

# 日本で運用可能なUS&R訓練施設の設計資料集成の作成検討

## A Study on Considerations in Preparing a Design Reference For Practical and Effective US&R Training Facilities in Japan

吉村晶子<sup>1</sup>, 梅山吾郎<sup>2</sup>, 小山真紀<sup>1</sup>, 清水秀丸<sup>3</sup>, 加古嘉信<sup>4</sup>, 佐藤史明<sup>5</sup>, 関文夫<sup>6</sup>  
Akiko YOSHIMURA<sup>1</sup>, Goro UMEYAMA<sup>2</sup>, Maki KOYAMA<sup>1</sup>, Hidemaru SHIMIZU<sup>3</sup>,  
Yoshinobu KAKO<sup>4</sup>, Fumiaki SATOH<sup>5</sup> and Fumio SEKI<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院 工学研究科 安寧の都市ユニット

Unit for Liveable Cities, Graduate School of Engineering, Kyoto University

<sup>2</sup> NKSJリスクマネジメント (株) コンサルティング部

Consulting Department, NKSJ Risk Management, Inc.

<sup>3</sup> (財) 建築研究協会

Architectural Research Association

<sup>4</sup> 京都府警察

Kyoto Prefecture Police

<sup>5</sup> 千葉工業大学工学部建築都市環境学科

Department of Architecture and Civil Engineering, Chiba Institute of Technology

<sup>6</sup> 日本大学理工学部土木工学科

Department of Civil Engineering, College of Science and Technology, Nihon University

To improve response capability for structural collapse urban search and rescue (US&R) is now a worldwide issue, and those countries advanced in the field have been paying great efforts on developing and delivering standardized curriculums, trainings and facilities. Japan has also started to move toward establishing a system for US&R, by rapidly adopting those advanced countries' ways, but to try to implement the system in exactly the same way would cause problems because there are differences in deployment and training systems. As a result, only a limited part of the system has been imported to the Japanese. In this paper, focusing on the training facilities, the problems are reported and considerations on the ways for the solutions that are practical and effective in Japan are examined.

**Keywords:** *Urban search and rescue (US&R), training facility, design reference, response system, multi-disciplinary operation, training program*

### 1. はじめに

都市型捜索救助 (Structural collapse urban search and rescue, 以下 US&R) に関する対応能力向上の取り組みが世界各国で進められており、当該分野における先進諸国ではカリキュラムや訓練施設も整備されている。我が国でも先進諸国の取り組み内容が導入されようとしているが<sup>1),2)</sup>、我が国の運用体制や教育訓練体系にそのまま適用するには課題が多く、現状では部分的な導入に止まっている<sup>3)</sup>。本報では訓練施設に着目し、我が国で運用可能な施設とするための計画設計手法について、設計資料集成としての提示をめざし詳細な検討を行い、また広義での当該施設の意義と効果、さらにその確立と向上のために必要な事項について整理した。

### 2. 現状の課題

#### (1) 我が国における US&R の導入状況と課題

建築・土木の技術者の立場で、US&R に関し現場に貢献できる分野として、訓練施設の設計や構造評価等の教育プログラムの開発がある。訓練施設の計画設計手法については、我々は先般より先進的指導者らと協働しつつ取り組んできた<sup>1)</sup>。既報のとおり<sup>2),3)</sup>、US&R に関する先進諸国のカリキュラムや訓練施設をそのまま我が国に取り入れるには課題が多い。しかし近年、国際緊急援助隊

ならびに消防庁が熱心に取り組みを展開し始めたことから、US&R 活動の重要性は実活動者たちにより認知されるようになり、今や、その次の段階として、標準化された教育を一般の隊員にいかに関与提供するかは課題の中心となりつつある。このフェーズに至り、我々のもとにも現場の実活動者たちから様々な質問や相談が寄せられるようになり、技術的助言が求められている。以下ではそれら現場活動者らがどのような具体的課題に直面しているかをまず紹介する。続く次章では、その解決策を提案し、特にその一部として設計資料集成の作成と提示が効果的と考えられる領域についてその内容例を示す。

