

縦穴区画内における煙感知の有効性に関する検証

佐藤 衛寿*, 細谷 昌右**

概要

昨今、高層の防火対象物の内部に、天井高さが20mを超える高層の機械式立体駐車場が設置される事例が出現し増加しているが、法令により設置可能な感知器は、炎感知器のみとなっている。しかし、立体駐車場の複雑な内部構造により炎の光が遮られ、炎感知器では有効な感知ができない可能性がある。本検証は、レーザー光を用いて煙を感知する方式を検討し、その有効性について検証した。その結果、光電式スポット型感知器と同等以上の感知性能があることが確認できた。

1 はじめに

現在、都市部では、主用途部分の床面積確保のため、高層化した立体駐車場を内部に設置する防火対象物が、多く建築されてきている。(図1) 当該防火対象物に自動火災報知設備の設置義務がある場合、取付け面の高さに応じて設置できる感知器は、消防法施行規則第23条第4項第2号によって定められている。(表1) しかし、立体駐車場部分のような、高さ20m以上の部分に設けることができる感知器は、消防法施行規則第23条第4項第1号イにより、炎感知器のみとなっている。(表2)

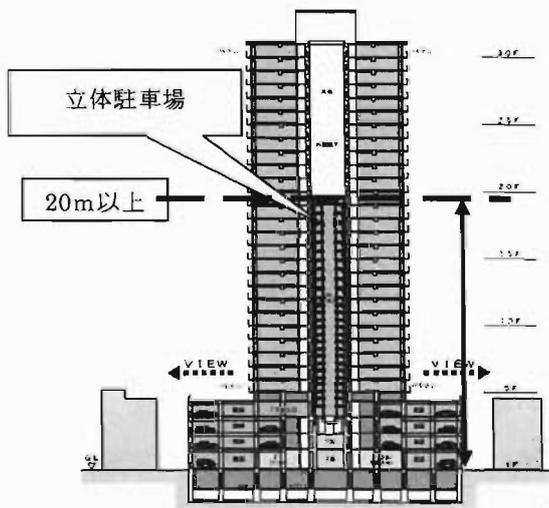


図1 内部に立体駐車場を伴う高層ビルのイメージ

表1 取付け面の高さとは感知器の種類(消防法施行規則第23条第4項第2号)

取付け面の高さ	感知器の種類
4 m未満	差動式スポット型 差動式分布型 補償式スポット型 定温式 イオン化式スポット型 光電式スポット型
4 m以上 8 m未満	差動式スポット型 差動式分布型 補償式スポット型 定温式(特種若しくは1種) イオン化式スポット型(1種若しくは2種) 光電式スポット型(1種若しくは2種)
8 m以上 15 m未満	差動式分布型 イオン化式スポット型(1種若しくは2種) 光電式スポット型(1種若しくは2種)
15 m以上 20 m未満	イオン化式スポット型(1種) 光電式スポット型(1種)

表2 天井高さ20mを超える場合に設置できる感知器

法律	消防法施行規則第23条第4項
内容	4 自動火災報知設備の感知器の設置は、次に定めるところによらなければならない。 一 感知器は、次に掲げる場所以外で、点検その他の維持管理ができる場所に設けること。 イ 感知器(炎感知器を除く。)の取付け面(感知器を取り付ける天井の室内に面する部分又は上階の床若しくは屋根の下面をいう。)の高さが二十メートル以上である場所

立体駐車場内部に炎感知器が設置された場合、その構造や収容車両によって、火災による炎の光を遮られることが考えられ、火災を有効に感知できないことが予想できる。

そこで、複雑な構造や収容物があっても、回りこむ煙を有効に感知する方法を考案することが必要と考えた。

2 レーザーを用いて縦穴区画で煙を感知する方法

縦穴区画内にある煙感知に有効な空間としては、パレット間等の駐車装置の隙間が考えられる。

そのような狭く細い縦長な空間に対し、その縦方向に遠くまで届くレーザー光線（表 3）を照射し、天井部分の反射鏡で往復させ光路を遮る煙を感知する方法（以下、「レーザー方式」という。）が有効であると考えられる。その概念を図 2 に示す。

