室に比べて可燃物が多かった可能性がある。



写真－4 2階普通教室(火害度III～IV)の梁



写真－5 教室間の壁(左：南側窓側、右：廊下側)

3.3 調査結果の考察

門脇小学校は、震度6弱の地震を受けた後の放任火災によって述べ床面積の1/2程度が焼失したにもかかわらず、構造部材が大きく損傷することなく、建物も倒壊に至らなかった。鉄筋コンクリート構造は、大地震後であっても放任火災に耐えうる耐火性能を保持している可能性が示唆された。今回、被災建物外部で起きた火災の規模や条件に関する詳細な情報は得られていないが、延焼拡大に対する対策の立案に資するため、延焼状況の推定・考察を以下に述べる。

3.3.1 外部からの延焼

1階の火害状況は、南側の外壁面・開口部など室南



写真－6 2階普通教室と廊下間の壁の焼失

表-1 構造部材の火害の程度を示す「火害等級」⁵⁾

火害等級	定義	鉄筋コンクリート構造における具体例
I	構造耐力上、火災の影響を全く受けていない	無被害の状態
II	構造耐力上、影響はないが、表面劣化等の被害はある	表層に限定される被害がある状態
III	構造耐力上、影響が少ない(軽微な補修で再使用可能)	表面から鉄筋までの位置に被害がある状態
IV	構造耐力上、影響が大きい(補修・補強によって再使用可能)	主筋との付着に支障のある被害がある状態
V	構造耐力上、甚大な被害がある(部材の取替えが必要)	鉄筋の露出大などの被害がある状態

側の被害が大きく、廊下側の火害は小さかった。したがって、外部火災が屋内に延焼したものと推定される。なお、1階には1.8m程度の高さまで浸水した痕跡があったことや天井が火害を受けていても床上の可燃物が残存している室もあったことから、室内可燃物は湿潤状態で着火し難い状況であったと推察される。

2階は、1階よりも大きな火害を受けていた。中央階段室にはほとんど火熱が進入した形跡がなく(写真-3)、階段室を通じて1階から2階に延焼した可能性はない。一方、津波によって押し流された自動車や瓦礫などの外部の燃焼物は、1階開口部上端よりも高い位置まで積み重なっていた可能性がある(写真-2)。外壁面の火害状況やアルミサッシの焼失状況から判断して、2階の屋内火災は、被火災建物の南側開口部を通じて外部火災が屋内に延焼したものと推定される。

3階は、階全体が火害を受けていた(図-1)。2階から3階にかけての中央階段室には火害がなかったため、2階の屋内火災が階段室を通じて延焼した可能性はない。外壁の火害の状況から、3階の東側にあつては、外部火災あるいは2階の火災の噴出火災が南側の開口

部を通じて屋内に延焼したものと推定される。

3.3.2 3階における屋内の延焼

1階と2階の屋内火災の範囲が中央階段室よりも東側に限定され、中央階段室およびそれより西側の廊下・教室は火災による被害をほとんど受けていなかった。しかし、3階は東側のみならず西側でも屋内火災が発生していた。当時は北北西の風(風速1.5m/s)が吹いていたとの情報や、津波来襲時に在館者が北側の開口部を通じて裏山に避難したとの情報がある。したがって、1階と2階にあつては、中央階段室北側の特別教室棟との連絡通路や裏山に面する2階西側の廊下北側開口部から在館者が避難し、その後、それらの開口部が開放されたままの状態であった可能性がある。この場合、北側開口部から流入した空気が校舎内を通じて南側開口部から流出する流れが生じる。この空気の流れによって、1階と2階における中央階段室以西への延焼を抑制した可能性が考えられる。一方、3階は、中央階段室の北側に連絡通路がなく、また、窓などの開口部は冬場で閉鎖していた可能性が高い。このため、3階には北側からの外気の流入がなく、東側の火熱が