#### (2) US&R 要素技術の導入が進む中での課題

消防庁は、実戦的な特殊災害対応訓練や国際消防救助隊セミナーにおける US&R 技術の紹介、平成 22 年度救助技術の高度化等検討会における US&R 技術の整理等を進めており、これを受け、各消防本部や県単位の検討会でも US&R 技術導入の取り組みが進んでいる<sup>3)</sup>。しかしながらそれらは、現段階ではブリーチングやショアリング等の要素技術の導入が中心となっている。そのため、実活動者たちは、それら技術を実際にどのように適用できるのか、またそれらを活用すべき活動場面としてどのような災害現場が想定されるかについて、クリアなイメージを描けずに様々な疑問を抱えていることが多い。

例えば、ブリーチング技術（倒壊建物内の要救助者へのアプローチ路を設定するため、床や壁を想定したコンクリート板に開口部をあける技術）について、国連INSARAGのIEC認定要件では、最高級のheavy認定を取得するには30cm厚のコンクリートを開口できる能力が必要とされている。一方で、国あるいは都市によって建物構造の分布は異なるため、これを考慮したブリーチング技術の習得が必要とされるはずである。我が国のケースで言えば、大規模地震で倒壊する建物の多くが古い木造建築物である事を考慮すると、日本の木造建築物の構造的評価や要緊急補強箇所の判断が求められるが、これを満たすような技術を取得できるプログラムは用意されていない。例えば、米国式のショアリング技術（倒壊建物に緊急補強を施して更なる建物の崩壊を防ぎ、要救助者および救助活動者の安全な活動空間を確保する技術）は、主に木造ツーバイフォー建物に対するショアリング技術の体系となっており、在来軸組構造の日本家屋に対し有効であるのか、またより効率的な技術はないのかについて考慮・検討されていない。また、ブリーチング技術に関し、米国等では、例えば壁に対しては一辺70cm内外の三角形で開口する方法が標準化されており、我が国ではその方法を範として導入し始めたところであるが、ただそのように三角にコンクリートを切る技術だけを訓練しても効果のほどが疑問である。一辺70cmという寸法は、瓦礫の中での引きずり等に対して耐久力のあるスケッドストレッチャーと呼ばれる救助用担架の寸法を基準にしたものであり、我が国ではまだスケッドストレッチャーの配備のある消防本部はごく少数である（ただし、平成22年度救助技術の高度化等検討会の検討結果として、US&R活動にはスケッドストレッチャーの使用が不可欠という結果が出ていることから、今後各本部で配備が進むものとみられる）。また、米国と日本では建物の構造や仕様が異なることから、詳細な開口方法にも違いがあってしかるべきであるが、ショアリングと同様、そのような検討はまだ行われていない。また、そのような検討はむしろ、消防機関が独自に行うよりも、建設施工業者や解体業者が支援することにより効率的に実施できると考えられるが、そのような協力体制は整えられていない。現時点ではそのような中で各本部等で試行錯誤が行われている。そのため、ブリーチング技術を導入、標準化し、普及しようと取り組む実活動者から我々のところに「そもそも建物のどこが攻めどころなのか見てもわからない、そもそもどの種の想定がどの程度あり得る状況なのかわからない」等の質問・疑問が寄せられている（表-1に例）。

表-1：ブリーチング技術導入における現場活動者の疑問

<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物構造の種類と特徴 建物用途、構造種別、コンクリート材質、建築規模、階数などの違いによる建築物の強度、倒壊・破壊時の特徴</li> <li>・被災建物の総合的判断 崩壊危険の見極め 部分的崩壊が建物全体に及ぼす影響</li> <li>・被災建物周囲の状況判断 隣接建物の寄りかかり、地盤面の隆起沈降等による対象建物への影響</li> <li>・ブリーチング活動部の危険性判断 床面、壁面、天井面のひび割れ、接続部のズレ、柱の損壊状況、鉄筋の破断、曲り、はずれなどが見られる場所での活動判断</li> <li>・コンクリート破壊の技術的ポイント 破壊しやすい場所しにくい場所、効率的破つり(破壊)方法</li> </ul>
---

