

消火活動における消火剤の有効性に関する研究

(その1. 基礎消火実験1)

渡邊 茂男*, 齋藤 仁**, 篠原 雅幸***, 赤坂 浩****, 坂本 利行*****

概 要

本研究は、消火剤の消防隊が行う消火活動への有効性を確認することを目的として、基礎消火実験及び実大建物火災消火実験を通じて普通(建物)火災における消火剤の消火効果を明らかにするとともに、消火剤の性状、保存性及び安全性を確認した。

本実験は、2 単位クリブを用いた同一条件下における消火実験を行い、消火剤の普通火災に対する消火効果に関する基礎的な資料を得ることを目的として実施した。

当実験より、次のことが結果として得られた。

- (1) 消火に必要な放水量は、リン酸塩類系消火剤のハイパーウェットAが水に対して約 1/3 であり、界面活性剤系消火剤のフォスチェック(普通火災用)及びジェットフォーム3 (油脂火災用) が水に対して約 1/2 であった。
- (2) 界面活性剤系消火剤のフォスチェックとジェットフォーム3 の消火効果に明らかな差は見られなかった。
- (3) 界面活性剤系消火剤は、0.1%の使用濃度で十分有効であった。

1 はじめに

近年、消防活動において焼損と同様に水損による被害の軽減が要望され、また各種の普通火災用消火剤が開発されておりこれらの活用策の研究が求められている。

そこで本研究は、消火剤の消火活動への有効性を確認することを目的として、基礎消火実験及び実大建物火災消火実験を通じて普通火災(建物火災)における消火剤の消火効果を明らかにするとともに、消火剤の性状、消防活動に適用するに当たっての保安全性及び安全性を確認した。

本報告は、2 単位クリブを用いた同一条件下における消火実験を行い、消火剤の消火効果に関する基礎的な資料を得ることを目的として実施した。

2 実験期間等

2.1 実験期間

平成12年7月10日から8月11日の1ヶ月間

2.2 実験場所

消防科学研究所燃焼実験室

3 実験方法等

3.1 概要

実験は、図1のように、燃焼室内に消火器の技術上の

規格を定める省令に基づく普通火災に対する消火能力単位2のクリブ1個を配置し、ガソリン0.5リットルを助燃材として3分間燃焼させた後、フォッグガン1線を使用し、開口部からクリブに向け一定の時間放水し、消火までの放水量、室内及びクリブ内の温度、室内の燃焼生成ガス

