港湾BCPにおける効果的かつ実効性ある タイムラインの作成に向けた考察

柿田 公孝1・秀島 栄三2

¹正会員 株式会社K.P Factory 代表取締役(〒669-1504 兵庫県三田市小野1204番地の12) E-mail: k.p-factory@maia.eonet.ne.jp

²正会員 名古屋工業大学教授 大学院工学研究科(〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町) E-mail: hideshima.eizo@nitech.ac.jp

東日本大震災以降、全国の港湾管理者が港湾BCPの策定を進めている。本研究では、愛知県が策定した 三河港BCPおよび衣浦港BCPを事例とし、タイムラインに焦点を当てて、その問題点を明らかにするとと もに、仮想的にシナリオを変えた場合のタイムラインの変化について分析することで、より効果的かつ実 効性のあるタイムラインの作成に向けて考慮すべき事項を明らかにした。結論として、機能停止に伴う背 後経済への影響度合を踏まえ該当港湾が早期に復旧すべき機能を考慮した上で、タイムラインに重要施 設・設備を明示することが必要であること、様々なシナリオを想定した場合もタイムラインの内容を大き く変更する必要はないものの、人員・資機材の適正な数量の確保が実効性につながるポイントであること が明らかになった。

Key Words: port Logistics business continuity plan, timeline, scenario

1. はじめに

東日本大震災では、多くの企業においてサプライチェ ーンが寸断され、経済被害が拡大した、そこで、今後の 大規模災害に対して、なるべく途絶しない物流網の構築 に向け、港湾 BCP (Port Logistics Business Continuity Plan⁵)の 策定が進められている. 港湾 BCP は大規模災害時にお ける港湾施設の「機能継続」と「早期復旧」を目的とす るものであり、背後圏の経済活動に資するインフラであ る港湾にとって策定の意義は大きい. 一方, 港湾には港 湾管理者をはじめ、国等の行政機関や港運業者・背後企 業等の港湾利用者、CIO機関等、関連する主体が多く、 より効果的な BCP とするためには、各主体が目的・意 義を共通認識した上で、合意形成のもと的確に機能する 港湾 BCP を策定すべきであると考える. このような問 題意識をもとに、本研究では、港湾管理者が策定する港 湾 BCP のアウトプットのうち、関連する主体が震災後 どのように活動すべきかを示すタイムラインに焦点を当 て, 問題点を明らかにすることにより, 今後の効果的か つ実効性のあるタイムライン作成に向けた提案を行う.

ここで効果的とは、タイムラインによって効果的に復旧が進むこと、実効性とはタイムラインどおりに復旧が円滑に進むこと、と定義づける.

研究を進めるにあたって、愛知県が平成 25 年度~26 年度の 2 か年に亘って検討し策定した「三河港 BCP」¹⁾ 及び「衣浦港 BCP」²⁾を事例として扱うこととした.

2. 本研究の位置づけ

港湾BCPに関する研究は、東日本大震災を契機に積極 的に進められている.赤倉ら³は、港湾BCPにおける貨 物需給曲線に焦点をあて、震災後の外貿コンテナ貨物需 要を定量化し、輸送経路選択モデルを用いて被災港湾の 機能停止等を踏まえた代替港湾・輸送経路を推定してい る. つまり、発災後の物流に焦点を当てたものである. 宮本・新井がは、名古屋港を事例として、災害時におけ る国際港湾物流サービスの維持のためにBCPの在り方に ついて研究を行い、港湾物流サービスの需要と供給のボ トルネックを、港湾機能の復旧時間を指標として抽出す るとともに、その解消に向けた取組みを港湾ロジスティ クス維持計画として提案した. 小野らがは、港湾等の公 共性が高い物流インフラにおけるBCPの意義について検 討し、港湾施設の耐震化等による物流機能の強靭性強化 に加えて、適切な事前準備による復旧の迅速化、代替港 湾の確保による物流容量の継続的確保の3点が重要であ ることを明らかにしている。また昨今の港湾BCPの検討状況も概観し、港湾が公共インフラであることから、一刻も早い港湾施設の復旧と物流サービスの再開を目指す、サプライサイド型の機能継続計画になっていると指摘している。確かに現行の港湾BCPは港湾側の視点が強く、利用者である荷主企業の企業BCPとの整合性は勘案されていない。小野らかの指摘のとおり港湾管理者が策定する港湾BCPにも背後企業のサプライチェーンの維持に向けた検討の視点が重要であると考える。さらに現在の港湾BCPにおいては、平成27年3月に国土交通省港湾局が策定した「港湾の事業継続計画策定ガイドライン」がに基づき作成されていることから、各港湾の特性が必ずしも明確に考慮されているとは言い難い状況にある。

本研究は、港湾管理者が策定する港湾BCPに焦点を当て、特に関連する諸主体にとって発災後の行動計画が大いに依拠することとなるであろうタイムラインに着目し、事例をもとに問題点を明らかにするとともに、的確に機能する港湾BCPの策定に資する知見を得ようとするものである.

3. 港湾BCPの特殊性の把握

まず港湾BCPの特殊性を明らかにするために、近年策定が進む企業BCPとの相違点を整理する.

