既存建物のコンバージョンにおける避難安全性能の変化とその制御

—事務所から就寝施設への用途変更事例検証—

森山修治 —*1 長谷見雄二 —*2
藤村卓矢 —*3 木船麻里恵 —*4

キーワード：
コンバージョン, 防災性能, 避難安全検証法, 避難余裕時間

Keywords:
Conversion, Fire safety performance, Verification method for evacuation safety, Marginal time for evacuation

CHANGE & CONTROL OF EVACUATION SAFETY THROUGH CONVERSION OF OFFICE BUILDINGS TO RESIDENTIAL & WELFARE FACILITIES

Shuji MORIYAMA —*1 Yuji HASEMI —*2
Takuya FUJIMURA —*3 Marie KIFUNE —*4

In this paper, renovated performance of evacuation safety of converted buildings, from office to residential and welfare facilities, is analyzed quantitatively, calculating by "Verification method for evacuation safety". Performance of evacuation safety is estimated by "the marginal time" which is the remainder of "the time taking to clear the fire room" from "Smoke filling time". Converted buildings are analyzed below process, (1) "The marginal time" is calculated for former plans as office occupancy. (2) "The marginal time" is calculated for present plans as converted occupancy. Comparative studies are made by checking "the marginal time", difference between converted plans and former plans. (3) Problems or weak points of converted plans are pointed out from a viewpoint of performance based evacuation safety. Secondly improved plans are proposed with "the marginal time". Comparative studies are made by checking "the marginal time", difference between improved plans and converted plans.

1 はじめに

前報¹⁾では、用途変更事例の特に多い「事務所⇒飲食店舗」、「事務所⇒物販店舗」および「事務所⇒遊技施設」などの非就寝用途への用途変更事例の避難安全性能について検証を行った。

本稿では、「事務所⇒共同住宅」、「事務所⇒児童・福祉施設」等の主に就寝用途への用途変更事例 12 例の避難安全性能について検証し、用途変更前・用途変更後のそれぞれの避難安全上の特徴を把握することで、就寝施設におけるコンバージョンの問題点を把握し、改善案とともに改善案の効果を確認する。

共同住宅等の就寝施設では他の施設に比べて就寝時による火災認知の遅れ、児童・福祉施設では居住者の身体能力の問題から歩行速度の遅れによる避難時間の増加が懸念される。

本報告で避難安全性能を検討したコンバージョン事例の概要を一括して、表 2 および表 3 に示す。

2 避難安全性能の検証方法と評価方法

避難安全性能の検証、評価方法は前報に示す。検証には、前報と同様に、平成 12 年建設省告示第 1441, 1442 号に規定された避難安全検証法を用いる。この告示避難安全検証法は、2 方向避難の確保、避難者の集中防止、避難経路の分かりやすさ等、建築防災計画に重要な定性的要素は評価できないものの、避難安全性能を時間的な観点から定量化でき、多数の計画事例の傾向や法令上の問題点の性格を把握するのに効果的である。告示法には、室用途別に可燃物量、人員密度、歩行速度が定められているが、それによれば、事務所から共同住宅へと用途が変更された場合、人員密度は減少するものの、積載可燃物量は増加する(表 1)。また、就寝施設では火災覚知の遅れを考慮し、階避難および全館避難時の避難開始時間も事務所に比べて 2 分増加させている。児童・福祉施設は告示に規定はないが、事務所に比べると、積載可燃物量が減少する一方、人員密度が大幅に増加し、歩行速度も低下すると想定できる。

本稿で検証を行う児童・福祉施設は、本来、避難安全検証法適用外だが、検証を行うにあたり保育室は積載可燃物量、人員密度ともに告示 1441 号の教室程度と想定し、介護室の積載可燃物量、人員密度は告示 1441 号の「住宅以外の居室」程度と想定した(表 1)。児童・福祉施設の居住者の歩行速度は設計慣用値である健常者の半分(30m/分)⁴⁾として検証を行う。