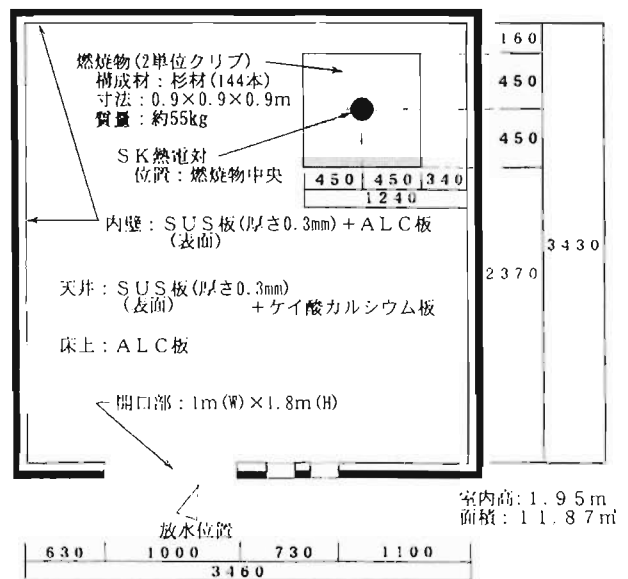


図1 燃焼室平面図

*第一研究室 **志村消防署 ***玉川消防署 ****東村山消防署 *****第三消防方面本部

等の発生量、開口部における放射受熱量を測定した。なお、消火の可否については放水終了後5分以内に再燃しないことにより判断した。

3.2 燃焼室及び燃焼物等の設定

(1) 燃焼室の規模、構造等

燃焼室には、図1に示す小屋(室内幅3.46m、室内奥行3.43m、室内面積11.87㎡、室内高1.95m、容積23.14m³)を使用した。

燃焼室の構造は、内壁を軽量コンクリート板下地にステンレス板(厚さ0.3mm)張りとし、天井はケイ酸カルシウム板下地にステンレス板(厚さ0.3mm)張りとした。

なお、消火のための放水及び内部目視観察のため、開口部は幅1m、高さ1.8mの大きさで、正面側に1カ所設けた。

(2) 燃焼物及び設定

燃焼物は、消火器の技術上の規格を定める省令(昭和39年9月17日、自治省令第27号)に基づく普通火災に対する消火能力単位2のクリブ(3cm×3.5cm×90cmのスギ材144本の26段積み、質量:約55.2kg)とし、図1のとおり正面開口部から向かって右奥角に高さ25cmの鋼鉄製架台を置き、その上に内壁に平行となるよう設定した。

なお、クリブ直下の鋼鉄製架台下には、オイルパンを設定し、内部に水深3.5cmまで水を張り、上部に500ミリのガソリンを入れ助燃材として使用した。

3.3 対象とした消火剤

実験に使用した消火剤は、普通火災用の消火剤として市販されているリン酸塩類系消火剤と界面活性剤系消火剤から各1種類と、当庁が保有する油脂火災用の合成界面活性剤系泡消火剤のうち1種類の合計3種類とした。表1のとおり、リン酸塩類系消火剤としてはハイパーウェットA(宮田工業(株)製)、普通火災(A火災)用の界面活性剤系消火剤としては米国で開発されたフォスチェック(古河テクノマテリアル販売、Solutia社製)及び当庁が保有している油脂火災用泡消火剤からジェットフォーム3(ニッタン(株)製)を選定した。

使用濃度は、フォスチェック及びジェットフォーム3については0.5%、0.3%、0.1%とし、ハイパーウェットAは3%とした。

この濃度は、フォスチェック及びハイパーウェットAについては普通火災用であることからカタログ上の使用濃度範囲とし、ジェットフォーム3については、泡消火剤のカタログ上の使用濃度は3%であるが、泡消火剤として使用するのではなく普通火災用として使用することから、フォスチェックと同じ濃度とした。

なお、消火剤と水の混合方法は、水槽付きポンプ車の1t水槽を使用し、同水槽内の上水に所定濃度を得るに必要な消火剤(原液)を混合し、十分攪拌したものをを用いた。

3.4 放水器具等

放水器具はフォッグガンとし、放水条件は放水圧力

表1 対象消火剤

種 類	リン酸塩類系	界面活性剤系	
品 名	ハイパーウェットA	フォスチェック	ジェットフォーム3
用途等	普通(建物)火災用	普通火災用	油脂火災用
主成分	リン酸塩類	合成界面活性剤	合成界面活性剤
カタログ濃度	3.0%	0.1~1.0%	3.0%
使用濃度	3.0%	0.1・0.3・0.5%	0.1・0.3・0.5%

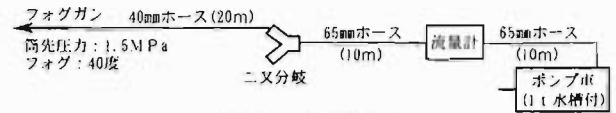


図2 放水体系

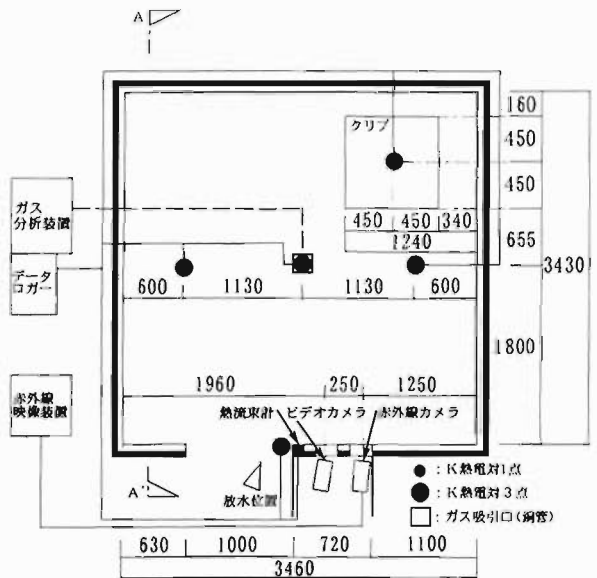


図3 燃焼室における測定機器等の配置図(平面図)

