

課題情報シート

テーマ名：	立体自動倉庫における震災対策		
担当指導員名：	奥田 美都子	実施年度：	28 年度
施設名：	港湾職業能力開発短期大学校横浜校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	港湾流通科
課題の区分：	総合制作実習	学生数：	1
		時間：	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

制作者である学生本人が興味を持ったテーマについて調査することの楽しさや難しさを経験し、文献調査だけではなく、実際に当該テーマ分野の企業等の専門家からヒアリングすることにより、理論と実際の現場との乖離を理解するとともに、ヒアリングするためのコミュニケーションスキルの重要性を実感することができました。さらに、期限までに成果物を完成させるためのスケジュール管理を習得できました。論文検索や実際に国会図書館に行って先行研究論文を読み込むことにより、学生自身の独創的なまとめと考察へ導くことと、その成果を発表し、伝えるためのプレゼンテーションスキルの向上を目指しました。

【参考資料】

日本道路協会 「道路」(2014年4月) 「物流のカギ握る拠点施設の荷崩れ防止策」 井上秀 著

マテリアルフロー (2005年12月) 「大地震での格納物落下を抑制、免震構造のラック式 倉庫技術」 渡邊秀司 著

流倉庫プランナーズ：<http://www.chuko-matehan.com/logiplanners/blog/asrs/>

タカセ：<http://www.takase.co.jp/about-us/offices/kawasakivc/>

株式会社セイデン：<http://www.seiden-inc.co.jp/service/autostorehouse>

耐震ネット：http://www.taisai-net.com/solution/taiseis_eye/87lvn70000019nmf.html

大成建設の情報マガジン：<http://librarytaisei.jp/feature/renewal/009/>

気象庁：http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/choshuki/choshuki_eq1.html

テレネット株式会社：<http://telenet21.com/dina/logistics.html>

ダイフクのロジスティクス・ソリューションサイト：

<http://www.daifuku-logisticssolutions.com/jp/>

免震ウェブサイト：<http://www.menshin.biz/?q=node/3401>

【訓練（指導）のポイント】

地震の多い日本の港湾・物流業界において、震災対策は必要不可欠です。中でも港湾における物流倉庫は、集荷の拠点となるだけではなく、多くの荷主の資産を保管している価値高き建造物

であり、故に地震及び震災から誘発される人的被害・荷崩れなどの様々な二次災害を防止又は抑制しなければなりません。立体自動倉庫とは、倉庫を立体化するためにスタッカーラック(荷棚)を設けた倉庫で、貨物・部品・材料などをラックに収納して保管・管理し、出し入れをコンピュータ制御により自動的に行なう倉庫であり、平積みの倉庫よりも収納能力が格段に大きくなるだけでなく、AIやIoTなどコンピュータや自動運搬機器の進歩と相まって、今後ますます効率化が進むものと思われます。

このように、物流倉庫における震災対策は、重要な課題であり、総合制作実習のテーマとして調査した結果は、今後につながると考えました。さらに、2011年に発生した東日本大震災を超える大震災が発生した時のその被害抑止対策と効果について総合制作実習のテーマとして取り組みたいという学生からの前向きな姿勢を尊重して指導しました。当初は、文献調査が中心でしたが、フィールド調査の重要性を理解させ、実際の立体自動倉庫の震災対策がどのように進んでいるのか自主的に調査するよう指導しました。その結果、倉庫会社よりメーカーの方が、開発が進んでいることがわかり、いくつかリストアップした企業の中から倉庫協会の理事長を通じてご紹介をいただき、ヒアリングすることができました。ヒアリングの準備も自発的にやらせて、企業の部長クラスの専門家に直接質問させ、現場視察後も不明な点があれば、積極的にメール等で回答をいただくよう指導しました。また、先行研究については、サイニー等の論文検索を指導し、オープンアクセスでない論文については、実際に国会図書館等蔵書のある施設に行って調べるよう指導しました。

その結果、37ページの論文を書き上げ、運営協議会に科の代表として発表することとなり、その発表も堂々としたもので協議会の委員の先生方からおほめの言葉をいただきました。自ら主体的に制作するよう指導したことが、大きな自信につながりました。主体的に考え、主体的に行動する姿勢を身につけることができたと思います。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 港湾職業能力開発短期大学校横浜校
住 所 : 〒231-0811 横浜市中区本牧ふ頭1番地
電話番号 : 045-621-5999 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kanagawa/college/>

課 題 制 作 ・ 開 発 の 「 予 稿 」 お よ び 「 テ ー マ 設 定 シ ー ト 」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

立体自動倉庫における震災対策

教 員 奥田 美都子

1. はじめに

東日本大震災を受け、被災地に留まらず東京湾岸地域においても、港湾及び物流施設は多大な被害を被った。中でも港湾における物流倉庫は、集荷の拠点となるだけではなく、多くの荷主の資産と言える貨物を保管している。つまり価値高き建造物であり、故に地震及び震災から誘発される人的被害・荷崩れなどの様々な二次災害を防止又は抑制しなければならない。

