

低地帯に立地する工場の洪水による被災リスクに関する考察

日本大学大学院理工学研究科 学生員 寛 雄太 アジア共同設計コンサルタント 正 会 員 石野 和男
日本大学理工学部 正会員○後藤 浩 日 本 大 学 フェロー 竹澤 三雄

はじめに 2011年7月31日にタイのチャオプラヤ川などの沿岸において大洪水が発生し、現地に進出していた日系企業工場も操業停止に追い込まれる被害が生じたため、この洪水被害は日本でも大々的に報道された¹⁾。わが国においても1947年のカスリーン台風、1949年のキティ台風によって東京都東部低地帯で甚大な洪水被害が発生した。このように低地帯に立地する工場が水災害に遭遇することによる経済的損失は莫大である。本研究では、東京都東部低地帯を対象にして、洪水による工場の被災の可能性を調査し、洪水時に工場の洪水による被害を低減させるための対策を考察する。

研究方法 本研究では、東京都内で低地帯が広がる江戸川、墨田、葛飾、江東の各区にある300の工場を対象にしてアンケート調査を行った。アンケート調査は、著者らの関連の既往の研究²⁾に関するアンケート項目を考慮し、表1に示すアンケート表を作成して、そのアンケート表を送付し、その返送を待つ郵送調査法³⁾を用いて行った。また、洪水のリスクを分析するために、ハザードマップ^{4)~7)}から各工場の浸水深を調べ、調査結果との対比を行った。さらに、過去に洪水被害を受けた工場などを訪問し、ヒアリング調査を実施した。

アンケートの単純集計結果 アンケートの各質問において、“はい”、“いいえ”等に関する集計をしたものに最大の浸水深 h_1 との関連付けを行った結果を表2に示す。表2に示すように、アンケートの回答数は58社で、浸水深が大きくなるにつれて回収率は大きくなった。以下、表2を参照し、各質問への回答結果の概要を述べる。

工場の概要 (Q1,Q2,Q3,Q4) ばらつきはあるが、58社の工場の面積は平均2,900m²、総階数は平均2.7階であった。各階の使用目的は、1階に作業場、2階以上の階に事務所、更衣室および会議室がある工場が多かった。築年数は平均34.6年、最新施設の年数は平均18.3年、従業員数は平均18.6名、従業員の年齢は平均47.7歳であった。

工場の設備 (Q12,Q17,Q18) Q12の回答より、自家発電装置がある工場は2社、受電設備がある工場は16社であった。なお、自家発電装置および受電設備は、「屋上に設置」との回答もあるが、精密機械を含め多くが1階を含む低層階に設置されているとの回答であった。Q17の回答より、精密機械がある工場は38社で、Q18の回答より、機械の価格は、ばらつきはあるが最高額は5億円であった。

工場の洪水(浸水)対策 (Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q11) Q7の回答より、洪水対策マニュアルがある工場は、58社のうち浸水深が大きい2社のみであった。また、Q8の回答より、洪水被害に対応した保険に加入しているのは22社、Q9の回答より、災害時の従業員の役割分担がされているのは21社、Q11の回答より、多くが浸水する可能性があるにもかかわらず、工場内への浸水対策をしているのは2社のみであった。これはQ5-1の回答で、洪水被災経験のある工場が3社で、その3社はQ5-2の回答で「1m以下」と回答し、また、Q6への回答で、洪水による危機を感じたことのある工場が7社のみであったことが影響していると考えられる。また、Q11-2の回答では、例えば「排水ポンプや砂袋を設置した。」という意見が示されていた。

洪水時の避難 (Q10,Q13,Q14) Q10-1の回答より、避難場所にハザードマップを参考にしていない工場が20社もあった。その多くが「避難対策はしていない。自己判断のみ。」