### (3) 特殊な施設運用の必要性

また、以上にとりあげたブリーチング訓練のように、開口などの破壊を伴う活動の訓練を行う場合、当然、訓練施設では破壊後の訓練資材を交換する必要がある、そのような可変性の要素を本来的に持つという性格を持つのがUS&R訓練施設の特徴であることは既報で述べてきたとおりである<sup>1), 2), 3)</sup>。欧米の各施設では通常、これら壁や床に見立てられたコンクリート板などの“消耗瓦礫”の取り替えのために、それら重量物を扱うことのできるフォークリフトやクレーン等を施設に備えている<sup>2)</sup>。しかし、例えば我が国で各本部が施設整備しようという場合、それら車両の購入までを行うことは予算獲得上の困難が多いため、救助工作車等のクレーンを利用して設定するしかない場合が多い。そのため、吊ったまま移動できないなどの制約があり、クレーンの作業半径や定格荷重の制約も考慮する必要がある。以上のことは、設計資料集成作成のうえでは、交換可能な訓練板のモジュールサイズを何cmにするかに関わる。現在国内で最も本格的なブリーチング訓練は、国際緊急援助隊救助チーム総合訓練でみることができ、そこで採用されているモジュールサイズは一辺180cmの正方形のコンクリート板であり、壁想定(12cm厚 0.9ton)、床想定(18cm厚 1.3ton)、IEC対応(30cm厚 2.2ton)のいずれにしても、それだけの重量物の設定変更ができるのは、重機等を持ち込む業者を雇っての同総合訓練の枠組みだからこそ可能なことであり、採用できるモジュールサイズであるといえよう。また、各本部単位での整備でなく、県などが整備する施設の場合は、管理運用面での困難や齟齬が生じがちである<sup>3)</sup>。例えば、実災害現場においては、捜索活動が完了した建物には写真-1のようなマーキングを行うことが、国際標準である国連INSARAGのガイドラインで規定されており、我が国においても平成22年度救助技術の高度化等検討会でこれを準用することが確認されている。実際に東日本大震災において海外からの救援隊がマーキングを実施している例を写真-1に示す。



写真-1：国際標準のマーキングを実施する海外救援隊<sup>4)</sup>

しかるに、ある県の施設では、現状復帰方式で運用することを徹底するため、写真-2のような看板を施設内に設置し、「訓練に必要な事項であっても、訓練施設等の壁面等への書き込み行為は、一切認めない」との文言で禁止事項として扱うことを明言し、周知徹底している。そのため、US&R活動の訓練施設であるにも関わらず、マーキングの訓練が事実上できないように管理されている。



写真-2：マーキングを禁止した施設看板の例

### 3. 技術者の協力により解決できること

#### (1) 設計資料集成の提示による解決

上記の例では、例えば写真-3 に示すような交換可能な簡易なマーキング記入板を取り付ける方法を知っていれば、何も管理規定でマーキング訓練を禁止せずとも、簡単に解決できる可能性がある。逆にいえば、US&R 訓練施設に関する設計資料集成が存在しないがために、ディテールレベルで（訓練場所に板をとめる簡単な枠をつけておくだけで）解決できるような小さな問題も、運用面での禁止事項とされる事例が発生し、訓練施設の目的を大きく損なう結果となってしまっているといえる。

よって、当該施設に対応した設計資料集成を作成し、利用しやすい形で提供していくことが重要と考えられ、我々は現在これに取り組んでいる。



写真-3：簡易に交換可能なコンパネのマーキング記入板

#### (2) 設計資料集成の構成案

新たな訓練施設を計画する場合においても設計資料集成の提示に効果を期待できる。設計資料集成は、施設計画、施設設計、施設運用の3つの視点で構成されている。

施設計画は、訓練の目的が達成できることはもちろんであるが、その訓練施設が安全であること、各グループ間の訓練が錯綜、競合しないこと、訓練の効果が確認できる工夫が必要であること、見学者の動線に配慮することなど、施設全体を大きく捉える施設計画の基本方針について記載している。

施設設計は、個別の訓練施設の中で、消耗材と施設材を分類し、消耗材をシステム化することが重要である。消耗材は、全て廃棄するのではなく、廃棄する部分を最小にすることが重要である。例えば、ブリーチング訓練のコンクリートパネルは、外側の型枠材になるフレームをリサイクルし、コンクリートだけを廃棄するようなシステム設計とし、寸法は、ハンドリングの容易さを考慮して、モジュールサイズを決定している（写真-4、5）。また、コンクリートパネルの設計基準は、現行の建築基準、旧建築基準に合わせて、配筋やコンクリート強度を設定し、現場活動者に役に立つように配慮している。



写真-4, 5: リサイクル可能なコンクリートパネルの例

施設運用は、複数の訓練関係者が、共同で訓練するために、消耗材の管理、制作方法、設置方法に関して明確にすること、廃棄物の処理方法などについて明記している。施設運用は、設置から廃棄物の処理までが重要であり、運用方法をしっかりと設計することが重要である。

