

消火ノズルの射程の向上に関する研究(第1報)

宮島 敏光*, 下重 美佐男*, 長谷川 忠大*,
矢ヶ崎 孝**, 日比 康友***, 原 聡*

概要

消火ノズル形状及び管そう部に挿入する整流器の検討・試作を行い、この消火ノズル、管そう及び整流器を用いて、消防車両及び消防ヘリコプターの消火ノズルの水平射程距離向上を目的とする基礎実験を行った。その結果、消火ノズルは、長いほど水平射程距離が向上すること、整流器の有無により射程距離に大きな影響をうけないこと、また管そうは、長く内部に整流器部分を有し、ゆるやかなテーパがかかっていると射程距離が向上することを把握した。

1 はじめに

当庁で使用されている主な消火ノズル等は、スムーズノズル、21型ノズル、パーフェクトノズル、フォッグガンで、特性については、表1のとおりである。

表1 代表的なノズルの概要

ノズル名	概要
スムーズノズル	棒状放水を目的とするノズルで消防ヘリにも使用されている。
21型ノズル	ノズル先端に設けられた円錐型の衝突板とノズルとの隙間を、外筒を回転させることにより調節して、連続的に噴霧から直上、直上から放水停止ができるものである。
パーフェクトノズル	当庁で最も多く使用されている噴霧ノズルである。構造は、21型ノズルと同様となっているが展開角を変えても放水量は一定である。
フォッグガン	冷却効果、窒息効果の高い、微粒子状の噴霧放水を行う放水器具である。また、集束性の高い棒状放水も行える。

特に、消防ヘリコプター（以下「消防ヘリ」という。）は、高速での移動が可能である点や上下方向の移動、空中静止の特性をいかして、機体取り付け式消火装置（ファイアーアタッカー）や消火バスケットを利用して「林野火災の消火」活動などを行うほか、はしご車が届かないような高層建物火災に対する消火として図1のようなノズル（スムーズノズル）、管そう、整流器から成るブームを利用して消火活動を行っている。

現在使用されている消防ヘリの消火性能としては、表2の性能

を有している。



図1 消防ヘリのブーム

表2 消防ヘリ（ゆりかもめ）の概要

消防ヘリの放水性能等	
水タンク容量	1,200L
放水量	毎分 600L
放水ノズル圧力	0.88 Mpa
ノズル口径	φ18
最大放水射程	40m
放水ブーム	2段伸縮式（収縮時 4.6m、伸張時 7.2m） 展開角度 100度、上下作動角 15度
放水ポンプ	駆動源油圧 20.6 Mpa、設置位置タンク内