表1 アンケート質問項目一覧

Q1-1:工場面積・建物の総階数をお答えください。/Q1-2:一階はどのような目的で使用されていますか?/Q1-3:二階はどのような目的で使用されていますか?/Q1-4:三階以上はどのような目的で使用されていますか?/Q2-1:最も古い施設は築何年でしょうか?/Q2-2:最新の施設は築何年でしょうか?/Q3:工場内の従業員数は何名でしょうか?/Q4:従業員の平均年齢をお答えください。/Q5-1:貴工場が洪水を被災した経験はありますか?(はい/いいえ)/Q5-2:Q5-1で“はい”と答えた場合、いつ頃、浸水深はどの位でしたでしょうか?/Q5-3:どのような損失があったでしょうか?/Q6-1:洪水による危機を感じたことがありますか?(はい/いいえ)/Q6-2:Q6-1で“はい”と答えた場合、どのような対策をされたのでしょうか?/Q7:洪水時の対策マニュアルはありますか?(はい/いいえ)/Q8:建物や社用車に対する洪水被害に対応した保険には加入されていますか?(はい/いいえ)/Q9:災害時、従業員が被災の為活動する役割分担はされていますか?(はい/いいえ)/Q10-1:避難場所はハザードマップなどを参考にしていますか?(はい/いいえ)/Q10-2:Q10-1で“いいえ”と答えた場合、どのような避難対策を取りますか?/Q10-3:避難できる場所は近いですか?(はい/どちらでもない/いいえ)/Q10-4:避難できる場所は安全だと思いますか?(はい/どちらでもない/いいえ)/Q11-1:ハザードマップなどを参考にした工場内への浸水対策をしていますか?(はい/いいえ)/Q11-2:Q11-1で“はい”と答えた場合、どのような対策ですか?/Q12-1:自家発電装置・受電設備の設置はありますか?(はい/いいえ)/Q12-2:Q12-1で“はい”と答えた場合、自家発電装置・受電装置はそれぞれ何階に設置されていますか?/Q13:避難用ボートはありますか?(はい/いいえ)/Q14:避難訓練の実施はされていますか?(はい/いいえ)/Q15-1:改築の予定はありますか?(はい/いいえ)/Q15-2:洪水対策の計画はされていますか?(はい/いいえ)/Q15-3:Q15-2で“いいえ”と答えた場合、その理由はどうしてですか?/Q16-1:引越しの希望はありますか?(はい/どちらでもない/いいえ)/Q16-2:Q16-1で“はい”と答えた場合、どのような場所をご計画ですか?/Q17-1:精密機械はありますか?(はい/いいえ)/Q17-2:Q17-1で“はい”と答えた場合、何階に設置されていますか?/Q17-3:完成品は何階に設置されていますか?/Q17-4:材料は何階に保管されていますか?/Q18:一番高価な機械の値段とその設置階数を教えてください。/Q19:近隣地域の防災に対する意見を聞かせてください。

表2 アンケート回答の集計結果と浸水深との関係

浸水深	0m	0m<h ₁ ≤1.0m	1.0m<h ₁ ≤2.0m	2.0m<h ₁ ≤5.0m
送付数	39	52	52	157
回答数(回収率)	7(17.9%)	8(15.4%)	11(21.2%)	32(20.3%)
回答	Y N E ?	Y N E ?	Y N E ?	Y N E ?
Q5-1	0 7 0 0	0 8 0 0	0 11 0 0	3 29 0 0
Q6-1	1 6 0 0	2 5 0 1	0 10 0 1	4 26 0 2
Q7	0 7 0 0	0 8 0 0	0 9 0 2	2 30 0 0
Q8	2 5 0 0	3 4 0 1	4 6 0 1	13 19 0 0
Q9	4 3 0 0	2 6 0 0	4 7 0 0	11 21 0 0
Q10-1	5 2 0 0	3 4 0 1	6 5 0 0	23 9 0 0
Q10-2	6 0 1 0	5 0 3 0	6 2 3 0	24 1 7 0
Q10-4	3 0 4 0	4 1 3 0	3 2 6 0	12 2 18 0
Q11-1	0 7 0 0	0 8 0 0	0 11 0 0	2 30 0 0
Q12-1	5 2 0 0	3 5 0 0	1 10 0 0	7 25 0 0
Q13	0 7 0 0	0 8 0 0	0 11 0 0	1 31 0 0
Q14	4 3 0 0	0 8 0 0	3 8 0 0	6 26 0 0
Q15-1	1 6 0 0	0 8 0 0	0 11 0 0	4 28 0 0
Q15-2	3 4 0 0	1 7 0 0	0 10 0 1	3 29 0 0
Q16-1	0 6 1 0	0 8 0 0	0 8 3 0	2 27 3 0
Q17-1	7 0 0 0	6 2 0 0	7 4 0 1	19 12 0 1