#### (3) 技術者派遣による現場協力

また、技術者が直接赴くことで解決できることは多い。建設現場に最も近い施工業者や解体業者であれば、コンクリート板の効率的な破壊・はつり方法を教示することができるだろうし、それにより救助隊の活動方法の検討や確立の支援に協力できることとなろう。実際、我々は兵庫県下消防長会 US&R 作業部会に技術者を派遣しての検討協力を開始しているところである。

さらに将来的には、実災害への出動においても技術者が活動隊に同行し、構造に関する技術的評価を実際に行うことも考えられる。そのためには、協力体制の確立がまず必要であろう。一案であるが、例えば、従業員数100人以上の事業所であれば消防機関の現場活動に同行する登録技術者を常時1人以上確保するなどのルールを作り、その登録技術者は訓練時においても技術指導を担当するようにすれば、相互に意見を出し合いながらの技術的検討・検証も進むであろうし、活動の効果向上につながるであろう。そして登録技術者を派遣する事業所に対する社会的評価や榮譽、税制的優遇などを工夫することにより、実効性、持続性を伴う組織的なくみとすることも可能であろう。例えばこのようにして、その場の好意に終わらず、長期的、持続的に協働・向上していきけるような協力体制モデルを考案していくことが重要であると考えられる。

#### (4) 教育プログラムの開発

また、先の表-1のような実活動者の疑問点をクリアするためには、彼らの隊の活動目的をよく理解し、隊員らが何を知りたいのかによく対応した教育プログラムの開発が必要である。これまでにも、国際緊急援助隊などでは隊員教育の一環として、構造力学の講義がなされているが、現時点では通常の構造力学の講義をもとに平易にアレンジした講義がなされているにすぎない。これは講義担当者に問題があるわけでは決してなく、活動隊員向けの講義や構造評価教育プログラムの開発は、それなりの検討体制をもって当たらねば難しい、ひとつの課題であるということである。つまり、建てるために必要な知識と活動隊員に役立つ知識は異なるということであり、これまでに無い新しいカリキュラムの開発が必要であり、その開発には相応の体制が必要と考えられるということである（さらにいえば、既報<sup>2)</sup>で報告したとおり、イギリスでは、有能な構造技術者であってもそれだけでは活

動隊員向けの教育を行うことができるわけではないとの認識から、隊員教育者養成のための技術者向けカリキュラムの検討を開始する段階にまで進んでいる。我が国においても、活動隊員への教育プログラムの開発のための体制づくりこそが今求められているといえよう。

表-2：隊員向けの建物理解のための教材考案例

★★建物を分析しよう★★	
建物の構造は、用途で決定されているケースが多い。振動や騒音が不快とされる施設は RC 造となり、コストが制約されるような施設は、S 造となることが多い。	
建物用途	構造種別
商業施設	鋼構造 (S 造)
病院施設	鉄筋コンクリート造 (RC 造)
居住施設	鉄筋コンクリート造 (RC 造)
学校施設	鋼構造 (S 造)、鉄筋コンクリート造 (RC 造)

### (5) 計画段階からの参画および広義の運用面への提言

重量物交換のための前提となる作業車両や重機の必要性<sup>2)</sup>、資材の循環を考慮した施設計画<sup>3)</sup>など、計画段階から建設技術者が入ることで予め見通すことのできる問題は多い。計画段階から技術者、専門家が集っての検討体制を可能とする枠組みが必要であることは、諸外国で必ず施設諮問機関が設置され重視されていること<sup>2)</sup>からも確認できる。

またさらに、より大きな意味での運用面への提言もしていく必要がある。US&R 活動の対象となるのはいわゆる瓦礫災害<sup>2)</sup>であり、低頻度ながらも一旦発生すると甚大な被害をもたらすという特徴を持つ。つまり、単なる個々の現場活動技術の問題に注目するだけではなく、むしろ、広域にわたる災害現場全体に対し、強力なコマンドとマネジメント能力を発揮でき、的確な指揮調整や情報共有を可能とする体制や人材なくして成立しない活動であることをふまえた検討が必要である。その意味からいえば、US&R 活動は決して救助隊員に限定された範疇の課題ではなく、また、訓練施設に関しても、単なる技術訓練の場であるだけではなく、より大きな意義として、広い視野を持って災害のマネジメントができるコマンダーや指導者の人材育成の場であることこそが、かような施設の存在意義ととらえるべきであろう。