表 1 用途変更前後の可燃物量、人員密度、歩行速度の変化

用途	主な室	可燃物量 (MJ/m ²)	人員密度 (人/m ²)	歩行速度 (m/分)
事務所	事務室	560	0.125	78
↓ コンバージョン ↓				
共同住宅	居室	720	0.06	60
児童・福祉施設	保育室	400	0.7	30
	介護室	240	0.16	30

避難安全検証法では、煙降下時間と避難時間を別個に計算でき、煙降下時間>避難時間の場合のみ避難安全性が成立する。本検討では、前報と同様に個々の事例の絶対的な安全性よりも用途変更前後の安全性の相対変化を検討対象とする。そのため、相対的な避難性能の評価項目として、前報と同様に式①～③に示す「避難余裕時間」を定義する。用途変更前後での避難余裕時間の変化を比較することで、用途変更に伴う避難安全性能の変化が確認できる。住宅や福祉施設の場合、避難安全性能は居住者の特性や状態に大きく依存するため、避難安全検証法の結果のみではその安全性を判断できないが、指標のひとつとしての価値は高いと考える。

$$(\text{室避難余裕時間}) = (\text{室煙降下時間}) - (\text{室避難時間}) \quad \cdots \text{式①}$$

$$(\text{階避難余裕時間}) = (\text{階煙降下時間}) - (\text{階避難時間}) \quad \cdots \text{式②}$$

$$(\text{全館避難余裕時間}) = (\text{全館煙降下時間}) - (\text{全館避難時間}) \quad \cdots \text{式③}$$

*1 早稲田大学大学院
(〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
*2 早稲田大学理工学術院 教授・工博
*3 埼玉県
(当時 早稲田大学)
*4 鹿島建設㈱
(当時 早稲田大学)

*1 Graduate School of Science & Engineering, Waseda Univ.
*2 Prof., Department of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.
*3 Saitama Prefectural Government
*4 Kajima Corporation

3 用途変更前後の避難性能検証

3-1 「事務所⇒共同住宅」避難余裕時間の変化

全ての事例で用途変更前は、階全体を事務室として利用されている。用途変更に伴い、事例 a, b, f (図2) は階全体がワンルーム住宅、事例 d, e は複数のワンルーム住宅に分割された。また事例 c (図1) は4LDKの1住戸である。用途変更前では事例 d のみ階段前室がないが、用途変更後は全てに EV ホール兼用の階段前室が設置されている。各事例ともに避難階段は1ヶ所である。

(1) 室避難余裕時間の変化 (表2、図5(a))

用途変更前の6事例のうち、事例 b だけが正である。事例 b は事務室面積 77 m² に対して、排煙効率の高い窓 (0.8×1.5mH×8ヶ所) が設置されている。用途変更後は事例 b を含めすべて負となっている。主に小部屋化に伴い、煙降下時間、避難時間ともに減少し、結果的に、室避難余裕時間に大きな変化は見られなかった。

(2) 階避難余裕時間の変化 (表2、図5(b))

用途変更前の6事例のうち、事例 b, f が正である。事例 b, f は防火区画化された階段前室の遮煙効果で正となった。用途変更後は、事例 a で負がさらに悪化し、事例 b は正から負に転じ、事例 c, d は負から正に転じている。避難余裕時間が悪化した事例の原因は主に避難開始時間が事務室用途に比べて増加したためであり、正となった事例の原因は EV ホールが階段前室として機能し煙降下時間が増加したためである。結果的に用途変更前後で階避難余裕時間の平均値は -0.39 分⇒+0.63 分と向上している。

(3) 全館避難余裕時間の変化 (表2、図5(c))

用途変更前の6事例のうち、事例 f のみが正である。用途変更後、事例 a, b で負が増加しているが、他は負から正に転じている。用途変更前後で平均値は -1.08 分⇒+5.66 分と向上している。原因は EV ホールが階段前室として機能し煙降下時間が増加したためである。

3-2 「事務所⇒児童・福祉施設」の避難余裕時間の変化

事例 g, l が児童施設へ、事例 h~k が福祉施設へ用途変更されている。事例 j (図3) では大部屋事務室が介護室等の個室群へ変更されている。事例 i (図4) では屋外階段が新設され、用途変更後の避難階段は2ヶ所となっている。

(1) 室避難余裕時間の変化 (表3、図5(a))