※回答凡例“Y”=はい、“N”=いいえ、“E”=どちらでもない、“?”=未記入 (N=58)

キーワード：工場の浸水、東京都東部低地帯、浸水対策

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 E-mail:gotou.hiroshi@nihon-u.ac.jp

等の意見であった。また、Q13の回答より、避難用ボートがある工場は1社のみであった。さらに、Q14の回答より、避難訓練を実施していない工場が45社もあった。このうち3社はQ10-3に対して「避難場所は遠い。」と回答しており、Q10-4に対しても多くが「避難場所が安全か不明。」と回答している。これは、例えば、Q5-1の回答より、洪水の被災経験がないため、被災の伝承がなされていないことが原因と考えられる。

表3 近隣地域の防災に対する意見の一例

地域名	主な意見
江戸川区地域	・東京大空襲やキティ台風を経験した土地柄だけに、町内をあげての避難訓練はさかに行われている。ただ避難場所としてあげられている公園はとても遠く徒歩で40～45分かかる。年配者の多い弊社ではとてもそこまで行けないので隣の小学校に行くしかないと思う。近所の公園に盛り土をする等してほしい。 ・事前の連絡等アナウンスが細かく発せられることが望ましいと思う。HPで水害ハザードマップが公開されているが、特に、長年ここに住んでいる年配の方は危機意識が無いと感じ私個人としてはとても不安である。
墨田区地域	・町会等の防災訓練に参加している。また、高齢者が多い地域であることも鑑み、お隣さんとの普段のコミュニケーションをとり、お互い「いざ」の時助け合える様、心掛けている。 ・町会や警察署とともに協定を結び、地域全体の防災に関して取り組んでいる。しかしながら、行政からの指示されるべき避難場所が今のところはっきりしていないと感じる。現在、自身の工場に関する洪水について対策はないが、このアンケートを回答しているうちに、ダメージを受けると命取りとなる機械が1階に集中していることに気がついた。
葛飾区地域	・周囲が江戸川、荒川に囲まれた地域なので津波等の被害がこわい。現在、防災といえば「地震」に対することの方が強い気がする。今回のアンケートで初めて水害を考えた。 ・この地域では防災訓練等は積極的に取り組んではいますが、実際災害が起きた時のことを考えると、訓練に参加する住民の数も訓練の内容もまだまだ足りないと思う。
江東区地域	・3.11以降大津波災害を想定し、近隣地域企業と協定して避難場所を確保している。町内会でも、災害防止協定を結んでいて、防火活動にも取り組んでいる。湾岸地区のため水害を受ける可能性は高いと思うが、正直対策を何もしていないため少し不安を感じる。

今後の対策 (Q15,Q16) Q15-1の回答より、改築の予定がある工場は6社で、洪水対策の計画をしていない工場が50社もあった。これらの理由として「資金や知識不足」、「洪水が起こればと考えてもいない。可能性は低いと考えている。」といった意見が多数であった。また、Q16-1の回答より、引越の希望がある工場は2社のみであった。

近隣地域の防災に対する意見(Q19) 表3はQ19の回答の一例を区ごとで示したものである。表3に示されるように、「意識不足」と「意識啓発を積極的に行っている。」との2通りの趣旨の意見が認められる。なお、要望としては、行政に対する意見が多く、公的な対策整備の期待される。

浸水深と精密機械などの設置階数との対応 表4は、ハザードマップ(荒川破堤の場合)^{4)～7)}に示されている最大の浸水深 h_i と完成品・材料・精密機械の設置階数との関係を示すクロス集計結果である。表4に示されるように、浸水深 h_i が最大5mとなる地域であっても、いずれの項目でも低層階に設置されているものが多いことが理解される。なお、3階以上に完成品および材料をストックしている業種としては、湿気を嫌う印刷製本業が複数のほか、製菓関連業、化粧品などの容器製作業、介護機械製作業、金型製作業であった。もし、洪水が発生した場合には、精密機械、完成品、材料が甚大な被害を受け、高額の赤字を生むことが予測される。

