令和２年度 中小企業活路開拓調査・実現化事業
（中小企業組合等活路開拓事業）

愛媛県の生コンクリート工場の事業継続計画(BCP)に及ぼす要因に関する研究

令和３年１月

愛媛大学大学院

理工学研究科

氏家　勲

目　次

第１章
1. はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
第２章
2.1 概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
2.2 東日本大震災で被災した生コンクリート工場 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
2.3 調査結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
2.4 調査した生コンクリート工場の被害のまとめ ・・・・・・・・・・・・・・・ 19
第３章
3.1 概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
3.2 調査対象 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
3.3 津波による被害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
3.4 地震（震度）による被害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
3.5 液状化による被害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
3.6 ライフラインの被害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
3.7 道路の被害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
第４章
4.1 概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
4.2 セメントの供給状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
4.3 混和剤の供給状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
4.4 骨材の供給状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
第５章
5.1 BCP 策定の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
5.2 東日本大震災と西日本豪雨で被災した生コンクリート工場の復旧期間 34
5.3 愛媛県の生コンクリート工場の復旧期間 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
5.4 災害復旧における砕石事業所の役割 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
第６章
6.1 まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43

第 1 章

1. はじめに

四国においては，今後 30 年以内に 70%程度の発生確率で南海トラフ地震が発生すると予測されている [1)]。想定されている南海トラフ地震は南海トラフを震源とし，マグニチュード 8～9 級の地震であり，国内観測史上最大規模（マグニチュード 9.0）であった「東北地方太平洋地震」とほぼ同程度の地震であることから，東日本大震災のように地震や津波により，ライフライン，情報通信，道路などのインフラが多大な影響を受けると考えられる。

四国は，東北地方太平洋地震と同様なプレート境界型の巨大地震発生の危機に直面しており，地形的にも共通点が多いことから、東日本大震災を通じて次のような学ぶべき点があると指摘されている [1)]。巨大地震・津波による被害を最小化するためには，耐震対策や液状化対策とともに，信頼性の高い社会資本の着実な整備が重要である。その一方で，施設整備の限界を認識し，その限界を超える事態への対処方法の検討・準備，地震・津波観測体制の充実・強化，副次的機能を考慮した施設整備，土地利用の工夫や制限などによる災害に強いまちづくりを進めていく必要がある。また，迅速かつ的確な応急対策及び復旧活動には，行政や関係団体，民間企業，ボランティアも含めた広域的な支援体制の確保が重要であり，緊急輸送路の啓開活動やライフラインの復旧，災害廃棄物処理，津波による広域的な浸水の排水作業などを円滑に実施するためには、広域連携体制を含めた対応計画を事前に策定しておくことが必要である。さらに、事前のリスク管理（リスク・マネジメント）ならびに事後の危機管理（クライシス・マネジメント）計画とともに，事業継続計画（BCP）や地域継続計画（DCP）の策定が必要となる。

事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）とは，企業が自然災害，大火災，感染症，テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において，事業資産の損害を最小限にとどめつつ，中核となる事業の継続あるいは目標復旧時間内に重要な業務を再開させることを可能とするために，平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画のことである。復旧活動，特に応急・緊急復旧において建設関係の企業の役割は重要で，内閣府の 2019 年度の調査で [2)]，建設業は回答した企業の 55.1％が BCP を策定しており，建設業の BCP 策定率は年々高くなっている。しかしながら，道路や仮設住宅建設などの復旧工事に資材提供の役割を担う生コンクリート製造業の BCP の普及率は高くなく，愛媛県の生コン工場では BCP を策定している工場は殆どない。災害時に，いち早く応急復旧活動にあたるという建設業の社会的使命を果たすためは BCP の策定が必要であると考えられる。

愛媛県内で生コン工場は全 55 社あり，地震の揺れや液状化による被害に加えて，海岸に近いところでは津波の影響を受けると想定される。さらに，生コンクリート工場本体

の復旧も重要であるあるが，生コンクリート工場は製造業であり，コンクリートを製造するのに必要なセメントや骨材などの供給も操業を復旧するためには必要不可欠な要因である。セメントや混和剤はそれらの製造メーカーから供給されるので，日本全国同じ状況である。しかしながら，愛媛県では県外産の骨材を 50%近く使用していることから，地震や津波の影響で港湾が被災するとその間は骨材が供給されないので，そのことを考慮して BCP を策定する必要がある。

そこで本研究では，南海トラフ地震を想定して，生コンクリート工場の BCP 策定に資するために，被災した場合の生コンクリート工場の復旧に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的としている。本研究では東日本大震災により被災した岩手県および宮城県の生コンクリート工場，2018 年西日本豪雨で被災した生コンクリート工場の復旧までの経緯を調査し，復旧に時間を要した要因を把握する。そして，南海トラフ地震が発生した場合に愛媛県の生コンクリート工場にどのような被害が発生するかを推定し，取り上げた要因が復旧に要する期間にどのように影響を明らかにする。

第２章

2.1 概要

第２章では, 調査を行った 2011 年東日本大震災の被害を受けた岩手県と宮城県の生コンクリート工場および 2018 年西日本豪雨の被害を受けた愛媛県の生コンクリート工場の調査結果を以下に取りまとめる。