港湾BCPは、平成25年12月4日に国土強靭化基本法が成立し、その10条に基づき作成された国土強靭化計画及びアクションプランにおいて、国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾における港湾の事業継続計画(港湾BCP)策定割合を平成28年度中に100%とすることが決定されている。企業BCPも内閣府の調査結果⁷に見れば策定は進んでおり(図-1, 2)、平成28年3月時点で大企業では約6割が策定済、策定中を含めば約8割弱に達する。中小企業での策定状況は芳しくないがこれは同調査において世界共通の課題とされている。

事業継続計画を総合的に評価し「BCM(Management)格付」に取り組む日本政策投資銀行の蛭間芳樹氏⁸によれば、企業BCPは「平常時には競合関係企業同士も災害時には助け合う業界共助の仕組み、"お互い様"の産業文化的な価値観は、日本が世界に誇る民間の災害レジリエンス(復元力)の一つ」とされており、同業種での協定締結による代替生産や設備利用の融通性が特徴である。

一方、港湾管理者が策定する港湾BCPは、自港の港湾機能の継続に主眼が置かれており、他港との連携や施設利用の融通性については言及されていないところに特徴があり、企業BCPとの考え方の相違がみられる。ただし、港湾管理者が策定した港湾BCPを踏まえて国が策定している伊勢湾BCPや大阪湾BCP等の広域港湾BCPではその

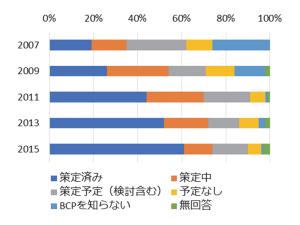


図-1 大企業のBCP策定状況⁷⁾

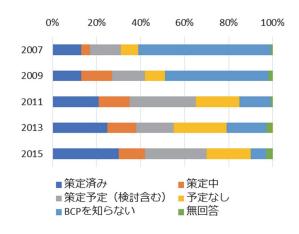


図-2 中堅企業のBCP策定状況⁷

点にやや踏み込んでいる状況であるが、いずれにしても 小野らりが指摘するように各港湾が一刻も早い港湾施設 の復旧と物流サービスの再開を目指すことが主目的であ り、被災エリアを考慮して他港と平常時から協定を締結 する視点はない。さらに理想を言えば、被災エリアが重 複しない湾外の港湾との連携の視点が重要であると考え る。例えば、伊勢湾の港湾と東京湾や大阪湾の港湾との 連携のような広域連携の具体化が望まれる。

4. 港湾BCPの概念と諸特性

愛知県が策定した「三河港BCP」¹⁾, 「衣浦港BCP」²⁾ によれば、港湾BCPの概念としては、大規模災害発生直後でも一定の港湾機能を維持するとともに、港湾全体の物流機能の早期回復を図るものとされている。つまり機能低下を最小化し、物流機能の早期回復を目指す。この背景としては、東日本大震災で、港湾機能の停止により、背後地域及び我が国全体の産業活動や経済活動に多大な影響を及ぼしたことがある。図-3に概念図を示す。ただし、この物流機能の回復曲線は、災害の外力の大きさや被害の大小によって、当然異なるべきものであると考え

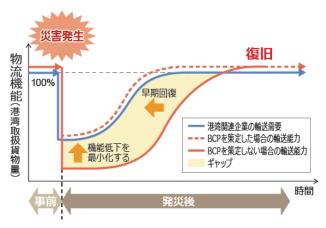


図-3 港湾BCPの概念¹⁾²⁾

る. さらに、この回復曲線はY軸を港湾取扱貨物量としていることから、この実現に向けては、貨物を取り扱う港湾利用者をはじめ港湾に関わる各主体が震災後の行動計画を共通認識のもとに実践することが不可欠である. 本研究で着目する港湾BCPにおけるタイムラインは、発災後の港湾に関わる各主体の行動計画を示すものであり、各主体が発災後の自らの役割と他の主体との連携の必要性について認識すると共に、関係者の合意形成に資するものであると理解している. つまり図-3の復旧曲線の実現に向けた関係者の行動計画となる.

次に、具体的に三河港BCP(図-9)と衣浦港BCP(図-10)のタイムラインに着目してみる. 赤枠で囲った項目以外、ほとんど内容は同じであり、これは三河港・衣浦港以外でも普遍的に利用できるものであるという見方もできる.

三河港がコンテナ貨物取扱機能を有するがために一部項目が多いがその他項目に相違はない.しかしながら港湾取扱貨物量・港湾施設・背後企業等,2港の港湾特性は大きく異なるものである.外貿取扱貨物量(図-4)に着目すると量的に大きな差はないが,輸出入形態が異なることがわかる.内貿取扱貨物量(図-5)は三河港が衣浦港より多く,特に移入において差がある.品目構成に着目すると,より両港の特性が異なることがわかる.外貿の品目構成(図-6)では背後に火力発電所が立地する衣浦港は石炭が多く,自動車物流の拠点である三河港は完成自動車が多い.内貿の品目構成(図-7)では,衣浦港が多様な品目を扱うのに対し,三河港は完成自動車が5割以上を占めている.外貿コンテナ貨物取扱個数(図-8)に関してはコンテナターミナルを有さない衣浦港は0であり,三河港とは全く異なる状況である.

このように両港は、港湾としての特性が異なり、機能や施設数も異なっていることから、同じ所要時間で復旧できるとは考えにくい. 一方、復旧目標は表-1及び図-11のとおりであり、両港とも同じ設定であるため、これを達成するためには同じ時間軸で復旧すべきという努力目標であるとも理解できる. ただし災害は本来、不確

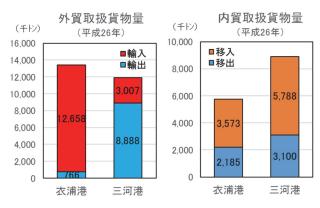


図4 外貿取扱貨物量の比較9 図-5 内貿取扱貨物量の比較9

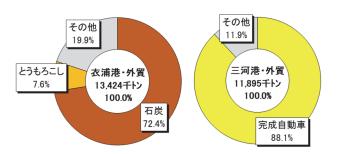


図-6 外貿の品目構成の比較%

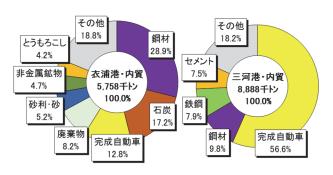


図-7 内貿の品目構成の比較%

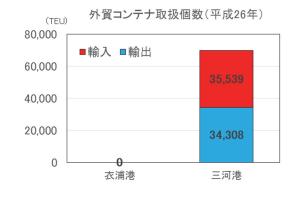


図-8 外貿コンテナ取扱個数の比較%

実性を伴うものであるため、被害の大きさや主体そのも のが何らかの理由により機能できない事態が生じると、 実際にはこのタイムライン通りにならない可能性がある.