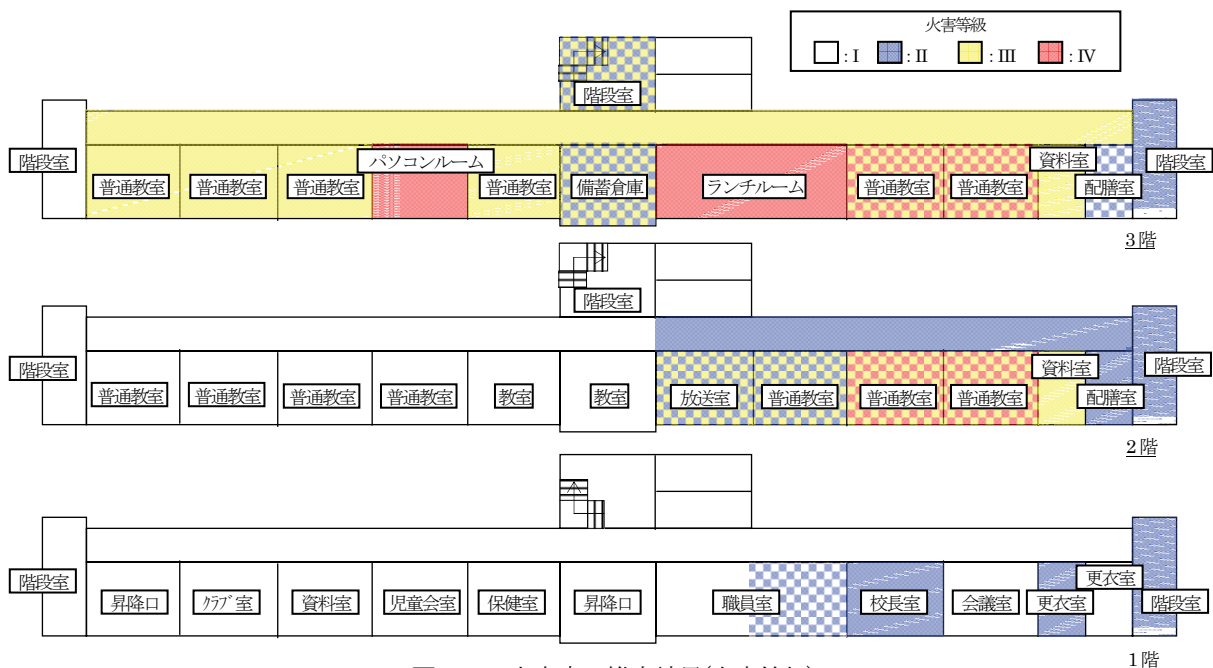


図-1 火害度の推定結果(火害等級)

廊下を通じて西方向へ伝播し、教室と廊下を隔てる壁には防火機能がないために廊下側から教室に延焼したと推察される。

§ 4. 大槌小学校の火災被害

4. 1 建物概要・出火時の情報

現地調査に基づく大槌小学校の建物概要は以下の通りである。

- ・所在地：岩手県上閉伊郡大槌町上町
- ・建物規模：4階建て
- ・構造：RC造または鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造、4階屋根梁のみ鉄骨(S)造
- ・室構成：1階から3階が教室等、4階はプール

写真-7に地震後2011年8月6日時点の航空写真⁸⁾を示す。写真下側(建物南側)が海である。各階の平面図を図-2に示す。なお、写真-8～写真-10および図-2の写真中の通り符号は、以降に記述する被害の説明のために付した仮番号である。

出火日時、鎮火日時は不明である。2011年3月11日(金)14時46分の地震発生後、津波が押し寄せ、夕刻には火災が発生したとの情報もある。気象庁の記録によれば、被災当日(3月11日)15時頃の天候は、釜石市で曇り、風は西南西の風、風速2.9m/sであった。

4. 2 調査結果

4. 2. 1 火災原因

建物外部に火源として石油系可燃物(がれき、自動車)が存在したとの情報がある。石油を含浸したがれきや自動車が津波によって校舎南面や西面に流れ着き、津波が引いた後、建物外部に残存したのがれきが火源となって出火し、その火災から校舎内部に延焼したものと推定される。

4. 2. 2 外壁面の状況

写真-8～写真-11および図-2に外壁面の火災状況を示す。写真-8を見ると、南側外壁面1～3通は全層火害を受けている。3～4通は1階～2階が火害を受けておらず3階以上が火害を受けている。4～5通の1階は火害を受けているが、2階は火害を受けておらず、3階以上が火害を受けている。

西側外壁面の1通-A1通付近の火害が最も激しく、次いで南面1通～2通外部架構の火害が激しい(写真-8～写真-10)。西側外壁面2階の1通-A2通付近は爆裂により鉄筋が露出しており、その周囲は仕上げモルタル(または弾性吹き付け材)がはがれ、無数の亀甲ひび割れおよびコンクリートの変色が見られる(写真-11)。躯体コンクリート表面は灰白色～淡黄色(推定受熱温度600℃以上⁹⁾)を示している。南側1通～2通の外部架構は、仕上げモル