前節までに挙げた各項目について、それぞれまずその検討体制を確立することが必要であることを指摘してきたが、その検討を実施する人材、さらには全体の計画立案ができる人材の育成が最重要であることは論を待たない。この意味からすると、個々の技術訓練場のための設計資料集積ばかりでなく（このような設計資料集積は、

シンプルに技術訓練の場であることを目的とするような、各本部単位の施設設計には役に立つであろうが）、人材育成を主要な目的に据えた施設のあり方を考案するという方向でも設計資料集積を考案していくべきであり、これは我々にとっても今後の課題であると考えている。ただし、それは我々技術者だけで考えるだけではよい解答に到達し得ない問題であると思われ、多くの専門家や関係者の協働をもって初めて実現していけるものであろう。

## 4. 新たな枠組みの確立に向けて

振り返ってみると、我が国における US&R 活動の歩みは、阪神・淡路大震災や JR 福知山線列車脱線事故におけるクラッシュ症候群に陥った傷病者に対する救助医療活動が端緒となっており、トリアージタグの色でいえば赤（緊急群）への対応活動の向上が今後の課題として重要視されてきた。そこに今回の東日本大震災が発生し、津波災害の特徴として緑（軽傷群）と黒（死亡群）の割合が多かったことから、クリティカルな赤（緊急群）への救助医療活動が多く展開されるような状況にはならなかったものの、超広域かつ複合災害の様相を呈してきた中で、指揮命令系統の確立や連携機関との調整（Command & Control: C）、活動者の安全確保（Safety: S）、情報の伝達・選別と共有（Communication: C）、的確な評価を通じたロジスティクスの確立（Assessment: A）といった、効果的で効率的な活動を展開するための前提となる諸項目<sup>5)</sup>に大いに課題が生じたとの現場の声が聞こえてきているところである。その全貌の把握と分析は、今後の調査を待たねばならないが、筆者らは、これら C, S, C, A の確立を、低頻度大規模災害を活動対象とするものである US&R 活動において大前提とすべき重要項目としてとらえ、その訓練方法の確立に向けた取り組みや<sup>6)</sup>、その中で隊員管理等を行う際の課題について支援に取り組んできており<sup>7)</sup>、このうち特に連携機関との調整については単に技術的には解決できない体制面の課題も多かったため、一朝一夕とはいかないが、しかしこれまで上述のように主に訓練支援の立場からではあるが US&R 活動向上に取り組んできた立場からは、我が国の優秀な活動隊員の力量を存分に発揮することのできる体制を今こそオール・ジャパンで整えてゆくべきだと考えている。知恵と力を結集してのぞんでいくことが重要である。

### 謝辞

本報における議論は、兵庫県下消防長会をはじめ、これまで様々な意見や質問をいただき、共に検討をしてきた多くの消防救助隊員の皆様方との議論に基づいて整理しました。関係各位に深く感謝申し上げます。また、本報の整理ととりまとめにおいては JR 西日本あんしん社会財団による研究助成を活用させていただきました。記して感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 吉村晶子, 加古嘉信, 佐藤史明: 日本における瓦礫救助医療訓練施設に求められる要件に関する研究, 地域安全学会論文集 No. 9, pp. 311-320, 2007.
- 2) 吉村晶子, 佐藤史明, 秋富慎司, サイモン・ロジャース, 大山太, 加古嘉信: 米国・英国との比較調査を通じた US&R 実働戦略に関する研究, 地域安全学会論文集, No. 10, pp. 125-135, 2008.
- 3) 吉村晶子, 清水秀丸, 佐藤史明, 加古嘉信, 田所諭: US&R 訓練施設の整備と運用に関する研究: テキサス Disaster City の調査を通じて, 地域安全学会論文集 No. 13: 265-274, 2010. 11
- 4) 岩手県大船渡市: 時事 撮影日: 2011-03-15
- 5) Advanced Life Support Group, 小栗 颯二 他訳: MIMMS 大事故災害への医療対応 現場活動と医療支援, 永井書店, 2005.
- 6) 佐藤史明, 吉村晶子, 高橋徹 et al: 瓦礫災害に対する救助医療活動訓練における音響シミュレーションの効果, 日本建築学会環境系論文集 Vol. 75 No. 649, pp. 247-254, 2010.
- 7) 吉村晶子, 佐藤史明, 秋月有紀 et al: 瓦礫の下の現場環境の物理量計測と活動への影響評価, 日本集団災害医学会誌 Vol. 15 No. 1, pp. 27-35, 2010.



図-1：今後求められる全体像