これらの内容を踏まえ、次章ではさらにタイムラインを詳細に検証し、問題提起を行う.

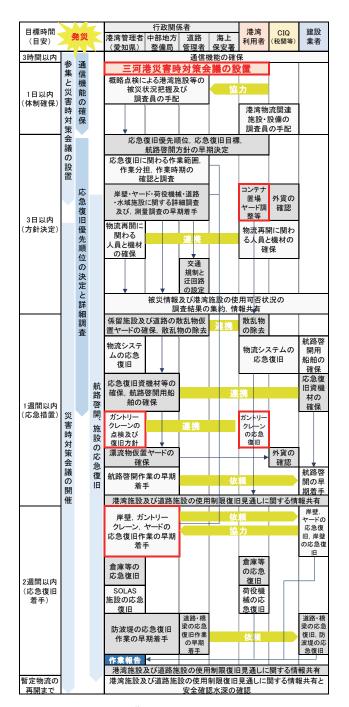


図-9 三河港BCPにおけるタイムライン

5. 三河港BCP・衣浦港BCPのタイムラインに対する問題提起及び課題

両港のタイムライン(図-9, 図-10)の目標時間に着目すれば、発災後1日以内に体制を確保し、3日以内に方針を決定することとしている。このプロセスは、まだ現地対応でない、主として復旧の前捌きの段階であるため、速やかな対策会議の設置が実現すれば問題ないと考える。ただし資機材や人員の確保は平常時から建設業者等との協定が締結されてはいるものの、数量までを含めた詳細な協定になっていないところが懸念される。

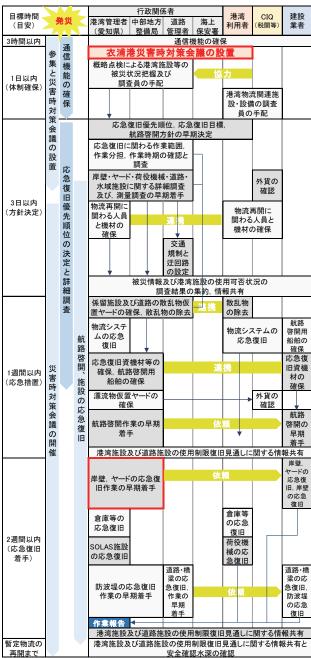


図-10 衣浦港BCPにおけるタイムライン

次に、発災後1週間以内での応急措置については被害の大小という不確実性を含む.具体的には散乱物や漂流物の除去は、その量によっては作業時間が異なること、被害想定に基づいて適正な数の人員確保を事前に徹底できているかが鍵を握る.このプロセスが遅れると、次の応急復旧に着手できないこととなりこのタイムラインは成立しない.次に、発災後2週間以内での応急復旧着手については、応急措置の進捗によっては開始が遅れることも想定されるが、基本的には「着手」であることから応急措置の進捗次第といえる.ただし、全てのプロセスを通じて懸念される内容として、三河港は完成自動車等の自動車物流の拠点、衣浦港は石炭等の大型バルク貨物の取扱拠点であり、港湾施設・設備も異なるため同じ時

表-1 衣浦港・三河港の物流機能の復旧目標

目標復旧期間	発災後 2 ヶ月以内
目標物流回復率	80%以上 ※被災規模により異なる

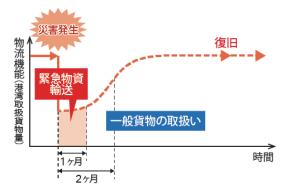


図-11 衣浦港・三河港の物流機能の復旧目標と復旧イメージ

間軸で展開できるとは考えにくい. したがって, どの施設・設備を優先的に進めるかの明示が重要なポイントであると考える.

発災後の緊急物資輸送や基幹物流の維持は、被災しないことが前提の耐震強化岸壁で速やかに実施される. しかし両港の港湾 BCP の主目的は一般物流を如何に速く回復させ、機能を維持することである. この点から、背後企業の機能継続に資する物流の維持にあたっては重要施設・設備を設定し、タイムラインで設定した目標時間どおり優先的に復旧を進めるべき機能の明確化が重要であると考える. つまりタイムラインは理想像ではなく、優先的に復旧すべき施設・設備が明示された、効果的な復旧に資するものでなければならない.