タル(または弾性吹き付け材)がはがれ、2階1通-A1通柱北面に爆裂が見られる(写真-12)。

4. 2. 3 建物内部の状況

写真-13～写真-16に建物内部で火害の激しい室の一例を、図-2に火害等級の判定結果を示す。火害等級の判定は「建物の火害診断および補修・補強方法 指針(案)・同解説」⁵⁾に基づいて実施し、室を構成する柱・梁・壁・床それぞれの火害等級の内、最大のものを室の火害等級とした。

火害の程度は3階が最も激しくかつ広範囲で、次いで2階、4階、1階の順に火害の程度は緩く、火害を受けた範囲も小さい。

3階は南側の教室(5-1教室～6-2教室)(写真-12、13)および北側の図書室が最も激しく火害を受けており、火害等級はIIIと判定した。南側の教室(5-1教室～6-2教室)の教室間を隔てる壁(写真-12)および西側外壁面室内側のRC柱(またはSRC柱)およびRC壁は、激しく火害を受けている。壁面の仕上げ材(または断熱材)が焦げ付いて残存し黒色を呈した部分と、表面に無数のひびわれが見られ灰白色から淡黄色を示している部分がある。教室・廊下間の乾式間仕切り壁は、下地鉄骨を残して大半が脱落している(写真-15)。6-2教室上部の梁および屋根スラブ下面は、北側で断熱材が焼け焦げて残存しており、南側で断熱材が消失してすすが付着している。天井の仕上げ材は脱落し、天井下地材は変形しているが残存している(写真-13)。

図-2において2階南西の4-2教室を火害等級IVとしているのは、外面が爆裂して鉄筋が露出している西面外壁の火害等級をIVとしたためであり、室内の部材の火害等級はIIIである。

4. 3 調査結果の考察

大槌小学校は、前節の門脇小学校と同様放任火災であったと推定されているにもかかわらず、構造部材が大きく損傷することなく、建物も倒壊に至らなかった。しかし通常地震後火災と異なり外部火災が内部に延焼するという津波後火災特有の現象が見られ、かつ上階延焼や複数層同時火災と思われる火災状況を呈している。このような延焼拡大に対する対策の立案に向けて、延焼状況の推定を試みた。

4. 3. 1 外部からの延焼

火源は、津波により漂流し建物外壁に衝突して集積した石油系可燃物(石油を含浸したガレキ、自動車)と推定される。それは建物外部の南側、西側および北西側に存在し、特に南西位置に火災高さの高い火源が長時間存在したと推定される。近辺の釜石市で15時頃西南西の風が吹いていたことから、火災が建物に向かってなびいて建物内部に着火した可能性がある。3階内部が最も広範囲に延

焼し、2階内部は壁のない位置で燃え止まっていることから、まず3階内部に着火し、続いて2階内部に着火したと推定される。外部火源から内部への延焼経路を以下の<1>～<5>のように推定した。

- <1> 建物外部南側1通～3通間の火源は火炎高さが4階近くまで達し、風で火炎が傾いて3階内部へ延焼し、その後、2階内部へ延焼した。
- <2> 建物外部南側3通～6通間の火源は火炎高さが2階に達しない程度で、外壁ガラスが割れて外壁外面が一部火害を受けたが、内部に延焼はしなかった。
- <3> 建物外部西側A通～B2通間の火源は火炎高さが4階レベル近くまで達し、西側外壁面(A通～B2通間)が長時間加熱を受けた(写真-10)。
- <4> 建物外部E通-1通～2通間の火源は火炎高さが3階レベル近くまで達したが、2階内部には延焼しなかった。1階内部への延焼の有無は不明である。
- <5> 建物外部北側-1通～2通間の火源は火炎高さが2階に達する程度で、外壁ガラスが割れて外壁外面が一部火害を受けたが、2階内部には延焼しなかった。1階内部への延焼の有無は不明である。

4.3.2 内部での延焼および上階延焼

1階は内部には延焼していない。1階は南面のガラスが割れていることから2階レベル程度まで津波で浸水し、着火し難い状況であったと推定される。2階以上について、内部での延焼経路を、以下の<6>～<8>のように推定した。