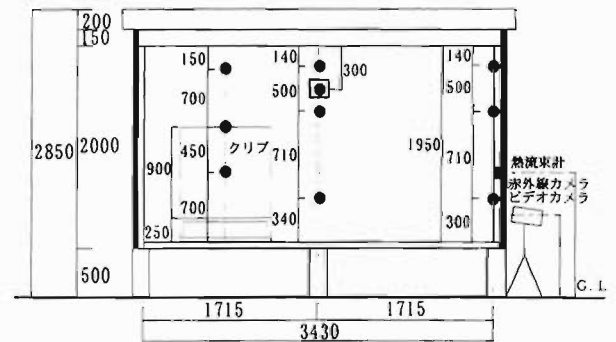


図4 燃焼室における測定機器等の配置図(A-A'断面図)

1.5MPa、フォッグ40度、放水量を毎分約210リットルとして実施した。また、送水は、水槽付きポンプ車を使用し、図2のとおり長さ10mの65mmホース2本(途中で流量計を設置)から二又分岐を介して40mmホース1線を延長した。

3.5 測定項目等

(1) 測定項目

測定項目は、消火までの放水量、点火から20分間の

クリブ(2点)及び燃焼室内の温度(11点)、室内の燃焼生成ガス等の発生量(1点)、開口部における放射受熱量(1点)について行うとともに、この時の燃焼、消火状況等を目視、ビデオ撮影及び赤外線映像装置の撮影により観察、記録した。

測定機器等の設定位置は、図3及び図4に示したとおりである。

(2) 測定機器等

ア 放水量

放水量は、K社製の電磁流量計で測定した。

イ 温度

温度は、シース型K熱電対(JIS C 1605規格品、シース外径：1.6mm、素線径：0.3mm)で測定した。

ウ ガス(O₂、CO、CO₂)濃度

ガス濃度は、M社製 OXYGEN METER、F社製 Infrared Gas Analyzerで測定した。

エ 放射受熱量

放射受熱量は、熱流束計(M社製、最大放射受熱量5.0W/cm²)で測定した。

オ データ収録

データは、N社製ノートパソコンとT社製スイッチボックスを使用し、測定インターバルは2秒で収録した。

カ 燃焼及び消火の状況

燃焼及び消火の状況は、S社製デジタルビデオカメラとA社製の赤外線映像装置(測定レンジ：170.6℃～502.6℃、放射率：1.00、測定インターバル2秒)で測定した。

3.6 消火要領

消火は、クリブを3分間燃焼させた後、燃焼室の正面側開口部から消防活動に経験を有する所員一名の手持保持によりクリブ全体に放水時間を定めて連続して放水を行い、放水終了後5分以内の再燃の有無により消火の可否を判定した。なお、放水時間については、表2に示したとおりである。

また、消火の判定は目視及びビデオ撮影によった。

4 実験結果

4.1 概要

水だけ及び3種の消火剤による消火実験結果の概要は、表3のとおりである。

4.2 水だけによる消火状況

水と消火剤の消火効果を比較するための基準として、水だけを使用した場合に、2単位クリブを何秒間の放水で消火できるかを確認した結果、表3のとおり放水時間20秒(放水量70.8リットル)では放水終了後1分43秒に再燃し消火不能であったが、放水時間30秒(放水量106.4リットル)では、消火できた。

このときのクリブ中心部の温度変化は図5のとおりである。

4.3 同一放水時間での消火効果

表2 放水時間等

消火剤等	使用濃度	放水時間
水	—	20秒、30秒
ハイパーウェットA	3.0%	10秒、15秒、20秒
フォスチェック ジェットフォーム3	0.5%	10秒、15秒、20秒
	0.3%	15秒、20秒
	0.1%	15秒