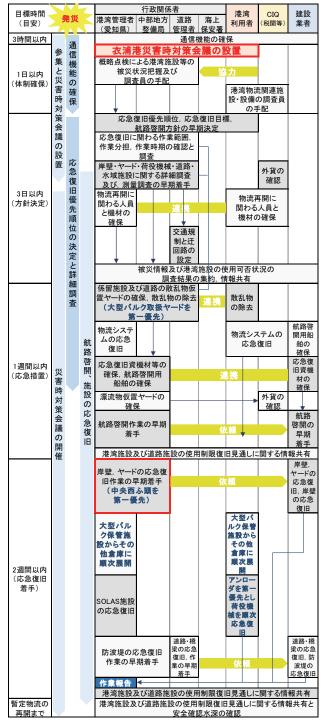
以上の内容をもとに、改善点を提案すると次のとおりである.

a) 港湾特性を十分に反映すること

タイムラインが普遍的に利用可能であるということは、タイムラインの完成度が高いとも言えるが、全く異なる港湾特性である2港がほとんど同じであることには違和感があり、災害発生時に的確に機能するものであるとは言い難い。港湾 BCP の原点に立ち戻れば、港湾機能ひいては背後企業の機能継続であり、優先的に継続すべき機能があるはずである。三河港で言えば自動車物流、衣浦港で言えば大型バルク貨物の取扱であろう。したがって、より港湾特性が反映されたオリジナリティあるタイムラインとすべきである。

b) プライオリティを明確化すること

時間軸に対し全て目標時間どおりに復旧させるというのは、あくまでも努力目標であり、災害後の混乱時にこれが目標どおりに進まなかった場合のリスクが大きい. つまりタイムラインは平常時からの合意形成に資するものであるため、発災時に関係者の混乱を回避しなければならない. この点から優先的に復旧させるべき施設・設



※青字が追記・変更の提案内容

図-12 より効果的なタイムライン(衣浦港を例として)

備を明確化し、該当港湾が優先的に継続させるべき機能をタイムラインに反映することが望ましい。公共のインフラである港湾の特質から考えれば容易なことではないが、取扱貨物量の大きさや背後経済への影響度合に鑑みて、港湾管理者が適正に判断すべきと考える。つまり該当港湾の果たすべき役割を十分に反映したものとすべきである。

上記を踏まえ、図-12 に衣浦港を事例として、より効果的なタイムラインを提案する.

衣浦港は石炭等の大型バルクを取り扱う港湾であり、 背後企業の生産活動に大きく貢献している。この機能が 麻痺すれば背後経済に与える負の影響は多大である。こ の内容を踏まえ、提案したタイムラインでは大型バルク 取扱いの主要拠点である中央西ふ頭の復旧を最優先とし、 大型バルクを取り扱う施設・設備の復旧をこの時間軸を 遵守することで実現することを示唆したものである。こ のようにタイムライン上でプライオリティを明確化する ことでより効果的なタイムラインになるものと考える。 6 章では本章前段で述べた被害の大小という不確実性に 対し、実効性のあるタイムラインの作成に向け、仮想的 にシナリオを変えた場合の変化を分析する。

6. タイムラインの実効性に関する分析

より実効性のあるタイムラインとすべく,仮想的に「複数の災害生起シナリオを考慮する」「前提を変更する」「被害想定や復旧目標を引き上げる」場合に,どのようにタイムラインが変化するか分析する.

a) 複数の災害生起シナリオを考慮する

一般にタイムラインをつくるときには一つの災害シナリオしか考慮されない.しかしシナリオどおりに災害は生起しない.三河港BCP・衣浦港BCPでは、南海トラフ巨大地震が念頭に置かれているが、ここでは2ケース目の災害生起シナリオとして2016年4月14日に発生した熊本地震を想定して分析してみる.

熊本地震は、2016年4月14日21時26分,熊本県熊本地方を震央とする震源の深さ11km, 気象庁マグニチュード(Mj)6.5, モーメントマグニチュード(Mw)6.2の地震(前震)が発生し,熊本県益城町で震度7を観測した。その28時間後の4月16日1時25分には,同じく熊本県熊本地方を震央とする震源の深さ12km, Mj7.3, Mw7.0の地震(本震)が発生し,熊本県西原村と益城町で震度7を観測した。当初,14日に発生したMj6.5の地震が本震で,その後に発生するものは余震であり地震の規模で上回るとは想定されていなかった。しかし,16日未明に上記Mj7.3の地震が発生したことを受けて,気象庁は同日,後者(16日未明)の地震が本震で,前者(14日)の地震は前震であったと考えられるとする見解を発表している。

この熊本地震を想定し、両港のタイムラインをみると、 前震後3時間以内に「災害時対策会議」が設置され、

「概略点検による港湾施設等の被災状況把握及び調査員の手配」が行われ,「応急復旧優先順位,応急復旧目標,航路啓開方針の早期決定」が行われようとしていた時に本震が発災することとなり,本震発災後に再度「概略点検による港湾施設等の被災状況把握及び調査員の手配」から「応急復旧優先順位,応急復旧目標,航路啓開方針

の早期決定」を行うこととなる. つまり、1日以内に実施すべき「体制確保」のプロセスに手戻りが生じることになる. ただし、タイムラインの内容自体には影響しないことがわかる. タイムラインは作業手順と関係する主体の役割を明示するものであることから、複数の災害生起シナリオを考慮しても作業手順が変わることはないため、手戻りは生じてもタイムラインの内容を大きく変更する必要はないものと判断できる.

b) 前提を変更する

シナリオと似ているが前提を様々に変更してみる. 具体的には用意可能な資機材やインフラが変わることで港湾全体として、あるいは個々の主体にとって災害への対応力が変化することとなる. ここでは港湾BCPの策定時点で想定していた人員や資機材が確保できないという前提でタイムラインの変化を分析してみる.

三河港BCPによれば、被害想定結果を踏まえた係留施設の応急復旧に必要な人員・機材(1パーティあたり)は表-2,工程のイメージは図-13のとおりとなっている.この応急復旧に必要な人員・機材が確保できない場合,二つの変化が予想される.