- <6> 3階内部は、南面1通～3通を起点として層全体に延焼した。内部火災により、南面1通～3通のA通外部架構とA2通外壁の間に噴出火炎が発生し、4階に延焼した。南面3通～5通、西面B2通～C通、2通面-C通～E通およびE通面-1通～2通から噴出火炎が発生し、4階梁や壁に延焼した。
- <7> 2階内部の延焼は、南面1通～3通を起点として1通～3通間-A2通～C通間程度にとどまった。内部火災により、南面1通～3通のA通外部架構とA2通外壁の間に噴出火炎が発生し、3階に延焼した。
- <8> 南面3階からの噴出火炎により4階2通～5通および2通面A2通～E通の外壁面のガラスが一部割れて内部へすすが侵入した。南面2通～5通および西階段からも内部へすすが侵入した。



写真-8 南側外壁1通～5通間



写真-9 西側外壁面
C通～F通間

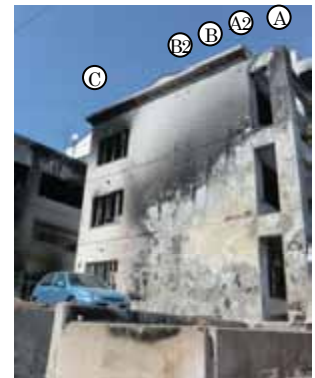


写真-10 西側外壁面
A通～C通間



写真-11 西側外壁面1階B2通～A通間拡大



写真-7 東日本大震災後の大槌町航空写真⁹⁾



写真-12 2階4-2教室1通-A通外部柱



写真-13 3階6-2教室東側壁面



写真-14 3階6-2教室東側壁面_爆裂部拡大



写真-15 3階ホールから南側廊下



写真-16 3階図書室西側(左が南面)

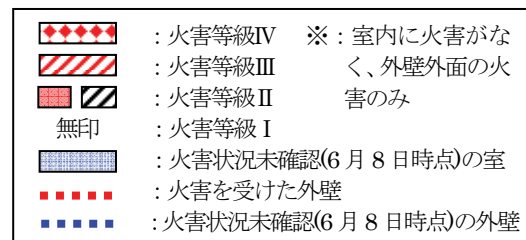
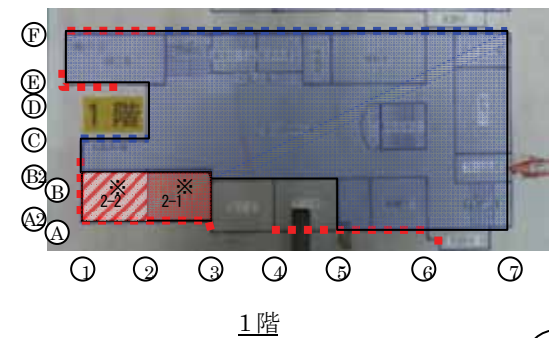
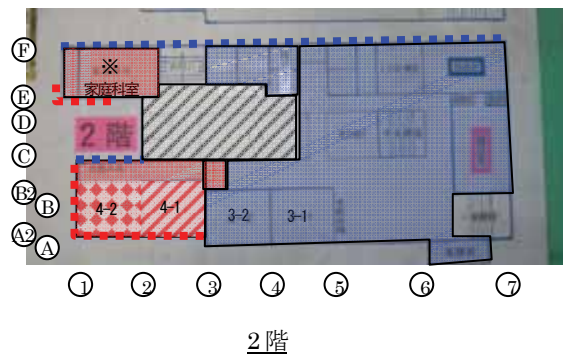
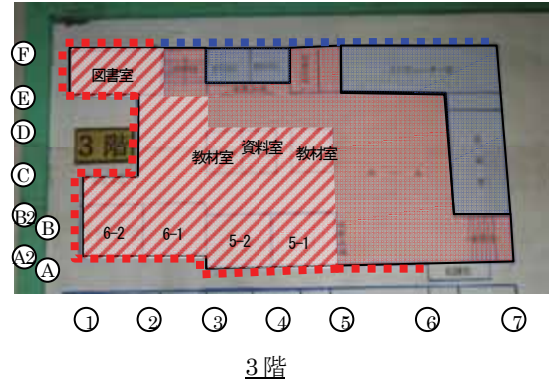
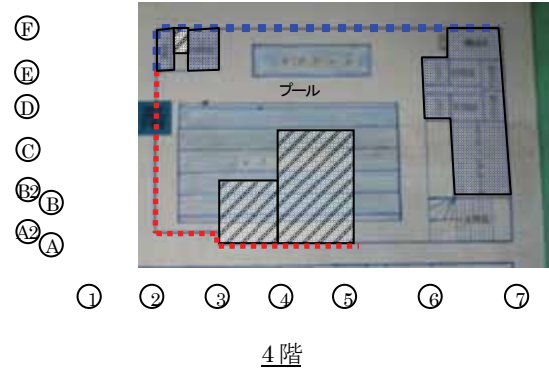