用途変更前の6事例のうちで、事例 g, h, i, k が正、残りは負である。事例 h, k は、室用途が可燃物量の少ない会議室であり、事例 i は避難扉が3ヶ所あり、歩行時間が短いため正となった。事例 j, l では、避難扉が1ヶ所又は近接しているため室避難余裕時間が負となった。用途変更前後で平均値は、+1.03 分⇒-0.46 分と悪化している。原因は、保育室などでは人員密度の増加による避難時間の増加、介護室・休憩室などの小部屋では煙降下時間の減少である。

(2) 階避難余裕時間の変化 (表3、図5(b))

用途変更前の6事例のうち、事例 l のみが正である。事例 l は避難階段が1ヶ所であるが、防火区画化された階段前室を有するため正となった。他の事例は、居室と避難階段が接しているか、階段前室が防火区画化されていないため負となった。用途変更前後で平均値は -2.82 分⇒-5.68 分と悪化している。主な原因は避難開始時間・歩行時間の増加と煙降下時間の減少である。

(3) 全館避難余裕時間の変化 (表3、図5(c))

用途変更前の6事例のうち、事例 j のみが正、他の5事例は全て

負である。用途変更後に伴い、事例 j は介護室に個室化され負に転じている。変更後の事例 j にバルコニーが新設されているが、バルコニーは評価対象外である。他の事例も全て負である。用途変更前後で平均値は -3.82 分⇒-8.55 分と悪化している。

4 コンバージョンに伴う避難安全性の問題点と改善案の検証

用途変更前後の避難余裕時間を比較すると、共同住宅に用途変更された事例では、室避難余裕時間に大きな差異はなく、階・全館避難余裕時間はむしろ改善されている。しかし共同住宅の避難安全に必須のバルコニーが十分確保できている事例は少なく、高齢者等の避難困難者や廊下に漏煙後の避難安全性に疑問がある。また福祉施設では室・階・全館ともに用途変更後の避難余裕時間が減少している。原因は居住者の歩行速度低下、避難開始時間の増加、人員密度の増加が挙げられる。福祉施設への用途変更後の避難安全性向上には、以下のような改善が必要と考えられる。

- ① 排煙窓の追加・大型化 (福祉施設の大部屋居室)
- ② 階段前室の設置・防火区画化・排煙窓設置
- ③ 個室の防火区画化

表2 事務所⇒共同住宅 用途変更事例の概要と検証結果

事例	延面積 (㎡)	規模	対象階 数(階)	安全 区画 数(区)	用途変更前				用途変更後				改善点
					事務所		共同住宅		共同住宅		共同住宅		
					室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)	
a	587	+8	5	65	0	1	事務室	-0.47	洋室	-0.52	-0.16	-0.16	EVホールの自然排煙 EVホールの防火区 画化
							階段全体	-1.33	ワン ルーム 利用	-3.53	-3.53	15.90	
							全館	-2.81		-4.98	-4.98	1011.74	
b	523	+7	4	77	0	1	事務室	0.47	LDK	-0.36	-0.12	-0.12	EVホールの自然排煙 EVホールの防火区 画化
							階段全体	0.18	ワンル ーム利 用	-2.80	-2.80	404.39	
							全館	-1.15		-4.33	-4.33	911.85	
c	2,549	+12 -1	4	153	1	0	事務室	0.58	洋室1	-0.78	-0.18	-0.18	EVホールの自然排煙
							階段全体	-1.63	4LDKに 改造	0.03	0.03	313.68	
							全館	-4.42		10.22	10.22	909.96	
d	398	7	3	57	0	1	事務室	-0.48	洋室1	-0.10	-0.10	-0.10	EVホールの自然排煙
							階段全体	-3.12	ワンル ーム2 部屋	3.21	3.21	284.58	
							全館	-4.23		13.86	13.86	717.28	
e	848	+8	4	100	0	1	事務室	-0.78	洋室A	-0.24	-0.11	-0.11	EVホールの自然排煙
							階段全体	-0.97	ワンル ーム3 部屋	4.78	4.78	340.10	
							全館	-3.80		13.96	13.96	768.41	
f	920	+8 -1	3	144	0	1	事務室	0.80	療育室	-0.50	-0.45	-0.45	EVホールの自然排煙
							階段全体	4.56	ワンル ーム利 用	2.07	2.07	271.35	
							全館	9.95		7.27	7.27	668.21	
平均値					事務室	-0.19	共同住宅	-0.42	-0.19	-0.42	-0.19	-0.19	
					階段全体	-0.39	階段全体	5.78	0.63	5.78	5.78	271.66	
					全館	-1.08	全館	5.78	5.66	5.66	5.66	831.24	