表3 基礎実験結果の概要一覧表

実験条件		実験結果					
消火剤等の種類	濃度(%)	放水時間(秒)	消火の可否	クリブ中心部の温度(℃)			再燃時間(分:秒)
				放水開始時	放水終了時	放水終了1分後	
水	—	30	○	1067.0	209.2	196.6	—
		20	×	1039.0	585.7	499.5	1:43
ハイパーウェットA	3.0	20	○	987.9	342.1	161.0	—
		15	○	1065.6	452.9	185.3	—
		10	○	1078.9	549.6	124.0	—
フォスチェック	0.5	20	○	1038.2	279.8	149.7	—
		15	○	1054.0	332.5	197.2	—
		10	×	1040.2	653.2	454.2	1:23
	0.3	20	○	1088.3	69.5	51.7	—
		15	○	1035.7	390.6	198.8	—
		0.1	15	○	1047.5	340.0	190.8
ジェットフォーム3	0.5	20	○	1070.8	85.2	85.0	—
		15	○	1030.2	391.4	153.7	—
		10	×	1080.7	597.5	243.0	4:50
	0.3	20	○	1045.6	65.2	49.0	—
		15	○	1015.1	426.4	226.9	—
		0.1	15	○	1024.2	456.1	228.1

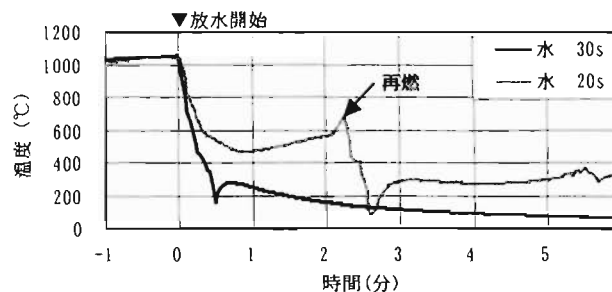


図5 水による消火時のクリブ中心部の温度変化

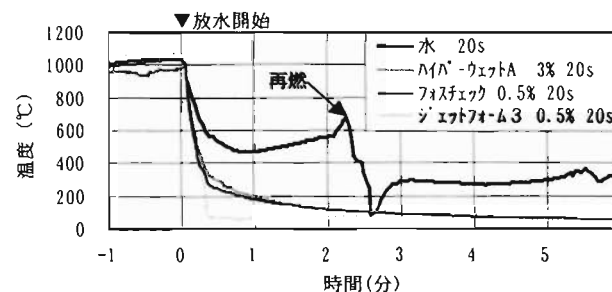


図6 20秒間放水時の各消火剤等クリブ中心部の温度変化

消火剤の消火効果を把握するため、放水時間を20秒とし、水とハイパーウェットA(3%)、フォスチェック(0.5%)及びジェットフォーム3(0.5%)について、放水後の温度変化を比較した。