今回は、消防ヘリでも消防車両でも使われているスムーズノズルの射程の向上について実験を行った。

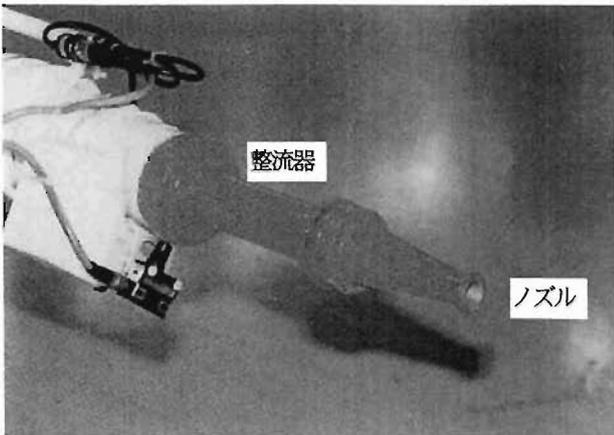


図2 消火への消火ノズル

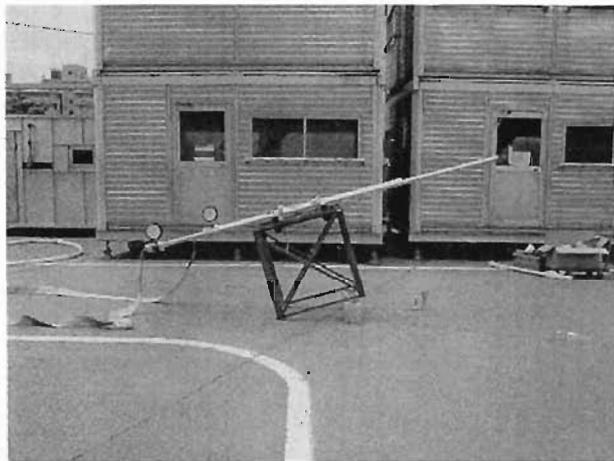


図3 実験装置



図4 測定状況

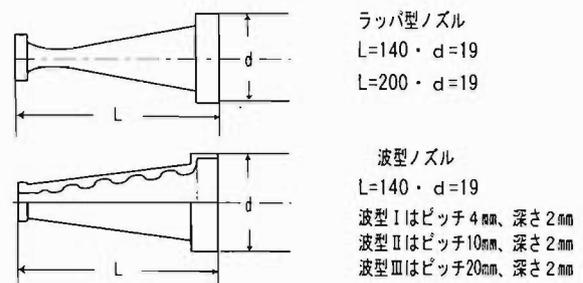
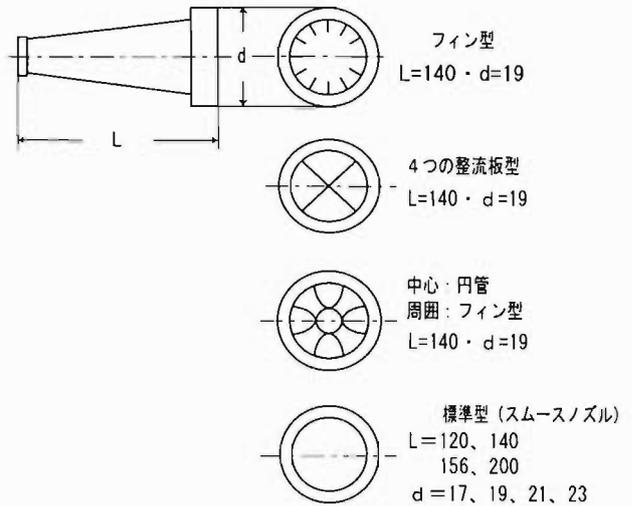
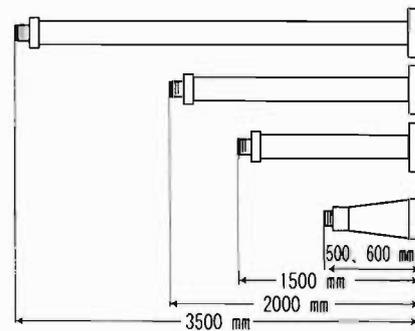
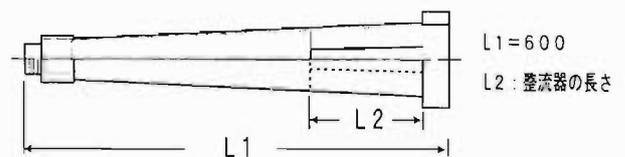


図5 ノズルの種類と形状

(1) 65mm管そう



(2) 整流器付き管そう



A社 I型 L2=100

A社 II型 L2=300

B社 L2=430

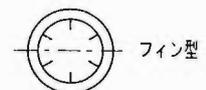


図6 管そうの種類と形状

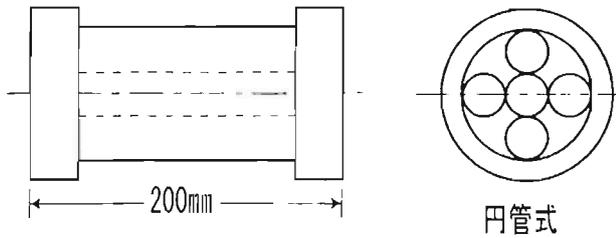


図7 整流器の形状

2 実験方法

(1) 消火ヘリには、ブームとしてスムーズノズルの長さ 140、口径φ18、管そうの長さ 3500 mm (2 段目ブーム)、及び整流器の円管式が使用されている。

本実験では、基本条件を標準的なスムーズノズルの $L=140$ 、φ19に、管そうは3500 mm及び整流器は円管式として、次のような各種ノズル等の実験を行った。(図3、4参照)

- ア 管そう (3500 mm) 及び整流器は基本条件として、ノズルの長さ、径、及び内部構造をそれぞれ変化させた場合
- イ ノズル ($L=140$ 、φ19) 及び整流器は基本条件として、管そうの長さ及び内部構造をそれぞれ変化させた場合
- ウ 基本条件でノズルの長さを変え、さらに整流器の有る場合と無い場合