表3 事務所⇒児童・福祉施設 用途変更事例の概要と検証結果

事例	延面積 (㎡)	規模	対象階 床面積 (㎡)	階数 延・内 部	安全 区画	用途変更前				用途変更後				改善点	
						事務所		福祉施設		福祉施設		福祉施設			
						室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)	室用途	避難 余裕時間 (分)		
g	2,741	10 -1	3	256	2	1	事務室	0.72	0.02	保育室	2.09	-1.15	2.09	-0.95	安全区画の確保 居室の自然排煙 の拡大
							階段全体	3.55	-3.55	大部屋の まま使用	0.30	-6.33	0.30	-6.16	
							全館	7.38	-6.71		10.35	-9.87	10.35	-5.89	
h	726	4	3	178	1	1	会議室	0.89	3.28	ホール	0.49	-1.21	0.49	0.33	安全区画の確保 防火区画化
							階段全体	3.94	-3.41	大部屋の まま使用	0.49	-6.16	0.49	19.46	
							全館	5.98	-5.99		0.49	-8.76	0.49	43.53	
i	479	3	3	143	1	0	事務室	0.55	0.29	休憩室	0.32	-0.08	0.32	-0.08	安全区画の確保 防火区画化 安全区画の自然 排煙確保
							階段全体	3.59	-3.52	小部屋追加	0.32	-5.19	244.24	237.87	
							全館	5.63	-5.12		0.32	-2.76	0.32	460.55	
j	3,749	+6, -2	4	524	0	2	事務室	2.09	-0.11	介護居室	0.28	0.02	0.30	0.02	介護居室の防火 区画化
							階段全体	3.58	-2.61	個室化 バルコニー追加	0.30	-4.83	0.30	1129.94	
							全館	5.63	5.06	一・二追加	12.52	-8.36	2453.30	2430.79	
k	3,434	+6, -1	6	307	2	1	会議室	0.44	3.06	交流室	0.46	0.22	0.46	0.22	客室の防火区画 化
							階段全体	4.03	-4.08	廊下切変更	0.62	-6.11	0.62	25.53	
							全館	7.56	-7.10		12.14	-11.01	12.14	53.84	
l	1,093	6	4	192	1	0	事務室	0.84	0.83	保育室 (2階)	0.89	-0.54	0.40	-0.49	安全区画の確保・ 防火区画化 居室の自然排煙 感拡大
							階段全体	3.00	-2.24	廊下切追加	0.35	-5.44	0.35	0.61	
							全館	3.88	-3.04		12.08	-10.52	12.08	1.05	
平均値						事務室	1.08	1.03	福祉施設	0.50	-0.46	0.34	-0.16	除く事例 j	
						階段全体	4.93	-2.82	階段全体	0.92	-5.68	1836.15	1929.54	55.46	
						全館	7.94	-3.82	全館	10.86	-8.55	10.88	4148.98	110.62

図1 「事務所⇒共同住宅」事例c 平面図

図2 「事務所⇒共同住宅」事例f 平面図

図3 「事務所⇒福祉施設」事例j 平面図

図4 「事務所⇒福祉施設」事例l 平面図

4-1 「事務所⇒共同住宅」の改善案とその効果

すべての事例で安全区画に排煙設備を設け、その効果を検討した。

(1) 室避難余裕時間の変化 (表2、図6(a))

共同住宅の場合、居室避難に影響する変更はおこなっていないため、室避難余裕時間に変化はない(平均値-0.19分)

(2) 階避難余裕時間の変化 (表2、図6(b))