その結果、放水時間20秒間の放水量は若干異なっているが図6のとおり、水は約500℃まで一旦低下した

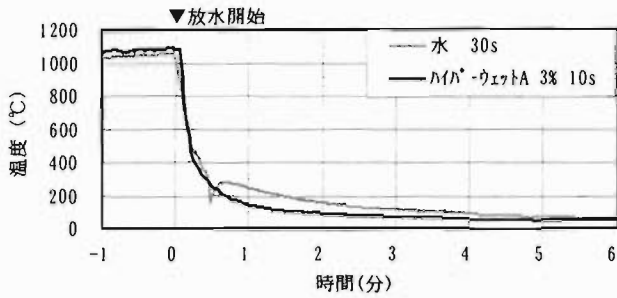


図7 水とハイパーウェットAのクリブ中心部の温度変化

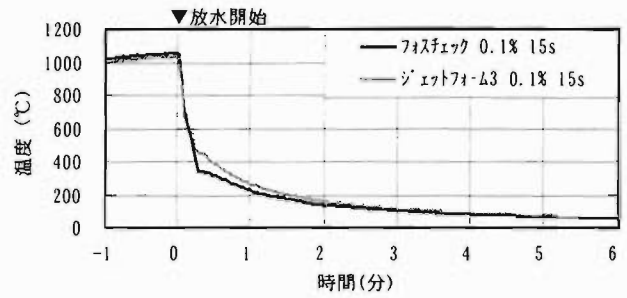


図10 界面活性剤系消火剤(0.1%)のクリブ中心部の温度変化

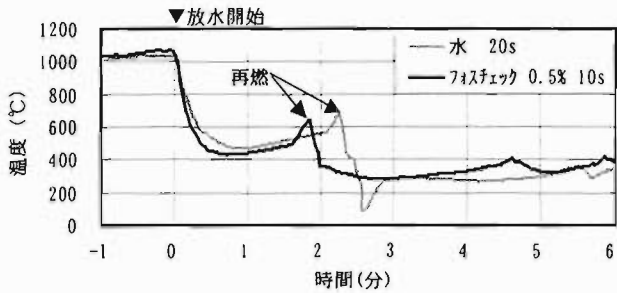


図8 消火不可能時のクリブ中心部の温度変化

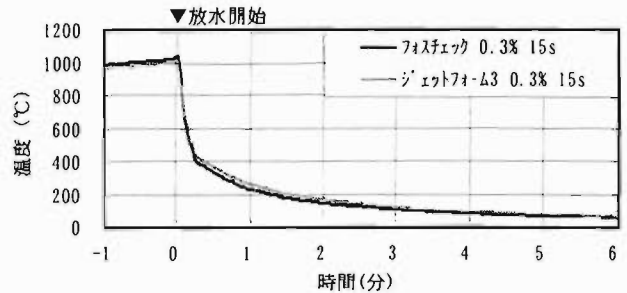


図11 界面活性剤系消火剤(0.3%)のクリブ中心部の温度変化

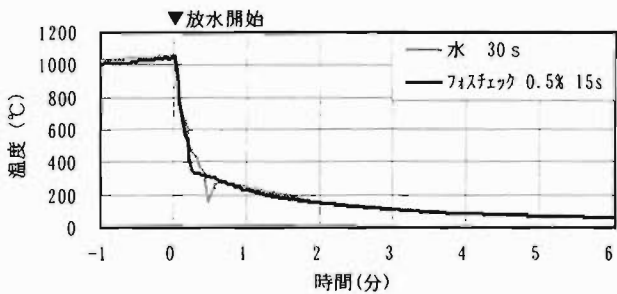


図9 消火可能時のクリブ中心部の温度変化

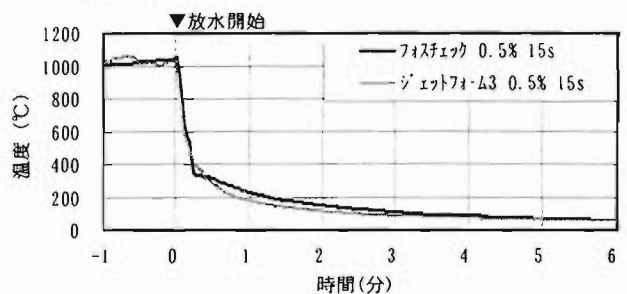


図12 界面活性剤系消火剤(0.5%)のクリブ中心部の温度変化

が、その後再燃して約700℃まで急上昇したのに対して、3種類の消火剤は、放水終了後もそのまま温度が低下し続け消火できたことから、水に対して消火剤が明らかに効果的であった。

4.4 放水時間の変化による消火効果

消火剤が水と比較してどの程度効果的であるかを把握するため、放水時間を変えた場合の放水後の温度変化について、消火剤と水との比較を行った。

その結果は、次のとおりであった。

(1) ハイパーウェットA (濃度3%)

リン酸塩類系のハイパーウェットAは、表3のとおり、消火剤の中で最短の10秒間の放水(放水量36.4リットル)で消火することができた。この時の温度変化を水の放水時間30秒と比較した結果、図7のとおり、水の場合は放水量が多いため瞬間的に消火剤の場合より低下したが、全般的には消火剤より高めに推移している。

従って、ハイパーウェットAは、水(106.4リットル)と比較して約1/3の量で、水と同等程度の消火能力を有する

と考えられる。

(2) フォスチェック、ジェットフォーム3 (濃度各0.5%)

界面活性剤系のフォスチェック及びジェットフォーム3は、表3のとおりいずれも放水時間10秒では消火できなかったが、15秒では消火できた。

フォスチェックの放水時間10秒と15秒の温度変化について、水の場合の放水時間20秒と30秒でそれぞれ比較した結果、図8及び図9のとおりいずれもほぼ同様な温度変化を示している。

また、ジェットフォーム3と水との比較についても、フォスチェックの場合とほぼ同様であった。

従って、フォスチェック(濃度0.5%)及びジェットフォーム3(濃度0.5%)は、水と比較して約1/2の量で、水と同程度の消火能力を有すると考えられる。

4.5 界面活性剤系の2種類の消火剤の消火効果の比較

フォスチェックとジェットフォーム3について0.1%、0.3%及び0.5%濃度の各濃度で15秒間放水した時の消

火効果を比較した結果、図 10、図 11 及び図 12 のとおり両者の消火効果には明らかな差は認められず同程度の消火効果があると考えられる。

4.6 界面活性剤系消火剤の濃度別消火効果の比較

フォスチェック及びジェットフォーム3について、それぞれの濃度を 0.1%、0.3%及び 0.5%として 15 秒間放水した時の温度変化の状況を見ると、図 13 及び図 14 のとおり、いずれの場合も明らかな差は見られなかった。