何故私が数ある倉庫の中でも、立体自動倉庫に着目したか。立体自動倉庫はその立体的構造上、10m～40mまでの高層に及ぶ倉庫である。その上部に貨物を保管する場合、重心位置は高くなり、加えて長尺ならば当然揺れ幅は大きくなると考えた。つまり震災のように大きな揺れを伴う災害であれば、荷崩れを起こす可能性は極めて高く、確実に被害が大きくなるのではないかと考える。震災後であれば、より一層震災への危機意識は高まるものと考え、倉庫のような価値高き建築物において、震災対策及び防止策を研究するに至った。立体自動倉庫の構造上から繋がる被害原因を考察し、現在において開発され、存在する震災対策及び防止策から、これからの立体自動倉庫の価値を考察する。

2. 立体自動倉庫の概要・詳細

立体自動倉庫とは、倉庫を立体化するためにスタッカーラック(荷棚)を設けた倉庫で、貨物・部品・材料などをラックに収納して保管・管理し、出し入れをコンピュータ制御により自動的に行なう倉庫である。倉庫における荷役などの作業を自動化したもので、無人倉庫とも言う。

スタッカークレーン、リフトやベルトコンベアなどの自動運搬機器をコンピュータと連動させて、倉庫業務に欠かせない荷役作業を省力化する。また、販売データとの連動によってより合理的な在庫管理が可能である。平積み of 倉庫よりも収納能

力が格段に大きくなるだけでなく、コンピュータや自動運搬機器の進歩と相まって、今後ますます効率化が進むものと思われる。

倉庫の自動化には、ラックを設けることが必要不可欠であり、自動倉庫＝立体自動倉庫または、自動ラック倉庫と同一の認識である。

3. 大震災による立体自動倉庫への被害

観測史上最大規模の東日本大震災により揺れは震源地から遠く離れた神奈川県近辺まで到達。東京湾岸地域でも立体自動倉庫が被害を被った。これは繰り返し発生した余震や長周期地震動(大きく緩慢な揺れ)などにより、立体自動倉庫の高層に及ぶラックに影響を与えたためと思われる。構造体そのものの被害より、ラックに収容された荷の落下や荷崩れによる被害が多いことが分かった。

立体自動倉庫は、ラックの高さが10m以下の小規模なものから、40mほどの大規模なものまで存在する。こうした高層に及ぶラックは軟らかい構造のため、振動による振れが大きく、長周期地震動の影響を受けやすいことが判明している。このため、地震そのものの揺れは強くなるとも、ラック上部では強く大きく揺れることになり、荷物が振り落される事態が多く発生したと思われる。

立体自動倉庫における具体的な被害とその特徴は、次のようにまとめることができる(大成建設情報マガジンより)。

- ① ラック自体の構造的被害は少なかった
- ② ラック上部からの荷崩れや落下が多く発生した
- ③ 荷落下による商品自体の被害が発生した
- ④ 落下した荷の片づけ(搬出・処分)期間の業務休止による損失が発生した
- ⑤ 業務再開後の荷姿異常などの障害も発生した
- ⑥ 荷落下による電気系統の破損が生じた
- ⑦ 破損した電気系統凡用部品の調達が不能になり、修理に時間を要した

こうした複合的な被害により、復旧に多くの時

間を要した上に(長いところでは全面復旧に 3 ヶ月)立体自動倉庫自体の不稼働によってシェア低下を招き、復旧後の営業的な損失にも繋がった。

4. 立体自動倉庫における震災対策

東日本大震災を受け、危機意識が高まった現在では各社、倉庫における震災対策に注力している。

多種ある震災対策の中でも、その要となるのは免震構造・制震構造といった、地震による振動を抑制する構造であると私は考える。それは、前述した震災時における立体自動倉庫の被害特徴を見ても分かるように、ラック自体の構造的被害はわずかであり、被害の大半はラックが揺れることによる、荷の落下から起こるものであったからだ。

つまり立体自動倉庫における震災対策で、最も重要視すべきなのは、荷の落下を防ぐことである。ラックが揺れることによる、荷の落下がなければ被害は最小限であり、東日本大震災当時のような状況には陥らなかったはずであり、荷の落下以外にも、震災時であれば停電などによる電力供給の断絶などが心配されるが、これは震災時の停電に備えた補助電源や、自家発電機を導入することで解決される。

地震によるラックの揺れを抑制する、最も有効的な震災対策は、代表的なもので 3 つの構造に識別される。(免震ウェブサイトより)

1) 免震構造：地震の振動を受け流す

建物と基礎地盤との間に免震装置を設置し、地盤と切り離すことで建物に地震の振動を直接伝えない構造。(振動を最大で 80%程度カット)制震構造に比べ、約 4 倍～5 倍のコストが出るといわれている。

