

積雪を考慮した避難計画に関する研究

内藤 恵 (北海道工業大学)

細川 和彦 (北海道工業大学)

苫米地 司 (北海道工業大学)

1. はじめに

筆者らの研究から、北海道をはじめ積雪地域における避難施設の管理状況は極めて不十分な状況にあることが明らかである¹⁾。避難施設に関する法的基準は、建築基準法をはじめ消防関係法および建築防災計画指針²⁾等により定められているが、これらの基準は夏期中心で全国一律に立案されているため、積雪等の影響は考慮されていない。従って、冬期には積雪、寒さ、吹雪等の影響により避難口が使用困難になる。ここで札幌市火災予防条例を例にみると、「避難口及び屋外の避難経路は、凍結または積雪により避難の支障とならないように維持すること」と示されているが、維持管理の現状は前述の通り不十分であり、積雪地域の地域特性に応じた維持管理方法を検討する必要がある。特に、高齢者や身体障害者など災害弱者を伴う施設においては十分な管理方法の検討が必要である。このようなことから本研究では、災害弱者の集合体ともいえる福祉施設を対象に避難計画の問題点について検討した。

2. 研究方法

札幌市内の福祉施設(養護老人ホーム・特別養護老人ホーム)全37箇所を対象に、夏期および冬期間における避難施設の管理状況および防火管理者に対するヒアリング調査を実施した。さらに、避難施設の維持管理指導の現状を把握するため、札幌市防災協会に対しヒアリング調査を実施した。また、福祉施設の避難訓練に参加し、訓練の現状を調査した。

次に、積雪状況が避難時間に及ぼす影響を具体的に検討するため、無雪期および積

雪期における歩行速度の実測を行い、札幌市内の老人保健施設をモデルに、シミュレーション手法の一つであるシステムダイナミックスを用いて避難時間の推定を行った。

3. 研究結果

3.1 福祉施設における避難施設の現状

避難施設の管理状況に関する現地調査を行った札幌市内の福祉施設全37カ所における避難施設の設置状況は、屋外に露出した避難専用階段等を設置している場合が最も多く、全体の約8割を占めている。

これらの夏期および冬期における避難施設の管理状況の一例を写真1に示す。写真に示すように、冬期間は管理が不十分で避難施設の機能を果たさない状況となっている。このような状況は屋外露出型の避難施設を採用している施設全てに見られ、雪の進入を防ぐ措置を施すなど積雪を考慮した避難施設は見られなかった。さらにこれらの福祉施設の防火管理者に対するヒアリング調査の結果、冬期間における屋外避難施設の管理状況は、間口除雪を行う程度に留まっていることが明らかとなった。

避難方法の現状は、火や煙に巻かれる可能性の少ないバルコニーへ一時的に避難させ、その場で救援を待つ、またはバルコニーから通じる屋外避難施設を使用し避難する経路と、廊下から屋内避難階段を使用し避難する経路によるものとなっている。このような避難計画は近年建設された福祉施設で多く採用されている。屋内避難階段は、冬期でも支障なく利用できるのに対し、屋外に露出しているバルコニーや階段等は写真1に示すような凍結や吹き込みにより使用できない状況である。防火管理者に対す

るヒアリング結果では、「避難経路となるバルコニーは特に対策は行っておらず、すべり台等の地上周辺の管理も、常に行っているわけではない。」とのことであった。このように、積雪期の避難施設は常に安全に管理された状態とはなっておらず、避難時の安全性を考えると問題が多い。

前述のような避難計画の問題に対処した施設の一例を写真2に示す。写真に示すように、同施設では垂直方向の避難に屋内スロープを用い、避難口も積雪による機能低下に対し有効なシャッターが採用されていた。調査対象とした施設のうちこのような避難計画は他に例が無く、防火管理者に対するヒアリング結果からも積雪などの問題点、及び施設利用者の性質に対応した建築計画を行ったことが明らかとなった。

積雪期における避難行動の問題点を検討するため入居者の歩行速度及び歩行状況を調査した。入居者の歩行状況は主に、車椅子・歩行器・杖及び自立での歩行に大別された。また、歩行速度の計測結果は、歩行状況の違いに関わらずおおむね0.54m/secであった。これは、同年代における一般的な歩行速度のおよそ4割程度の速度である。さらに、圧雪状態での一般的な歩行速度は乾燥路面における速度からおよそ1割減少することが明らかであるが、上述の入所者の歩行状況をみるとさらに減少することが考えられる。これらは、積雪期における避難行動に大きく影響を及ぼすものとする。これらの避難行動における問題点に対し、前述の屋内スロープを設置した施設では写真3に示す避難器具を用いている。これは、病院・老人ホーム・介護施設での避難用に開発され、高齢者を乗せ、廊下・階段を引きずることができ、雪や氷の上でも使用できる器具である。このような避難器具は、積雪期における避難施設の使用を補助する効果が期待できる。