図-2 火害度の推定結果(火害等級)

§ 5. 防火対策に関する考察

5.1 火害調査結果から見た防火対策に関する考察

前章に記した2つの被害事例の調査結果から、防火対策に関する考察を以下に列記する。

①RC造の地震後の耐火性能

今回調査した門脇小学校はRC造であった。また、大槌小学校も1階～3階はRC造またはSRC造であった。特に門脇小学校では地震後・津波後に火災が発生し、消防による消火活動がなされない状況で床面積の約半分を焼失したにも係わらず、構造部材に大きな損傷はなく、建物も倒壊に至らなかった。火災が発生した校舎は新耐震設計法導入以降に工事されており、地震を受けた後でも放任火災に耐えうる耐火性能を有することを示したと言える。門脇小学校の火災は、②で述べる副次的効果も寄与したこともあるが、RC造が高い耐火性能を有する建物構造であることを改めて認識させるものであったと言える。

②構造部材の仕上げ材の耐火被覆効果

門脇小学校では、建物の崩壊を免れた要因として、ほとんどの柱及び梁の表層に10～20mm程度のモルタルが施工されていた。また、床下面には木毛セメント版が貼付されていた。大槌小学校でも、外壁の弾性吹付仕上げ材が損傷したものの躯体には火害を受けていない部分が見られた。これらの仕上げ材は、構造部材に対して耐火被覆的な役割を果たしたと考えられる。

③教室と廊下間の壁の延焼防止機能

調査した2つの建物は、いずれも教室側の外壁面から廊下方向に延焼した事例が数多く見られた。教室間の壁は延焼防止機能を有していても、教室と廊下を隔てる壁に延焼防止機能がなく、廊下を経由して他室に延焼拡大したと考えられる。特に門脇小学校では、3階東側の火災が廊下を通じて西側に延焼し、さらに廊下から教室側に延焼したと推定された。津波火災のような外部からの延焼経路が焦点になる場合は、廊下と教室を隔てる壁の延焼防止機能も重要になると言える。

④庇と段差の効果

門脇小学校では、東側階段室において、1階と2階の窓は熱影響を受けていたが、ガラスの破損や窓枠の大きな変形は見られなかった。これは東側階段室1階出入口の庇が当該出入口付近の火炎の立ち上がりを遮ったためと考えられる。また、中央昇降口の大きな庇や昇降口部分の地面と1階床面の段差は、瓦礫等が校舎に近接することを抑制した可能性もある。このように庇や段差を有効に設けることで、外壁を介した火災の延焼を抑制できる可能性が示唆される。

5.2 被害事例から得られた防火対策上の課題

2つの津波火災による被害事例から、津波火災の特徴と防火対策の例をまとめたものを表-2に示す。今回調査した2事例は、いずれも建物外部の火災が内部に延焼したものである。津波火災の特徴として、①外部からの可燃物・火源の接近、②複数箇所での火災発生、③外壁部分からの上階延焼が挙げられる。火災シナリオの観点から見れば、こうした津波火災の特徴は、例えば同時複数の火点等、建物の通常の火災安全設計では比較的稀な事象として捉えられている側面を含んでいる。被害事例の特徴を踏まえて、津波火災に対する対策を考える上で、火源設定をどのように考えるべきかについては、今後議論を深めていく必要がある。

防火対策上の観点としては、以下の4点について整理する。

①外周部の対策

外周部における留意点は、津波による建物周りの可燃物集積及び敷地外からの可燃物・火点の接近への対策が中心になる。具体的な対策の例として、建物1階床レベルの嵩上げや樹木・塀・柵等を活用した緩衝帯の設置等が考えられる。