(2) 実験に使用したノズル等は、図5～7及び別表のとおりである。

(3) ポンプ車は、第三方面訓練場西側の消火栓に部署し、65 mmホース2本延長し放水台座の口径に結合する。

(4) 管そう元圧力0.8Mpa、仰角度 15° で、その基準は消火ヘリの放水ノズル圧力、放水ブームの仰角度によるものとする。

(5) 最大水平射程距離 (以下「最大射程」という。) は、風向風量を考慮して1分間の着水点の平均を目視により測定する。

(6) 流量は、消防ポンプ車の流量計を用いて測定した。

3 実験結果 (詳細は、別表参照)

(1) 管そう (3500 mm) 及び整流器は基本条件として、ノズルの長さ、径及び、内部構造をそれぞれ変化させた場合

ア ノズルの長さを変えた場合

最大射程が長かったのは、ノズルの長さ200mmの時で4.5mであった。

ノズルの長さが120mmの時に、最大射程は3.7mでありこれよりノズルの長さを長くすると、最大射程が向上している。(表3、図8参照)

また、ノズルの長さが200を超えた場合の最大射程についても今後検証する必要がある。

イ ノズルの口径を変えた場合

ノズルの口径φ17では最大射程が3.5mであるが、φ19以上では4.3mであった。最大射程が長かったのは、ノズルの口径がφ21、φ23の時で4.5mであった。(表4、図9参照)

ノズル口径が大きくなるにつれて、最大射程は向上するが、

φ21以上で限界となっている。

表3 基本条件のうちノズルの長さを変えた場合

ノズル長さ (mm)	最大水平射程距離 (m)	流量 (l/min)	風向風力(m)
120	3.7	720	W0
140	4.2	700	W3
156	4.3	720	W2
200	4.5	700	W1~2

*網掛けは、基本条件 管そう $L=3500$ (アルミ製) 整流器 円管式 $L=200$ 元圧0.8Mpa

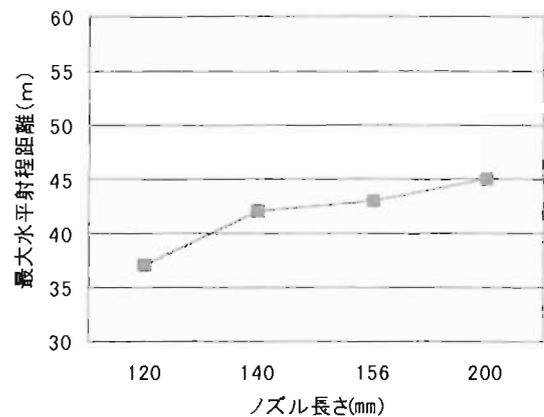


図8 ノズルの長さを変えた場合

表4 基本条件のうちノズル口径を変えた場合

ノズル口径 (mm)	最大水平射程距離 (m)	流量 (l/min)	風向風力(m)
17	3.5	580	W3
19	4.3	720	W3
21	4.5	860	W3
23	4.5	1030	W3

*網掛けは基本条件 管そう長さ $L=3500$ 整流器 円管式 $L=200$ 、ノズル長さ $L=140$

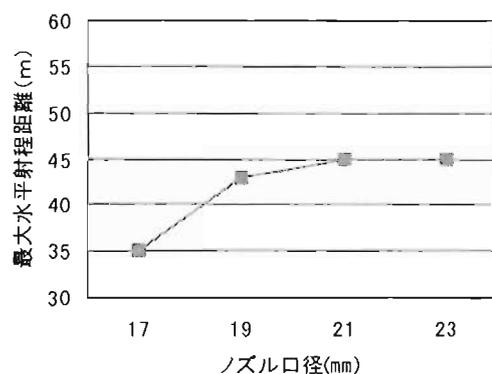


図9 ノズルの口径を変えた場合

ウ ノズルの内部構造を変えた場合

最大射程については、基本条件と比べ内部構造を変えても30～37mと大きな違いがみられず、ラッパ型ノズルは30mと特に短かった。(表5、図10参照)