一つ目は、タイムラインには変化がないが、発災後2 か月で応急復旧を概ね完了させるという前提が覆るものである。これは港湾BCPの目標を達成できないこととなり致命的なものである。具体的には、応急復旧に必要な人員が半分の5人/日しか確保できなかった場合、応急復

表-2 岸壁・エプロンの応急復旧に必要な人員・機材 (1パーティあたり)

瞬間最大投入 人員(人/日)	必要機材											
10	・コンクリートカッタ: 45~56 ×1台 ・バックホウ: 0.45m3×1台 ・ダンプトラック×1台	・大型ブレーカ×1台 ・モータグレーダ、ロードローラ ×各1台 ・タイヤローラ×1台										

				形	44		単					ħ	包工	数量	₫・化	丰業	日姜	ţ				
		工 程		寸			単位	全数量		能力/組		組数 (組)		組能		実働日数(日)		供用 係数		作業 数(
	切	コンクリート 舗装切断		t=3	0cm	ı	m	360			70		1	70		5.1		1.0			6.0	
撤去	断	アスファルト 舗装切断		t=15cm m			E			360		220		1		220		1.6		1.0		2.0
I	取	コンクリート 舗装取壊し積込		t=3	30cm m		m²		7	200		230	1			230	3	1.3		1.0	3:	2.0
	壊し	アスファルト 舗装取壊し積込		t=15cm r			m²		5	400		560		1		560		9.6		1.0	10	0.0
復旧工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧		-	1.5) 32m		m²	12600				600			600	21.0		1.0		2:	1.0	
				復旧作業開始																		
		工 程					17							_		_	2ヶ月					
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
	切	コンクリート 舗装切断																				
撤去	断	アスファルト 舗装切断																				
I	取壊	コンクリート 舗装取壊し積込																				
	塚し	アスファルト 舗装取壊し積込																				
復旧工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧																				

図-13 応急復旧工程のイメージ

旧作業に着手するまでの2週間以内のタイムラインとしては特に大きく変化することはないものの、着手以降2ヶ月で応急復旧を完了させるという工程が図-14のとおり約4ヶ月(116日)必要となる.

二つ目は、タイムラインそのものに変更が生じる. 具体的には応急措置のプロセスで人員・資機材が確保できるまで応急復旧に着手しない、というものである. 前提条件として設定した必要な人員・資機材が確保できるまで応急復旧作業に着手しないということは、発災後2週間以内としていた応急復旧作業の着手が大きく遅れる可

				πи	TT.		単					ħ	もエ	数量	₫・化	作業日数							
		工程		寸	状 法		単位	£	数量	ı	能:		組(糸		組能		実価数(供係		作》 数(
	切	コンクリート 舗装切断		t=30cm r		m	360		70 0.5		35		10.3			1.0	1	1.0					
撤去	断	アスファルト 舗装切断		t=15cm n		m		360			220		0.5		110		3.3		1.0		4.0		
I	取壊	コンクリート 舗装取壊し積込		t=3	Ocm		m²		7	200		230		0.5		115	6	2.6	1.0		6	3.0	
	l	アスファルト 舗装取壊し積込		t=1	5cm		m²		5	400		560		0.5		280	1	9.3	1.0		2	0.0	
復旧工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧		平均 t=0.			m²		12	600		600		0.5		300	4	2.0	1.0		4	2.0	
				復旧作業開始 1ヶ月 2ヶ月																			
		工 程	Ŀ	-	-		_										$\overline{}$	_					
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	
	切	コンクリート 舗装切断																					
撤去	断	アスファルト 舗装切断				•																	
エ	取	コンクリート 舗装取壊し積込																					
	壊し	アスファルト 舗装取壊し積込					•																
復旧工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧																					
											復	日作	業別	開始									
		工 程					37										47	_			_		
			63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	
	切	コンクリート 舗装切断																					
撤去	断	アスファルト 舗装切断																					
I	取壊	コンクリート 舗装取壊し積込																					
	ľ	アスファルト 舗装取壊し積込																					
復 旧 工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧																					

図-14 確保できる人員が半分になった場合の応急復旧工程

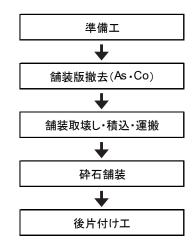


図-15 岸壁・エプロンの応急復旧工事のフロー!)

能性がある.人員・資機材が確保できない場合,タイムラインの内容及び復旧そのものに影響を及ぼすことは明らかであり、この点についてさらに詳細に分析する. 岸壁の応急復旧工事は、不陸・段差を生じたエプロンを、車両等の通行が可能な状態に戻すことである. 東日本大震災においても岸壁の応急復旧工事として実績の多かったのは「砕石舗装によるエプロン不陸調整工」であった. 三河港BCPにおける岸壁・エプロンの応急復旧工事のフローを図-15に示す.

この岸壁・エプロンの応急復旧の工程をアローダイヤグラムで示すと図-16のとおりでる。また、必要な人員・資機材が確保できなかった場合(図-17)、準備工が1日で完了せず、さらに必須の資機材がないと応急復旧作業は大きくずれこんでいくことがわかる。つまりタイムラインの応急措置が完了しないため応急復旧に着手できず、復旧目標の達成を実現できないことになる。

	作業	作業日数
Α	準備工	1日
В	コンクリート舗装切断	6日
С	アスファルト舗装切断	2日
D	コンクリート舗装取壊し積込	32日
Е	アスファルト舗装取壊し積込	10日
IL.	砕石舗装(路盤材敷均し・転圧)	21日
Ġ	後片付け工	1日
$\overline{}$	A \bigcirc B \bigcirc D \bigcirc E	<u> </u>

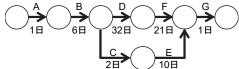


図-16 岸壁・エプロンの応急復旧工程アローダイヤグラム (計画どおりの場合)

	作 業	作業日数
Α	準備工	O目
В	コンクリート舗装切断	6日
С	アスファルト舗装切断	2日
D	コンクリート舗装取壊し積込	32日
Е	アスファルト舗装取壊し積込	10日
F	砕石舗装(路盤材敷均し・転圧)	21日
G	後片付け工	1日

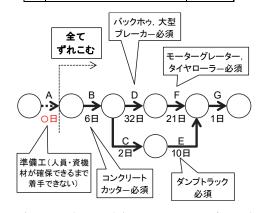


図-17 岸壁・エプロンの応急復旧工程アローダイヤグラム (必要な人員・資機材が確保できなかった場合)

c) 被害想定や復旧目標を引き上げる

被害想定を引き上げることで、復旧はより難しくなる. つまり被害が大きくなり復旧に時間を要することになる. 一方、復旧目標を引き上げることで復旧作業をより効率的かつ効果的に実施することが必要になる.これは復旧作業への人員・資機材を増やすことが必須となる.ここではこの2つの内容についてタイムラインへの変化を分析する.