ヒアリング調査結果 キティ台風時に洪水被害を受けたA社およびタイに工場を持ち現地で洪水を経験したB社にヒアリング調査を行った。A社の場合、立地については、建設当時には大手工場に隣接する必要性、舟運利用への利便性向上が背景とのことで、当時は洪水の危険性は考慮していないとのことであった。洪水時は、行政から情報が迅速に伝わり、人的被害はなかったものの工場の機械は被害を受け、また、1週間近く水が引かず大損害を計上したとのことであった。現在は、対策の一端として群馬県内にバックアップできる工場を立地させているとのことであり、今後は、現在は存在しない洪水マニュアルを整備する方針であるとのことであった。また、B社においては、タイにおける最新洪水対策のトピックとして、洪水アラート後対応可能な組み立て式の防護壁(簡易堤防)の技術導入がなされる方針であるとの情報が得られた。サプライチェーンの基幹を支える工場群で低地帯に立地する場合、ハード・ソフト両面で浸水対策を継続的かつ丁寧に検討することが望まれる。

工場の洪水被害を防ぐための配慮 低地帯に立地する工場の現状の改善策としては、「洪水に対する危機意識の啓発」、「工場所有の精密機械の保全対策」、「地域ごとの防災訓練の義務化」、「浸水対策器具の設置義務」などが望まれる。

まとめ 東京東部低地帯に立地する工場を対象に、洪水の被災リスクについて調査を行ったところ、ほとんどの工場が洪水に対するリスクがあるにもかかわらず、危機感が希薄で避難訓練や洪水対策をしている工場も少数であることが明らかになった。この結果より、洪水が発生した場合は甚大な被害に遭遇する可能性があり、洪水の被災リスクを低減させるためには、洪水に対する危機意識の啓発の指導が重要であるとともに、浸水防止器具の設置を推進するべきであろう。

謝辞 本調査には、平成24年度日本大学理工学部土木工学科4年生菅原健君、田中翼君、田中将秀君の協力を得ました。また、各工場からは、アンケート調査への回答およびヒアリング調査への回答を通じて非常に有益な情報を提供していただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献 1) 日本貿易振興機構：特集：タイ洪水復興に関する情報HP, <http://www.jetro.go.jp/> (2013.1.13 確認), 2) 寛雄太ほか：医療機関の洪水による被災の可能性に関する調査 (IV-019), 平成24年度土木学会年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM), 土木学会, 3) 例えば、島崎哲彦：社会調査の実践, 学文社, 4) 江戸川区：洪水ハザードマップHP, <http://www.city.edogawa.tokyo.jp/> (2013.1.31 確認), 5) 墨田区：洪水ハザードマップHP, <http://www.city.sumida.lg.jp/> (2013.1.31 確認), 6) 葛飾区：洪水ハザードマップHP, <http://www.city.katsushika.lg.jp/> (2013.1.31 確認), 7) 江東区：洪水ハザードマップHP, <http://www.city.koto.lg.jp/> (2013.1.31 確認)。

表4 精密機械・完成品・材料と浸水深の関係

精密機械の設置階と浸水深 h_i との関係				
浸水深階数	0m	$0 < h_i \leq 1.0m$	$1.0m < h_i \leq 2.0m$	$2.0m < h_i \leq 5.0m$
1	7	6	5	14
2	4	0	2	4
3	1	0	1	2
4～	6	0	1	2
完成品の設置階と浸水深 h_i との関係				
浸水深階数	0m	$0 < h_i \leq 1.0m$	$1.0m < h_i \leq 2.0m$	$2.0m < h_i \leq 5.0m$
1	5	5	7	18
2	1	1	1	5
3	0	0	2	3
4～	0	0	0	1
材料の設置階と浸水深 h_i との関係				
浸水深階数	0m	$0 < h_i \leq 1.0m$	$1.0m < h_i \leq 2.0m$	$2.0m < h_i \leq 5.0m$
1	4	5	7	22
2	1	3	2	4
3	0	0	1	0
4～	0	0	1	4