従って、フォスチェック及びジェットフォーム3についてはいずれも、濃度が 0.1~0.5%の範囲では、消火効果に明らかな差は認められず同程度であると思われる。

5 まとめ

- (1) 基礎消火実験においては、消火に必要な放水量について消火剤と水を比較すると、リン酸塩類系のハイパーウェットAは約 1/3 の量で、また、界面活性剤系のフォスチェック及びジェットフォーム3は約 1/2 の量で水と同等の消火効果が得られると考えられる。
- (2) フォスチェックとジェットフォーム3の消火効果に明らかな差は見られなかった。
- (3) 界面活性剤系消火剤の有効な使用濃度については、0.1%から 0.5%の濃度の範囲では、消火に至るまでのクリブ中心部の温度変化等に明確な差異が認められなかったことから、0.1%の濃度及び十分な消火効果を有すると言える。

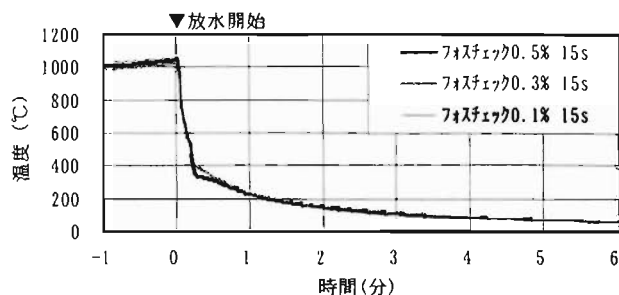


図 13 フォスチェックの濃度別のクリブ中心部の温度変化

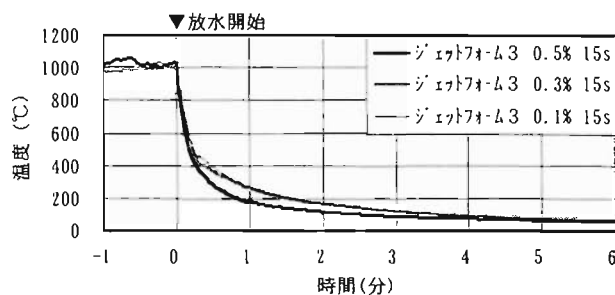


図 14 ジェットフォーム3の濃度別のクリブ中心部の温度変化

STUDIES ON THE EFFECTIVENESS OF EXTINGUISHING AGENTS IN FIRE FIGHTING

(Series I, Basic Fire Extinguishing Test 1)

Shigeo WATANABE*, Hitoshi SAITO**, Masayuki SHINOHARA***

Hiroshi AKASAKA****, Toshiyuki SAKAMOTO*****

Abstract

This series of studies aims to confirm the effectiveness of extinguishing agents in fire fighting operations performed by fire fighters. We have found that extinguishing agents are effective for ordinary building fires and confirmed the properties, preservation qualities, and safety of extinguishing agents by conducting basic and full-scale building fire extinguishing tests.

With the purpose of compiling basic data on the effectiveness of extinguishing agents in ordinary fires, we conducted these tests using extinguishing agents under the same conditions using a crib (which is regarded as having fire extinguishing capacity 2).

The results were as follows:

(1) Of the total water that would have been needed for extinguishing fire without any extinguishing agents, HYPER-WET A, a phosphate extinguishing agent needed about 1/3 of the water, and two surface-active extinguishing agents, PHOSCHEK (an agent for ordinary fires) and JEAT-FOAM 3 (an agent for oil/fat fires), needed about 1/2.

(2) No major differences in effectiveness were found between the two surface-active extinguishing agents, PHOSCHEK and JEAT-FOAM 3.

(3) Surface-active extinguishing agents were fairly effective at 0.1% concentration.

*First Laboratory **Shimura Fire Station ***Tamagawa Fire Station
****Higashimurayama Fire Station *****Third District Headquarters