表5 ノズルの内部構造を変えた場合

ノズル内部構造	最大水平射程距離 (m)	流量 (l/min)	風向・風力 (m)
基本条件	4.2	700	W3
ラッパ型	30	740	W1~3
4つの整流板型	37	700	W0
フィン型I	37	670	W2
ノズル中心が円, 周囲フィン型II	37	700	W3~4
内筒波型I	36	700	W2~3
内筒波型II	36	700	W2~3
内筒波型III	37	700	W2~3

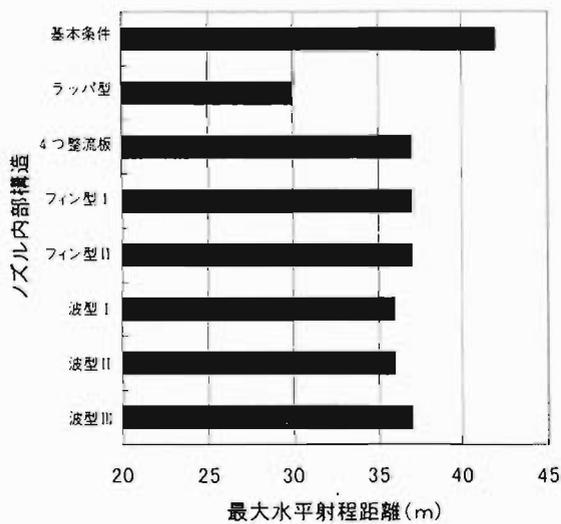


図10 ノズルの内部構造を変えた場合

(2) ノズル (L=140, φ19) 及び整流器は基本条件として、管そのの長さ及び内部構造をそれぞれ変化させた場合

ア 管そのの長さを変えた場合

管そのの長さは、1500～3500mmで最大射程の大きな変化が得られなかったが、管そのの長さが2000mm及び1500mmで最大射程に若干の差がみられた。また整流器が無い場合でも、最大射程が同じであった。

管そのの長さが2000mm、1500mmより3500mmのほうが最大射程が延びていた。一方長さが短いテーパー有りの管そのの長さ600mm、500mmの場合は、テーパー無しの場合よりも最大射程が長く、管その長さ500mmが600mmよりも最大射

程を3m長い48mであった。(表6、図11参照)

表6 管その長さを変えた場合

管その長さ (mm)	最大水平射程距離 (m)	流量 (L/min)	風向・風力 (m)	整流器の有無
3500 (基本条件)	42	700	W3	あり
3500 (アルミ製)	42	700	W3	なし
2000 (アルミ製)	40	730	W1~2	なし
1500 (アルミ製)	40	740	W0~2	なし
600 (砲金製・テーパー有)	45	740	W0~2	なし
500 (アルミ製・テーパー有)	48	760	W0~2	なし

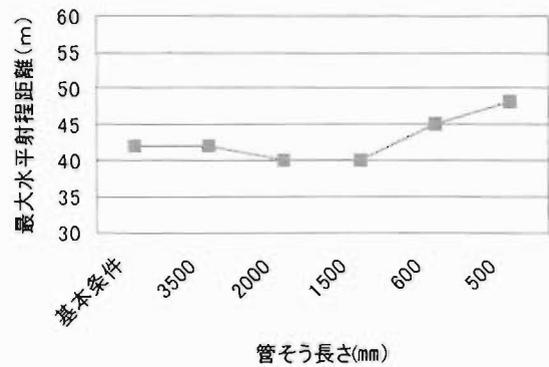


図11 管そのの長さを変えた場合

イ 管そのの内部構造を変えた場合

整流器付き管そのの場合、いずれの整流器部分の長さ及び形状においても、基本条件よりも最大射程が延びた。

整流器付き管そのの整流器部分が300mmで最大射程は、49mと最大であった。(表7、図12参照)