まず被害想定を引き上げた場合、岸壁・ヤードの応急措置や航路啓開作業等に時間を要することになる.しかし想定している人員・資機材が確保でき、1週間以内の応急措置さえ完了すれば、発災後2週間以内に応急復旧作業に着手するというタイムラインが変更することはない.ただし、「散乱物の除去」が長引けば当然ながら応急復旧には着手できないこととなるため懸念事項は残る.

漂流物の除去(航路啓開)に関し、東日本大震災の事例¹¹⁾にみれば、**表-3**のとおり地震発生後、早ければ3日後の3/14に利用開始されている港湾(八戸港)もあれば、13日後の3/24にようやく啓開作業が終了し一部の岸壁が利用開始されている港湾(茨城港大洗港区)もあるなど、施設被害の大きさや港湾の優先度等により除去作業にかかる日数が大きく異なりうることが推察される.

ここで伊勢湾BCP協議会が策定した「緊急確保航路等

表-3 東日本大震災時における港湾の利用開始時期11)

都道府県	港名	岸壁の利用	可能時期※	緊急物資,燃料等を積載した
印 坦府宗	冶石	災害対策利用	一般利用	第一船の入港時期
青森県	八戸港	3月14日 (吃水制限9m)	3月19日 (吃水制限9m)	3月23日
	久慈港	3月15日 (吃水制限8m)	3月20日 (吃水制限8m)	3月26日
	宮古港	3月15日	3月17日	3月16日
岩手県	釜石港	3月15日	3月15日	3月16日
	大船渡港	3月22日 (吃水制限 9.5m)	3月22日 (吃水制限 9.5m)	3月23日
	石巻港	3月23日 (吃水制限 10.2m)	3月23日 (吃水制限 10.2m)	3月23日
宮城県	仙台塩釜港 (塩釜港区)	3月21日	3月21日	3月21日
	仙台塩釜港 (塩釜港仙台港区)	3月16日	3月18日	3月17日
福島県	相馬港	3月19日 (原則は日中航 行のみ)	3月19日 (原則は日中航 行のみ)	3月25日
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	小名浜港	3月15日 (原則は日中航 行のみ)	3月16日 (原則は日中航 行のみ)	3月18日
	茨城港 (日立港区)	3月20日 (吃水制限 ^{9m})	3月20日 (吃水制限 ^{9m})	3月27日
茨城県	茨城港 (常陸那珂港区)	啓開作業は 不必要	3月15日	- (4月6日 :RORO船)
<i>入</i> %,示	茨城港 (大洗港区)	3月24日 (吃水制限5m)	3月24日 (吃水制限5m)	- (6月6日 :定期フェリー)
*	鹿島港	3月18日 (吃水制限8m)	3月18日 (吃水制限8m)	3月25日

[※]災害対策利用とは港湾の一部の岸壁に係る啓開作業が終了し緊急物資輸送 船舶等が利用可能になること

啓開計画」¹⁰より,散乱物の除去作業に関し,分析してみる. 航路啓開資機材(航路啓開用船舶)の調達手順は図-18のとおりである. 中部地方整備局・港湾管理者・災害協定団体の連携による密な連携が必須であり,被害規模の大きさによっては特定の港湾に注力できないことも懸念される. 図-9,図-10の三河港と衣浦港のタイムラインを見ても中部地方整備局・港湾管理者・建設業者が航路啓開用船舶の確保に関わっており,被害エリアの広がりによっては複数港湾を同時に応急措置することになる.

次に、航路啓開作業の工程をアローダイヤグラムで示すと図-19のとおりであり、被害想定を引き上げ必要な啓開用船舶が確保できなかった場合、あるいは津波警報 (注意報) が解除されなかった場合、航路啓開作業が遅れ、タイムライン上で2週間以内としている応急復旧の着手ができなくなることがわかる.

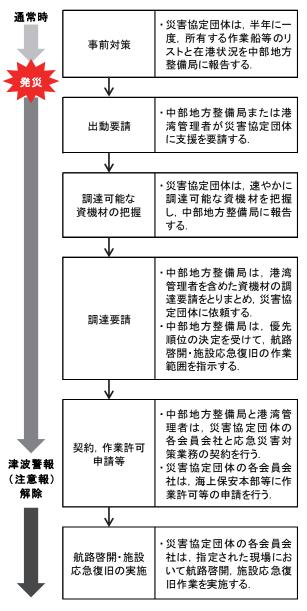


図-18 航路啓開資機材(航路啓開用船舶)の調達手順10

[※]一般利用には港長(海上保安部)による安全の確認が必要

		作業	関係主体							
	Α	災害協定団体への出動 要請	地方整備局,港湾管理者							
航路啓開用	В	調達可能資機材の把 握・報告	建設業者等災害協定団体							
船舶の確保	O	災害協定団体への調達 要請・契約	地方整備局,港湾管理者							
	D	海上保安本部等に作業 許可の申請	災害協定団体の各会員会社							
航路啓開用 船舶の確保	Е	航路啓開作業	災害協定団体の各会員会社							