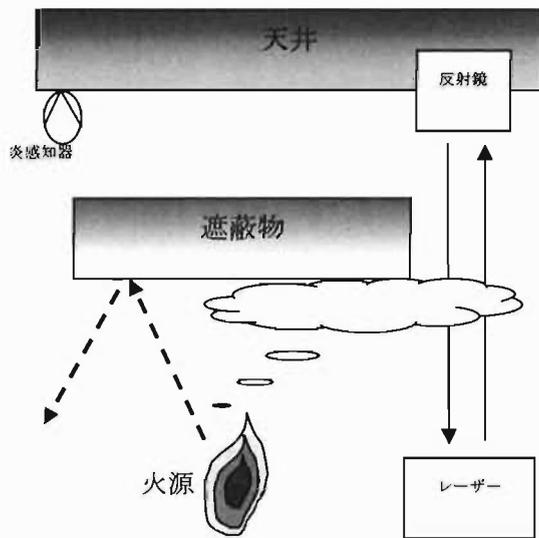


図 2 炎感知器とレーザーによる煙感知の概念図

3 検証実験

(1) 目的

煙感知器として一般的に使用される光電式スポット型感知器（1 種）を用いる方式とレーザー方式を同一条件で比較することにより、レーザー方式が光電式スポット型感知器と同等以上の感知能力を持つかを検証する。

(2) 検証場所

旧鹿島本社ビル第 1 棟 B 階段（B3 階～2 階部分）区画部分

(3) 検証方法

- ア 地下 1 階～2 階に光電式スポット型感知器（1 種）を設置する。（表 4、図 3、写真 1 参照）
- イ 地下 3 階隙間部分にレーザーの光源、受光部を設置する。（図 3、写真 2 参照）
- ウ 2 階隙間部分にレーザーの反射鏡を設置する。（図 3、写真 3、4 参照）
- エ 階段全域を閉鎖し発煙筒（白色、発煙時間 1 分 30 秒）を焚いて作動時間と縦方向の煙濃度変化をレーザーの強度比により測定する。なお、15 分経過しても作動しない場合は不作動とした。

表 3 使用レーザーの仕様

種別	半導体レーザー
出力	5 mW
波長	600～700nm
監視距離	12.9m

表 4 階段区画の床面積と光電式スポット型感知器（1 種）の設置高さ

床面積		11.475m ² (4.25m×2.7m)
B 1 F	感知器設置高	9.28m
1 F	感知器設置高	12.78m
2 F	感知器設置高	15.99m