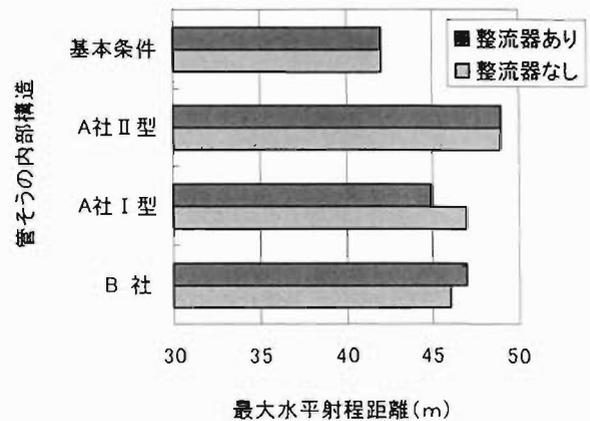


図12 管そのの内部構造の違い

表7 管そのの内部構造の違い

管その種類	最大水平射程距離 (m)	流量 (L/min)	風向・風力(m)	整流器の有無
基本条件	4.2	700	W3	有り
整流器付き A社II型	4.9	760	W0	無し
整流器付き A社II型	4.9	750	W0	有り
整流器付き A社I型	4.7	720	W0	無し
整流器付き A社I型	4.5	730	W0	有り
整流器付き B社	4.6	730	W0	無し
整流器付き B社	4.7	740	W0	有り

(3) 基本条件でノズルの長さを変え、さらに整流器の有る場合と無い場合

整流器の有無にかかわらず、ノズルの長さが140mm以上では、最大射程にはほとんど影響がなかった。しかし、ノズルの長さが120mm、整流器有りでは最大射程が3.7mと最も最大射程が短く、他は4.2～4.5mとほとんど変わらなかった。

(表8、図13参照)

表8 整流器の有無の変化

ノズル長さ (mm)	最大水平射程距離 (m)	流量 (l/min)	風向・風速(m)	整流器の有無
120	3.7	720	W0	あり
120	4.5	720	W0	なし
*140	4.2	670	W3	あり
140	4.3	720	W3	なし
156	4.3	720	W2	あり
156	4.5	730	W2	なし
200	4.3	720	W1	あり
200	4.5	700	W1～2	なし

*は、基本条件である。

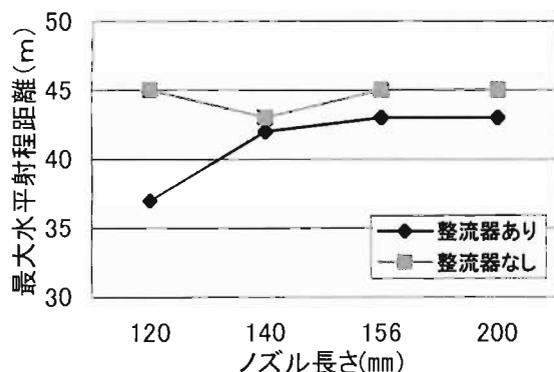


図13 整流器の有無の変化

4 考察

(1) ノズルの長さを長くしたほうが最大射程を得るには効果がある。

(2) ノズルの口径は、大きいほど最大射程が延びるが、φ21以上になると変わらなくなる。消火ヘリでは、積載水、消火に必要な放水量及び放水時間を考えてノズル口径の有効限界を考慮する必要がある。

(3) ノズルの内部構造を変えてもより最大射程は得られないことができないことから、ノズルの内部構造はなるべく摩擦損失の少ない簡素なものがよいと考えられる。

(4) 管そのは長くするか、ゆるやかなテーパをつけることにより摩擦損失が少なくなり、より長い最大射程を得ることができると考えられる。

(5) 整流器を取付けて最大射程を向上させることは現状では有効な方策ではないと考えられる。

5 結論

ノズルの射程向上の方策として、次のようなことが把握できた。

- (1) ノズルの長さが長いこと。
- (2) 整流器の有無は、最大射程に影響がない可能性があること。
- (3) 管そのは、長く、整流器部分があり、さらに、ゆるやかなテーパがあるとより効果的であること。

6 今後の実験

今後さらに実験結果を詳細に分析し、次のような検証を行っていく必要があると考えている。

- (1) 長さが200mmをこえるノズルの検証
- (2) 整流器の長さの違いによる検証
- (3) 管そのの形状の違いによる検証
- (4) ヘリに装着した場合の違いによる検証
 - ア 整流器を取り外した場合
 - イ ノズルの長さを変えた場合
- (5) 陸上用消火ノズルへ実験結果の応用
 - ア 管その (内部構造等)
 - イ ノズルの形状