②外部から屋内への延焼防止対策

外部から屋内への延焼防止対策としては、外壁開口部の延焼防止策が考えられる。具体的には、網入りガラス等を活用した開口部の延焼防止機能の向上等が挙

表-2 津波火災の特徴と防火対策例

津波火災の特徴	外周部の対策	外部から屋内への延焼防止対策	屋内の延焼防止対策	避難上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> 外部から可燃物が来る 外部から火源が来る 火点が1箇所とは限らない 外壁を介した上階延焼 	<ul style="list-style-type: none"> 建物周りの可燃物集積 →建物1階床レベルの嵩上げ →樹木等を活用した緩衝帯の設置 敷地外からの可燃物・火点の接近 →樹木・塀・柵等を活用した緩衝帯の設置 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁開口部を経由した上階延焼 →窓ガラスの延焼防止機能の向上(網入りガラス等) 	<ul style="list-style-type: none"> 教室から廊下への延焼 →教室-廊下間の壁の延焼防止機能の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 退避経路の確保 →別棟、敷地外への経路の確保 →他棟への上層階での連絡経路の確保

げられる。

③屋内の延焼防止対策

屋内の延焼防止対策としては、教室から廊下への延焼防止対策が重要となる。具体的には、教室と廊下を隔てる壁の延焼防止機能の向上等が挙げられる。

④避難上の留意点

今回の2つの事例では、火災による人的な被害は報告されていない。しかし、もし悪い条件が重なったとしても、人命安全を最大限確保するような対策を検討しておくことは、特に災害時の避難場所としての活用が予想される建物においては重要である。一時待機が求められる建物であっても、緊急時の脱出という観点から、他の棟や敷地外への避難経路の確保を検討しておくことが必要になる。さらに、津波による浸水も考慮し、建物の上層階での連絡通路も有効であると言える。また、③で指摘した廊下の延焼防止機能の向上や、階段室の防火区画の確実性向上等も延焼拡大を抑制すると共に、避難上もプラスに作用すると考えられる。

§ 6. おわりに

本報では、2011年東日本太平洋沖地震で発生した津波火災における小学校の被害事例について、現地調査に基づく被害の状況と延焼拡大の要因について整理考察した。そして、防火対策上の観点から延焼拡大要因と課題をふまえて、今後の津波火災対策を計画する上で必要な観点について考察した。

今回の地震における火災被害の全体像に関しては、今後さらに詳細な実態の把握、分析、考察が必要である。今後も引き続き津波火災に関する知見を深め、目的指向・目標指向の観点から、その建物が持つ地震時の役割に応じた防火対策の提案等につなげていきたい。

<参考文献>

- 1) 関澤愛：“東日本大震災における地震火災の全体様相と注目すべき特徴”，安全工学シンポジウム2011講演予稿集，2011.7，pp 230～233.
- 2) 山田常圭，廣井悠，坂本憲昭：“三陸沿岸市街地の津波火災の発生状況”，安全工学シンポジウム2011講演予稿集，2011.7，pp 234～237.
- 3) 廣井悠，山田常圭，坂本憲昭：“山田町の大規模市街地火災及び大槌町での津波火災発生状況”，安全工学シンポジウム2011講演予稿集，2011.7，pp.238～241.
- 4) 中央防災会議：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告，2011.9.28.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/houkoku.pdf> (2011年11月アクセス)
- 5) 日本建築学会：“建物の火害診断および補修・補強方法 指針(案)・同解説”，2010.2.
- 6) 小林恭一：“岩手県、宮城県の津波被害と火災被害”，東京理科大学 グローバル COE プログラム『東日本大震災の津波と火災：現地調査報告会』資料，2011.5.
- 7) 田中哮義：“東日本大震災に伴う火災の調査から得られる教訓”，安全工学シンポジウム2011講演予稿集，2011.7，pp 248～251.
- 8) Google Earth 2011年8月6日時点掲載

謝辞

現地調査にご協力いただいた日本火災学会東日本大震災調査委員会、石巻地区広域行政事務組合消防本部及び石巻消防署、大槌町教育委員会の関係者の皆様、並びに今回の地震火災の概要及び調査に関する資料の引用をご快諾いただいた関澤愛教授、小林恭一教授をはじめ東京理科大学グローバル COE プログラム「先導的火災安全工学の東アジア教育研究拠点」の皆様、山田常圭特任教授をはじめ東京大学消防防災科学技術寄附講座の皆様、神戸大学都市安全研究センター北後明彦教授に、心から謝意を表します。