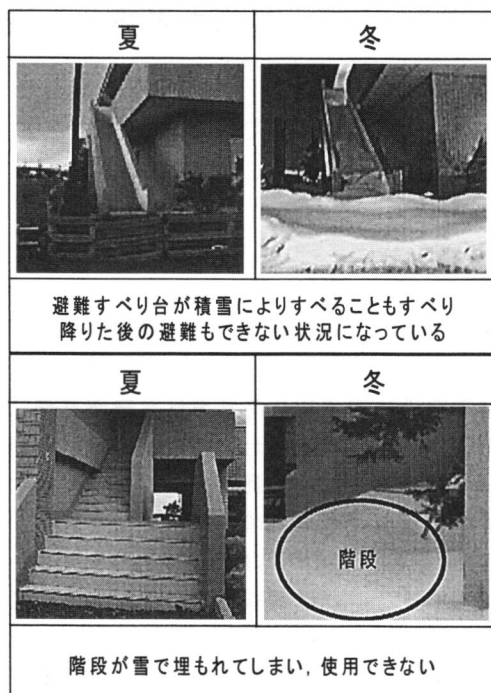


写真1 冬期間の対策の違いによる避難施設状況

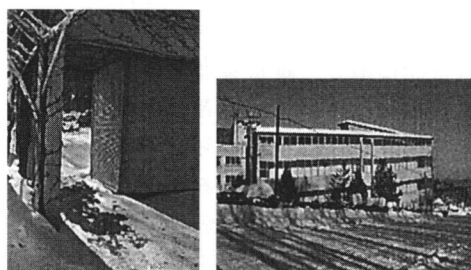


写真2 積雪を考慮した避難施設の例

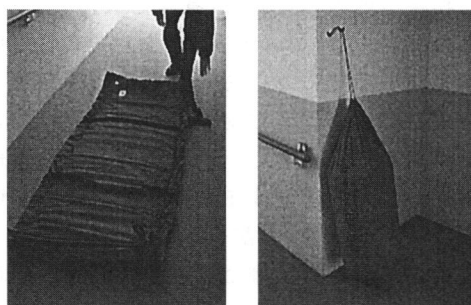


写真3 医療施設用避難器具

3.2 システムダイナミックスを用いた避難時間の推定

現地調査を行った福祉施設を対象に、積雪期および無雪期における避難時間の推定を建築物の各階の連続性を考慮して行った。積雪期および無雪期の避難経路をそれぞれ現状に基づいて設定し、他の条件は、図1に示すとおりとする。2階の廊下における最大人口密度は車椅子および歩行器の大きさを考慮し1.2人/㎡とした。また、対象とする建築物は、地上3階建(傾斜地に建設されているため一部2階部分からの避難となる)、通常の避難口が3ヶ所、図中のB避難口が主出入口となっている。避難時間の推定では、平面計画をA、BおよびCブロックに分割し、避難対象となる居室を歩行距離が最短となるように図に示す各避難口へ避難させる方法とした。積雪期の避難方向は、現地調査の結果から屋外避難階段が使用できないことを考慮し屋内の避難階

段へ変更した。図1に避難口周辺の積雪状況を示す。さらに、C避難口では屋外の積雪状況および避難経路の確保状況をもとに条件を与えた。また、介助にあたる職員を各居室に1人配置するものとした。避難時間の推定結果は、B避難口およびC避難口における避難開始から避難完了までの避難完了者割合を見ると図2となる。さらに、図中には(1)式から得られる2階および3の階許容避難時間を示した。

$$T_e = 8\sqrt{A} \cdots \cdots (1)$$

T_e : 指針による階許容避難時間(秒)

A: その階の居室および廊下面積の合計(㎡)

図2のように、積雪期と無雪期を比較するとB避難口の場合、最初の避難者については同時刻に避難が完了し、最終避難者が完了する時刻は積雪期では35秒遅くなる。これは、Aブロック3階の避難者が積雪期に避難経路を変更するためである。さらに、C避難口の場合、積雪期の最終避難者が25