2) 制震構造：地震の振動を吸収する

建物内部に錘(オモリ)やダンパーなどの制震部材を組み込み、地震の振動を吸収する構造。(振動を 20%～30%程度カット)

3) 耐震構造：地震の振動に耐える

一般住宅でいうと、現在最も多く採用されている耐震工法。地震に対しては建物が倒壊せず、住人が退避できることを前提にした建物の強度で、振動に耐える構造。

上記のとおり、振動の軽減率・二次災害を避けるには「免震構造」による地震対策が最も有効であることが判断できる。

表 1 減震構造 3 種の識別 (筆者作成)

	耐震性	衝撃の吸収	加工が容易	メンテナンス	低価格
免震構造	◎	◎	△	○	×
制震構造	○	○	○	◎	○
耐震構造	△	△	◎	○	◎

5. おわりに

今回の研究を進める中で、重工業(立体自動倉庫の提供など)を主体とする、某社営業部長からヒアリングの機会を頂き、震災後における震災対策の意識の変移や、現在の立体自動倉庫における、震災対策の被害抑止力を伺うことができた。

聴取で得た話によると、震災後、BCP(事業継続計画)の比重が企業において増大。特に社会的責任が大きい企業(医薬品・食品など)は、立体自動倉庫における震災対策を重視した。緊急時対応については東日本大震災以前に起きた、阪神淡路大震災を受けてのマニュアル化、そしてそれは東日本大震災を経てさらに改定された。しかし、数々の震災を経験する中、設備業者として震災対策を推奨しても、実際に大震災の被害を受けていない又は地震が起きにくかった地域では、地震発生をリスクとして捉えていないケースが多かった(被害地域では、震災後に震災対策の需要増加)。被害抑止力としては、直下型の縦揺れ地震に対しては対策困難であるが、数々の地震の波形や、様々な荷姿を組み込んでの実験結果から言っても、現在における震災対策で、十分に立体自動倉庫の被害を抑えられるものと考えているようだ。

現在、労働不足が進む日本において、立体自動倉庫採用における省人化・無人化の需要は増加している。立体自動倉庫の価値とは、荷主の資産を守るだけでなく、食糧・医療薬品などの震災に伴う物資を守り、供給の断絶を防ぐことだと考えた。そのためにも、立体自動倉庫は常に集荷の拠点として、機能し続けなければならないものである。

参考文献

大成建設HP (taisei.co.jp/index.html)

大成建設情報マガジン(librarytaisei.jp)

免震ウェブサイト(menshin.biz/?q=menshin/node/3390)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 10月24日

科名： 港湾流通科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		立体自動倉庫における震災対策	
担当教員		担当学生	
○港湾流通科 奥田美都子			
課題実習の技能・技術習得目標			
立体自動倉庫の現状の問題点を探り、特に、東日本大震災後に地震が頻発している日本における港湾物流企業の震災対策について見学による実態調査および専門家へのヒアリング調査をし、それらの問題点の解決策を考え、提言まで行うことを目標とする。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
内定先企業は、港湾物流総合会社であり、入社後は倉庫に配属される予定であることから、倉庫と IT を駆使した立体自動倉庫に関心を持った。さらに、東日本大震災以降も地震が続いている日本において、今後も同様な地震の発生が予測されており、海に近い立地の倉庫が多い港湾物流企業において耐震対策は不可欠である。以上の理由から本テーマを設定した。立体自動倉庫を見学することにより、震災対策をどのように進めているのかヒアリングし、また、内定先倉庫の強み・弱みを理解し、外部環境の機会や脅威を考えながら、考察と提言を行う。主に、見学による実態調査や専門家へのヒアリング調査、文献調査が中心になるが、その方法や面白さ、発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識させる。			
実習テーマの特徴・概要			
見学による実態調査によって、実際に企業の担当者にヒアリングを行い、その内容を発表すると共に、東日本大震災後の震災対策については文献調査も実施する。最終的にはインターンシップの体験を通じて、それらの調査結果を検証して論文にまとめる。			
No	取組目標		
①	設定したテーマで文献調査を行います。		
②	実際に企業等にヒアリングをして事実の確認を行います。		
③	文献調査とヒアリング調査結果とのすり合わせを行い事実の確認を行います。		
④	想定した仮説と異なり、問題点がある場合は、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	実習の進捗状況や発生した問題等については、担当教員に報告します。		
⑦	副査の教員とも質疑応答を行い、自分の考え方をまとめます。		
⑧	指導教官の指導のもと報告書の作成を行います。第三者のチェックを行い研究の質を管理します。		
⑨	発表会を行い、質疑応答に対応できる能力を養います。		
⑩	論文作成を通して、わかりやすい文章の書き方について習得します。		