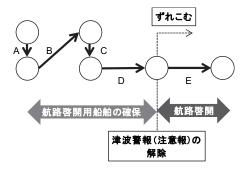


図-19 航路啓開作業工程アローダイヤグラム

				πи	J.L.		単					ħ	ΈI	数量	₫・作	乍業	日娄	ţ					
		工 程	形状 寸法		単位	全数量		能力/組		組数(組)		組数能力		実働日数(日)		供用 係数		作業日 数(日)					
	切	コンクリート 舗装切断		t=30cm m			t=30cm m			360			70		2	140		2.6		1.0		3.0	
撤去	断	アスファルト 舗装切断		t=15cm r			m	360			220	2		440		0.8		1.0			1.0		
工	取	コンクリート 舗装取壊し積込		t=30cm r			m²	7200			230	2			460	1	5.7		1.0	1	6.0		
	壊し	アスファルト 舗装取壊し積込		t=15cm n		m²	5400		400		560		2	1	120		4.8		1.0		5.0		
復旧工	舗装工	路 盤 敷均し・転圧		(平均1.5層) t=0.32m				12600				600		2 1200		200	10.5		1.0		1	1.0	
			復旧作業開始																				
		工程				_		ナ月 5 18 21 24 27 30									2ヶ月						
		ı	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	
	切	コンクリート 舗装切断																					
撤去	断	アスファルト 舗装切断																					
I	取	コンクリート 舗装取壊し積込																					
	壊し	アスファルト 舗装取壊し積込																					
復旧工	舗装工	路 盤 数均し・転圧																					

図-20 人員を想定の2倍にした場合の応急復旧工程

次に、復旧目標を引き上げた場合に関してであるが、これは2か月以内の応急復旧完了をより早く完了させるということになる. 当然ながら、応急復旧に必要な人員・資機材を増やすことが手段となる. 仮に想定の倍の20人/日を確保したとすれば、応急復旧の工程は1か月に短縮できる(図-20). ただしタイムラインは応急復旧の着手までであるため、変化はない. 一方、この人員・資機材が確保できなかった場合、タイムラインとしては、

「応急復旧資機材等の確保」に時間を要し、2週間以内としていた応急復旧着手が大きく遅れる可能性がある. つまりは、被害想定を引き上げた場合と同様に人員・資機材の適正な数量の確保がポイントとなる.

表-4 各港のBCPに基づく機能回復目標¹²⁾

	通常貨物輸送の機能回復目標
名古屋港	・コンテナ貨物: 発災後7日以内(岸壁4バース) ・一般貨物: 緊急支援物資輸送が落ち着いた段階 (岸壁3バース)
三河港	・目標復旧期間:発災後2ヶ月以内 ・目標物流回復率:80%以上
衣浦港	・目標復旧期間:発災後2ヶ月以内 ・目標物流回復率:80%以上
四日市港	・W23,W15(耐震強化岸壁):緊急物資の取扱いが落ち着いた段階(発災後概ね1ヶ月程度)・他の岸壁:被災状況に応じて設定
津松阪港	・発災後1週間から1ヶ月の緊急物資輸送と通常貨物輸送の共存

ただし、そもそもの復旧目標の考え方については、その根拠が定かでない。表4に伊勢湾BCP¹²に掲載されている伊勢湾各港の通常貨物の機能回復目標を示す。表4に見れば、港湾管理者によって機能回復目標は異なることがわかる。三河港のコンテナターミナルの機能の回復が2か月の時間を要するとすれば、荷主企業は7日で回復する名古屋港のコンテナバースを利用することになるのが必然である。各港の目標設定に乖離があること、その根拠が定かでないことは問題があり、自港が使えない場合の代替港の設定が重要であると考える。

以上より、タイムラインの実効性に関する分析結果を まとめると以下のとおりである.

複数の災害生起シナリオを考慮した場合については, タイムラインに手戻りが生じることがあっても内容を大 きく変更する必要性はないことがわかった.

想定していた人員や資機材が確保できないという前提を変更した場合については、タイムラインの応急措置が 完了しないため応急復旧に着手できず、タイムラインの 時間軸上で狂いが生じることがわかった.

被害想定を引き上げた場合については、航路啓開船舶 の確保の例において、関係する主体が特定の港湾に注力 できない懸念があること、さらに啓開用船舶を確保でき ず、かつ津波警報(注意報)が解除されなかった場合に は、啓開作業が遅れ、応急復旧に着手できなくなり、こ れもタイムラインの時間軸上で狂いが生じることがわか った。

復旧目標を引き上げた場合については、人員・資機材を増やせば当然ながら応急復旧の工程を短縮することは 可能になるが、人員・資機材の適正な数量の確保がポイントを握ることがわかった.

7. 考察

以上の内容をもとに,以下考察する.

一つ目は、タイムラインは対象とする港湾の特性を十分に考慮すること. これは貨物特性や施設特性, さらに

機能停止に伴う背後経済への影響度合等であり、これらを考慮した上で重要施設・設備を明示し、該当する機能を優先的に復旧し機能継続させることが必要である.これが効果的な復旧を実現するタイムラインとなる.ただし、2章でも述べたとおり、港湾側の視点だけでなく、荷主企業のBCPも踏まえつつ検討すべきであろう.