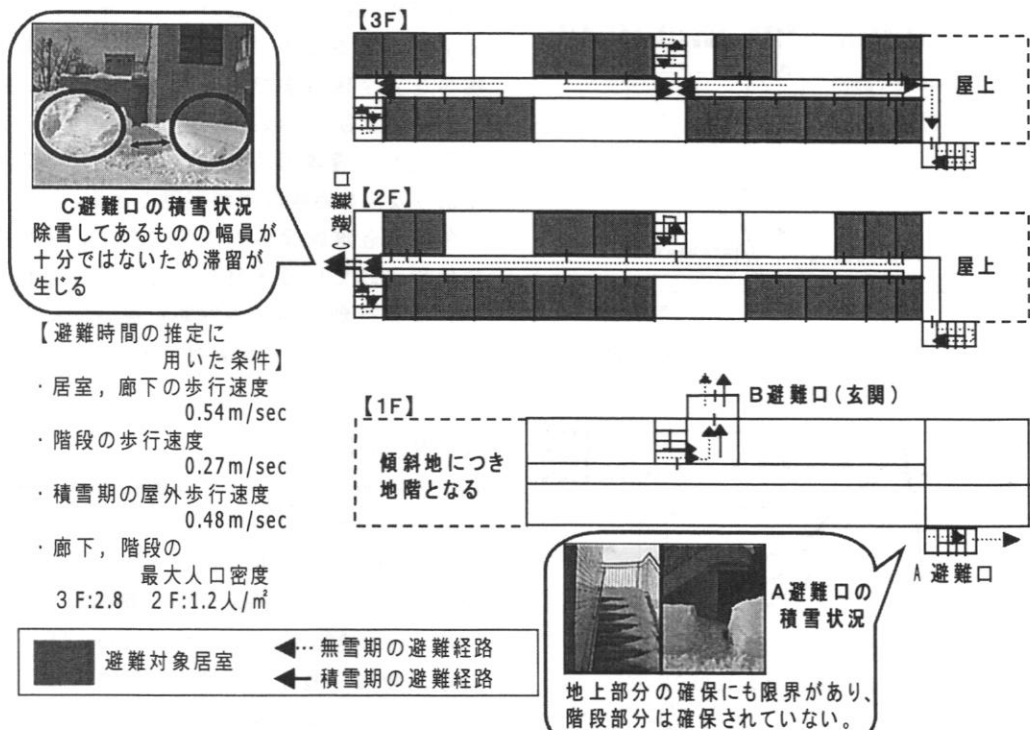


図1 対象建築物と避難経路および避難施設周辺の積雪状況

秒遅くなる。これは、C避難口外部の積雪により避難者の流出が制限されるためである。各階の階許容避難時間についてみると、両者共に許容避難時間を超えてはいないものの2階については積雪期の場合は許容避難時間との差はわずか5秒となった。次に、2階および3階の廊下における滞留者数を見ると図3となる。さらに図中には(2)式から得られる廊下許容避難時間を示した。

$$T_e = 4\sqrt{A} \dots (2)$$

T_e : 指針による階許容避難時間(秒)
 A : その階の居室および廊下面積の合計(m²)

図のように、各階共に上述の階避難時間と同様の要因から積雪期の避難時間に遅れが生じている。特に、2階における滞留の状況は、本来三方向ある避難経路を一方向に集約したために大幅に遅れが生じている。さらに、積雪期においては屋外歩行の影響により内部の滞留が増加する結果となった。

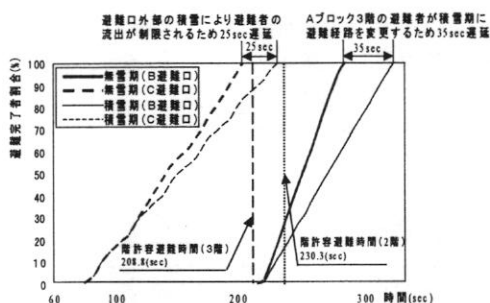


図2 シミュレーションによる避難時間

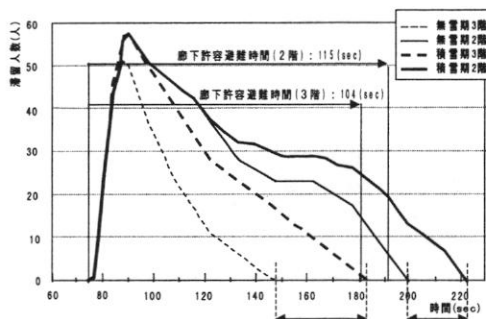


図3 各階廊下における滞留者数

4. まとめと今後の課題

避難施設の維持管理は避難時の歩行状況などを考慮し、常に避難施設としての機能を発揮できる状態にしなければならない。しかし、積雪時の維持管理と、災害弱者を対象とした避難施設の選択に対する指導が行われていない事が明らかとなった。また、積雪を考慮した避難施設がないために、維持管理がより困難になっていることも否定できない。このことから、積雪等の自然環境を考慮した避難施設の開発が急務である。

積雪時には避難施設の定義が変化し、拡大するため、設計段階から計画的配慮することが重要である。特にその建築物や利用者の性質を考慮する必要がある、調査の対象とした福祉施設のように夜間も多数の入所者がいるにもかかわらず、昼夜の職員数に格差がある場合は特に詳細な検討が必要である。また、積雪時には避難施設から安全区域までの経路確保が重要であり、経路も避難施設の一部とみなし、維持管理する必要があるため、常に除排雪される駐車場等を安全区域までの経路として捉え、計画することも一つの考え方である。さらに、避難施設と避難用医療器具を併用することにより安全な避難計画が実現できる。

今後は避難施設のみに留まらず、建築物に使用されている床材料などの特性を調査し、避難行動における問題を複合的にとらえた検討を行うことが必要である。

【参考文献】

- 1) 山形敏明 他1名: 冬期間における避難施設の現状と対策について, 日本雪工学会誌, pp. 123-130, 1996
- 2) 日本建築センター編: 新・建築防災計画指針, 日本建築センター発行, 1996.11
- 3) 細川和彦 他2名: 積雪条件を考慮した避難施設に関する基礎的研究, 日本建築学会技術報告集第7号, pp.135-138, 1999