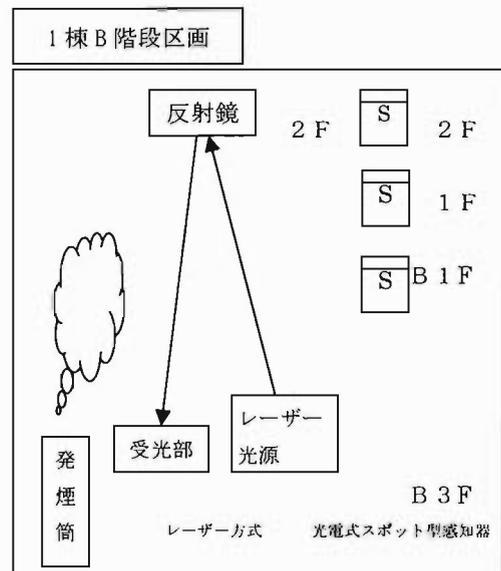


図 3 実験配置図

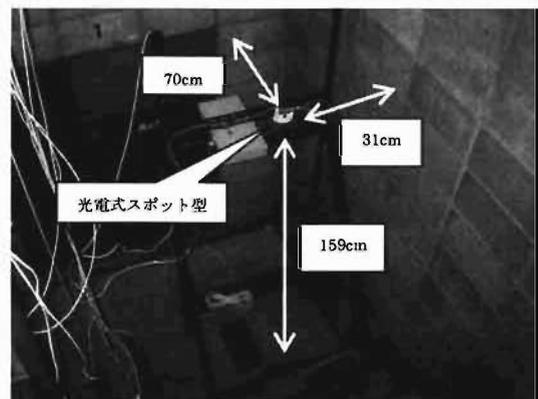


写真 1 光電式スポット型感知器設置状況（1 階）

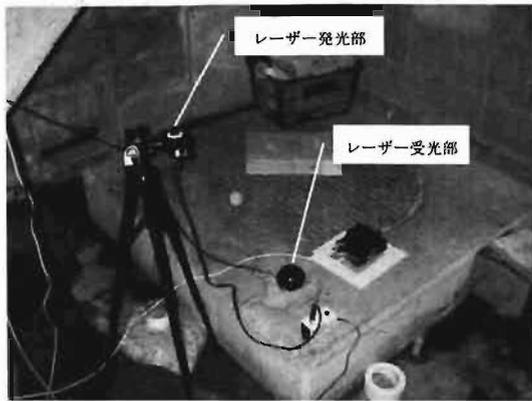


写真2 レーザーの設置状況



写真3 レーザーの反射板の設置状況

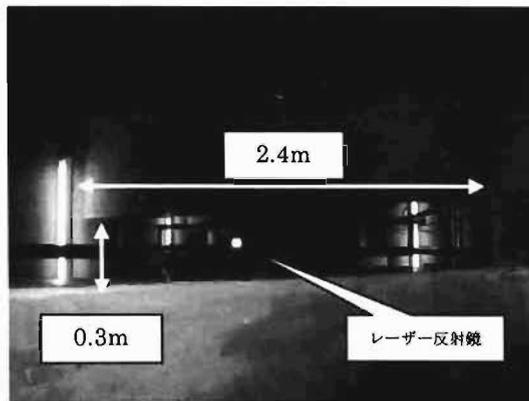


写真4 レーザーの光路部分の様子

(4) 結果と考察

ア 各光電式スポット型感知器の作動時間を表5に示す。各階の感知器の平均作動時間は概ね下階ほど早くなっている。各検証で作動時間にバラツキがあるのは、館内での引越し作業や工事のため人の出入りがあり、区画内の気流に影響があったためと思われる。

イ 図4にレーザーの強度比平均値(単位 mW/mW)の時間変化平均値を示す。今回の条件では概ね100秒以内に急速にレーザー光の強度比が低下している。これは水平方向への煙の拡散が飽和し、後は縦方向に拡散していったためと考えられる。

ウ 光電式スポット型感知器の平均感知時間と、その時点での図4に示されるレーザー光の強度比の値を比較すると、レーザー光の強度比はいずれも20%以下の値となっている。このことから、今回の条件では光電式スポット型感知器と同程度の感知時間に、レーザー光の強度比のしきい値を設定することは十分に可能と考えられ、さらにしきい値を上げて高感度にすることも可能である。オ 以上のことから、レーザー方式による煙感知は、有効であるといえる。

表5 各感知器の作動時間(秒)

実験番号	スポットB1階	スポット1階	スポット2階
1	322	391	545
2	190	247	408
3	259	233	333
4	298	466	508
5	513	580	709
6	412	400	416
7	175	440	459
8	223	437	627
9	194	361	375
10	190	412	443
11	188	455	400
12	190	392	428
13	不作動	不作動	不作動
14	328	469	442
15	276	444	532
16	253	不作動	不作動
17	266	456	459
18	243	452	474
19	306	493	567
20	206	517	561
21	300	不作動	不作動
22	271	不作動	不作動
23	252	434	579
24	292	557	602
25	251	796	669
26	302	不作動	不作動
27	384	568	568
平均 [※]	272	455	505

※ 平均は作動しなかった場合を除いて算出

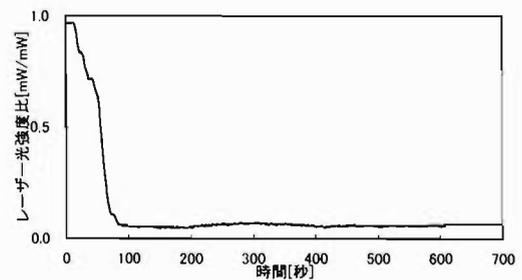


図4 レーザー光強度比平均値の時間変化

4 まとめ

建物と一体化した高層立体駐車場に設置される炎感知器に替えて、新たにレーザー方式について提案し、光電式スポット型感知器と感知能力を比較検証した。

その結果、レーザー方式でも原理的に光電式スポット型感知器と同程度の感知能力を得られることが確認でき、高さ20mを超える区画での感知方法として、有効であることがわかった。

Verification concerning effectiveness of smoke detection in the pit compartment

Eiju SATO*, Masasuke HOSOYA**

Abstract

Multistoried mechanical car parks whose ceiling height exceeds 20m have been constructed inside high-rise buildings. Such car parks are increasing in number in recent years. The sensors allowed to install in such a car park under the law is only flame detectors. However, there is a possibility that flame detectors may not be able to effectively perceive the light from a flame as it is shielded due to the complicated internal structure of the car park. In this verification, a method of detecting smoke with a laser beam is studied and the effectiveness is verified. The results confirmed that the laser beam has sensing performance equivalent to or surpassing the photoelectric spot type detector.