二つ目は、タイムランは仮想的にシナリオを変更しても応急復旧の着手までは概ね対応可能であるが、応急復旧が2か月以内に完了するか否かは、人員・資機材を被害規模に対応して確保できるか否かが鍵を握る。三河港BCP・衣浦港BCPを策定した愛知県の担当者へのヒアリング結果によれば被害量から必要な人員・資機材の量は検討したものの、震災後その量が確実に両港に確保できる保証はない、とのことであった。つまり他港との協定や建設業者等との数量を定めた詳細な協定までは締結されていないことになる。量が確保できない場合は、他港との連携による施設利用の融通性、つまりいち早く復旧した他港施設を利用して荷主企業の事業継続につなげるべきであろう。それを港湾BCPに明記しておく必要がある。

三つ目は、災害のシナリオが想定外だった場合、重要なことは人材・資機材を柔軟に確保できることであり、これも二つ目の考察と同様、複数シナリオを想定した「量の議論」をあらかじめ近隣港湾や建設業者等も含めて検討しておくことが重要である.

四つ目は、復旧目標の設定方法である. 各港の復旧目標に乖離があるのは取扱貨物や施設さらには荷主の特性が異なる為、当然ではあるが、その場合、三河港と衣浦港でも乖離があるべきであり、つまり復旧目標の設定根拠が定かでない. さらにはこの復旧目標は本来、利用者(荷主企業)の事業継続を踏まえたものでなければならない. その点から、背後の企業BCPとの整合性や近隣港湾との平常時からの協定締結が重要であると考える.

8. おわりに

東日本大震災以降,全国の港湾管理者が港湾BCPの策定に取り組んでいる。港湾BCPは、発災後速やかに復旧活動が展開できる、事前の合意形成手段として非常に意義が大きい。一方で、タイムラインに焦点を当てると、その内容の普遍性が高く、努力目標の性格が強いことが明らかとなった。またタイムラインで明示している発災後2週間以内の応急復旧着手までは概ねスムーズにいくことが確認できるが、目標である2か月以内の応急復旧完了は人員・資機材の量の確保が鍵を握ることが明確となった。タイムラインの内容は重要施設・設備を明示の上、プライオリティを明確化することが重要であり、一

方で特にシナリオを変更しても大きく内容が狂うことはないことが明らかとなった。しかしながら、被害想定や復旧目標を引き上げた場合、タイムラインの時間軸上に不確実性のある「散乱物の除去」や「人員・資機材の確保」が明記されていることから、これがタイムラインの時間軸上の狂いにつながり、ひいては復旧目標の遅延につながる可能性を含んでいることが示唆された。つまり、平常時に様々なシナリオを想定し、あらゆる場合でも対応できる人員・資機材の確保が可能となるような関係者の合意形成と協定締結の重要性が示唆された。ただし、南海トラフ巨大地震のような甚大な被害が予想される地震が発生した場合は、近隣港湾でも人員・資機材は相当量必要となる為、被害エリア全体での人員・資機材の適正配置や優先順位、さらには施設利用の融通性を明示した広域的なBCPの検討が重要である。

さらに、より効果的なBCPとするためには、当該エリア外の、例えば大阪湾等との広域連携を検討することも考えられる. 具体的には次のような検討項目が挙げられる.

- ・平常時からの広域連携の必要性
- ・広域港湾BCP (伊勢湾・大阪湾・東京湾等) における 復旧プライオリティの明確化
- ・不確実性のある作業項目に関するケース設定の必要性本稿は、仮想的にシナリオを置き換えた場合のタイムラインの変化を分析することでタイムラインの問題点を明らかにすることが主旨であることから、上記については今後の課題とする.

謝辞:本研究では、愛知県が策定した港湾BCPを事例に すると共に、港湾BCP策定担当者へのヒアリング調査を 実施した. 記して関係各位に謝意を表する.

参考文献

- 1) 愛知県衣浦港務所:三河港 BCP(事業継続計画), 2015.
- 2) 愛知県三河港務所:衣浦港 BCP(事業継続計画), 2015.
- 3) 赤倉康寛,小野憲司:港湾 BCP における外貿コンテナ貨物の輸送需要及び代替経路の推計,京都大学防災研究所年報,第56号B,2013.
- 4) 宮本卓次郎, 新井洋一: 地震災害に対応した港湾の 国際物流サービス維持のための対策の提案, 沿岸域 学会誌, Vol. 22, No. 4, pp. 93-104, 2010.
- 5) 小野憲司, 滝野義和, 篠原正治, 赤倉康寛:港湾 BCP へのビジネス・インパクト分析等の適用方法に 関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol. 71, No. 5, pp. 41-52, 2015.
- 6) 国土交通省港湾局:港湾の事業継続計画策定ガイド ライン, 2015.
- 7) 内閣府:企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査結果,2016.

8) Wedge, Vol. 28, No. 11, 2016.

災から復興まで,2016.

9) 国土交通省:港湾統計年報, 2014.

12) 伊勢湾 BCP 協議会:伊勢湾港湾機能継続計画,2016.

10) 伊勢湾 BCP 協議会: 緊急確保航路等啓開計画, 2016. 11) 国土交通省港湾局: 東日本大震災における港湾の被

(2017. 2. 24 受付)

IMPROVEMENT OF EFFECTIVITY AND WORKABILITY OF TIMELINE FOR PORT LOGISTICS BUSINESS CONTINUITY PLAN

Kimitaka KAKITA and Eizo HIDESHIMA

Port authorities have been making their own port business continuity plan particularly since the Great East Japan Earthquake happened. This study firstly focused upon the so-called time line in the BCP of Mikawa Port and that of Kinuura Port, which had been made by Aichi Prefecture, and pointed out the issues in making the time line of port BCP. It secondly clarified the matters to be considered to improve, by analyzing the changes in time line due to the variation of suppositions. Finally, it turned out that the plan should emphasize the critical facilities considering the functions to be recovered earlier in order to continue the industries of its hinterlands. It moreover suggested that appropriate preservation of the equipment and other resources apparently affects the workability though the timeline does not have to be changed in itself for any scenarios.