用途変更後と改善案の比較では、平均値は+0.63分⇒+271.66分(用途変更前は-0.39分)と大幅に改善されている。煙降下時間が増加しており、安全区画の排煙設備設置効果が大きい。

(3) 全館避難余裕時間の変化 (表2、図6(c))

用途変更後と改善案の比較では、平均値は+5.66分⇒+831.24分(用途変更前は-1.08分)と大幅に改善されている。煙降下時間が増加しており、安全区画の排煙設備設置効果が大きい。

4-2 「事務所⇒児童・福祉施設」の改善案とその効果

改善案では、事例の特徴に応じて安全区画の確保または個室の防火区画化、大部屋居室(保育室)の排煙窓拡大をおこなった。事例jは個室の防火区画化による廊下の防煙性能向上が著しい例である。

(1) 室避難余裕時間の変化 (表3、図6(a))

用途変更後と改善案の比較では、平均値は-0.46分⇒-0.16分(用途変更前は+1.03分)と改善されている。原因は安全区画による避難時間の減少と排煙窓拡大による煙降下時間の増加である。

(2) 階避難余裕時間の変化 (表3、図6(b))

用途変更後と改善案の比較では、平均値は-5.68分⇒+1929.54分(事例jを除くと+55.46分、用途変更前は-2.82分)と改善されている。原因は安全区画の防火区画による煙降下時間の増加である。

(3) 全館避難余裕時間の変化 (表3、図6(c))

用途変更後と改善案の比較では、平均値は、-8.55分⇒+4148.98分(事例jを除くと+110.62分、用途変更前は-3.82分)と改善されている。原因は安全区画の防火区画による煙降下時間の増加である。

5 まとめ

事務所から共同住宅、児童・福祉施設に用途変更された12事例を避難安全検証法により、用途変更前後の建物の避難安全性を検証した結果、以下のことが明らかになった。

- ①用途変更前の多くの事例で避難余裕時間が負となった。これは、用途変更される建物が元々、避難安全性の低いことを示している。
- ②用途変更後の建物について検証した結果、共同住宅の階および全館避難余裕時間の平均値は、用途変更前の避難余裕時間よりも改善されている。原因は共同住宅にはEVホールと一体で形成された前室が多く、それが階段に対して安全区画として機能するためである。一方、共同住宅のバルコニーは、設置されても小規模のものが多く、避難困難者や廊下漏煙時について十分な避難安全性が確保されているとはいえない。また、福祉施設に変更された事例では室、階、全館避難余裕時間ともに悪化している。
- ③用途変更後の建物について、共同住宅では安全区画の排煙設置、福祉施設では居室排煙窓の拡大、安全区画確保等の改善策を提案し、その改善策について再検証した結果、建物の安全性が向上したことが確認された。特に安全区画の性能向上は就寝施設の安全性に重要な階、全館避難余裕時間の向上に効果的である。

参考文献

- 1) 森山修治、長谷見雄二、藤村卓矢、木船麻里恵「既存建物のコンバージョンにおける避難安全性の変化とその制御—事務所から非就寝施設への用途変更事例検証—」日本建築学会技術報告集, pp.181~186, 2006年6月
- 2) 東京消防庁「社会情勢の変化に伴う性能評価に即した既存建築物の火災危険要因の解明と防火安全対策のあり方」pp.121~166, 2005年
- 3) 藤村卓矢、木船麻里恵、長谷見雄二、森山修治「既存建物のコンバージョン計画における防災性能に関する研究(その1, 2)」日本建築学会学術講演梗概集A-2, pp.255~258, 2005年
- 4) (財)日本建築センター「新・建築防災計画指針」pp.134~135, 1995年付記

本検討は、第16期東京都火災予防審議会人命安全対策部会の調査の一環として実施した。資料の手配および貴重な意見を頂いた同審議会委員及び事務局に厚くお礼申し上げます。なお、本稿掲載の平面図(図1~4)は建物の特定防止のため、避難安全検証の計算に影響のない範囲で改変されている。

図5 避難余裕時間の比較(用途変更前⇒用途変更後)

図6 避難余裕時間の比較(用途変更後⇒改善案)

[2006年4月20日原稿受理 2006年7月27日採用決定]