別表 ノズルの射程等の向上に関する実験結果

基本条件と異なる 管そう・整流器・ノズル	最大水平射程 距離 (m)	ポンプ圧力 (Mpa)	流 量 (l/min)	風向・風力	備 考
基本条件	42	9.0	670	W3	ノズルL=140 φ19 整流器 円管式 管そうL=3500
整流器なし	35	8.8	670	W3	ノズルL=140 φ19 管そうL=3500
ノズルラッパ型 L=140 φ19	30	9.3	740	W3	管そう L=3500 整流器 円管式
ノズル内部4つ整流板型	37	9.2	700	W0	同上 ノズルL=140 φ19
ノズル 内部中心が円 周囲 がフィン型	37	9.2	670	W2	同上 ノズルL=140 φ19
ノズル内部フィン型	37	9.1	700	W3~4	同上 ノズルL=140 φ19
ノズル内部内筒波型Ⅰ (ピッ チ4mm)	36	9.1	700	W3~4	同上 ノズルL=140 φ19
ノズル内部内筒波型Ⅱ (ピッ チ10mm)	36	9.1	700	W3~4	同上 ノズルL=140 φ19
ノズル内部内筒波型Ⅲ (ピッ チ20mm)	37	9.1	700	W3~4	同上 ノズルL=140 φ19
ノズルL=120 φ19	37	9.2	720	W0	管そう L=3500 整流器 円管式
ノズルL=156 φ19	43	9.2	720	W2	同上
ノズルL=200 φ19	45	9.0	700	W1~2	同上
ノズルL=120 φ19	45	9.0	720	W3	管そう L=3500 整流器 なし
ノズルL=140 φ19	43	9.0	720	W3	同上
ノズルL=156 φ19	45	9.0	730	W3	同上
ノズルL=200 φ19	43	9.2	720	W3	同上
ノズルφ17 L=200	35	8.9	580	W3	管そう L=3500 整流器 円管式
ノズルφ21 L=200	45	9.3	860	W3	同上
ノズルφ23 L=200	45	9.8	1030	W3	同上
管そう (アルミ製) L=2000	40	9.6	730	W1~2	整流器 なし ノズルL=140 φ19
管そう (アルミ製) L=1500	40	9.3	740	W2	整流器 なし ノズルL=140 φ19
管そう (テーパー有り) L=600	45	9.3	740	W2	整流器 なし ノズルL=140 φ19
管そう (テーパー有り) L=600	45	9.3	740	W2	整流器 円管式 ノズルL=140 φ19
整流器付き管そう (L=300) A社Ⅱ型	49	9.5	760	W0	整流器 円管式 ノズルL=140 φ19
整流器付き管そう (L=300) A社Ⅱ型	49	9.4	750	W0	整流器 なし ノズルL=140 φ19
整流器付き管そう (L=100) A社Ⅰ型	47	9.5	720	W0	整流器 円管式 ノズルL=140 φ19
整流器付き管そう (L=100) A社Ⅰ型	45	9.4	730	W0	整流器 なし ノズルL=140 φ19
整流器付き管そうB社	46	9.5	730	W0	整流器 円管式 ノズルL=140 φ19
整流器付き管そうB社	47	9.5	740	W0	整流器 なし ノズルL=140 φ19
管そう (テーパー有り) L=500	48	9.4	750	W2	整流器 円管式 ノズルL=140 φ19
管そう (テーパー有り) L=500	48	9.4	760	W2	整流器 なし ノズルL=140 φ19

管そう元圧は、0.8Mpaに設定

STUDIES ON HOW TO IMPROVE THE RANGE OF FIRE EXTINGUISHING NOZZLES (SERIES 1)

Toshimistu MIYAJIMA*, Misao SIMOJU*, Tadahiro HASEGAWA*,

Takashi YAGASAKI**, Yasutomo HIBI***, Satoshi HARA*

Abstract

We conducted research and development on a rectifier to be inserted into chips and fire extinguishing nozzles. We conducted basic tests using fire extinguishing nozzles, chips, and an experimental rectifier we fabricated with the purpose of extending the horizontal discharging distance of fire extinguishing nozzles on fire engines and fire fighting helicopters. We have found the following:

- 1.As nozzles become longer, the horizontal discharging distance increases;
- 2.Discharging distance is not significantly influenced by the use of a rectifier; and
- 3.Discharging distance increases if a chip has a long rectifier inside and its shape is gently tapered.

* Third laboratory ** Akigawa Fire Station *** Kamata Fire Station