2.2 東日本大震災で被災した生コンクリート工場

東日本大震災により，図 2.1 に示すように多くの生コンクリート工場が被災した [3)]。図では非稼働工場の有無で，有を黒丸（●），無を白抜き丸（○）で示している。また図中の分数は，非稼働工場数/その地域の全工場数を示している。発災直後は，岩手県および宮城県の特に沿岸部の多くの生コンクリート工場が稼働できなかった。しかし，発災から 3 ヶ月経過までに内陸側の生コン工場を中心に稼働再開している。その中でも 3 ヶ月経過した際に稼働できなかった沿岸側の数社の生コンクリート工場について，その要因を知るために現地に赴き, 生コンクリート工場の復旧までの経過を調査した。なお, 図 2.1 の右側の 3 ヶ月後の図において，岩手県の内陸部の 1 工場だけが非稼働工場となっているが，今回の調査で岩手県生コンクリート工業組合県南技術センターで確認したところ，内陸部の県南支部の生コンクリート工場で 3 ヶ月後に操業できなかった工場は無いとのことであった。

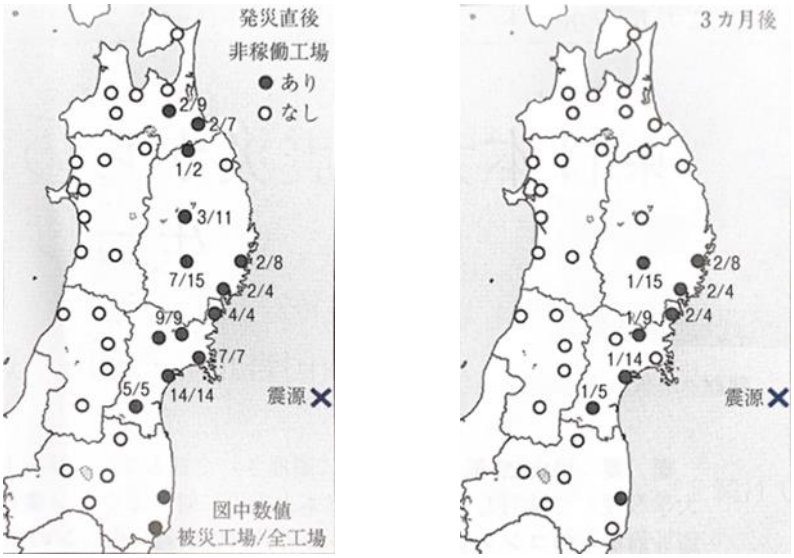


図 2.1　地域別被災工場数とその復旧状況の発災直後(左)と 3 か月後(右)

表 2.1 は調査した岩手県および宮城県の生コンクリート工場の住所の一覧で，図 2.2 はその立地を示す。

表 2.1　調査した工場の一覧

工場	岩手県	工場	宮城県
A 工場	上閉伊郡大槌町	F 工場	登米市中田町
B 工場	釜石市両石町	G 工場	本吉郡南三陸町
C 工場	大船渡市赤崎町	H 工場	角田市角田
D 工場	陸前高田市矢作町		
E 工場	一関市川崎町		

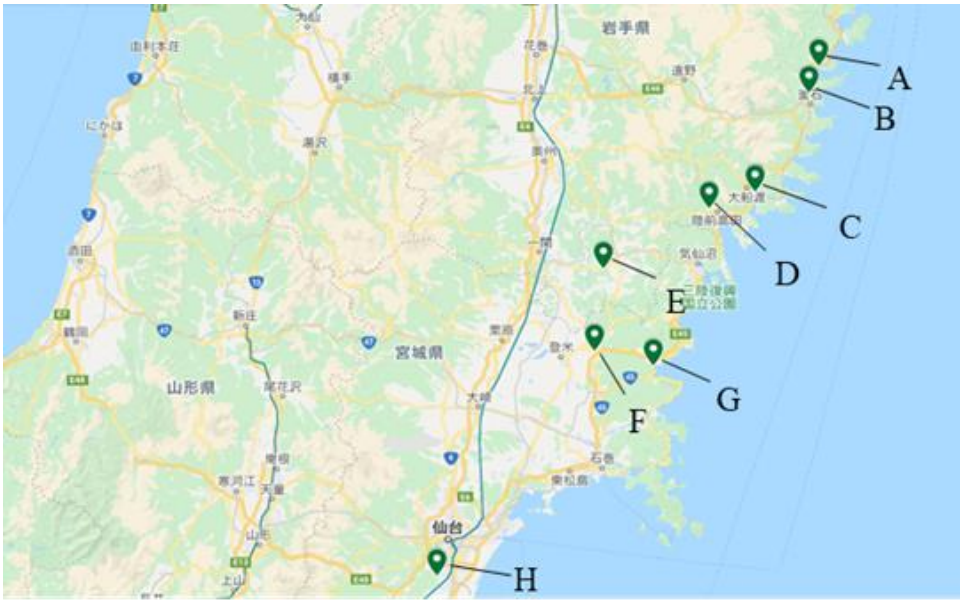


図 2.2　調査した生コンクリート工場の立地

2.3　調査結果

・A 工場（岩手県上閉伊郡大槌町）

大槌町の大半では最大震度 6 程度と推定されている(大槌町役場の震度計は津波で流出)[4]（図 2.3 参照）。また，A 工場付近の津波の高さは 8~10m である [5]（図 2.4 参照）。

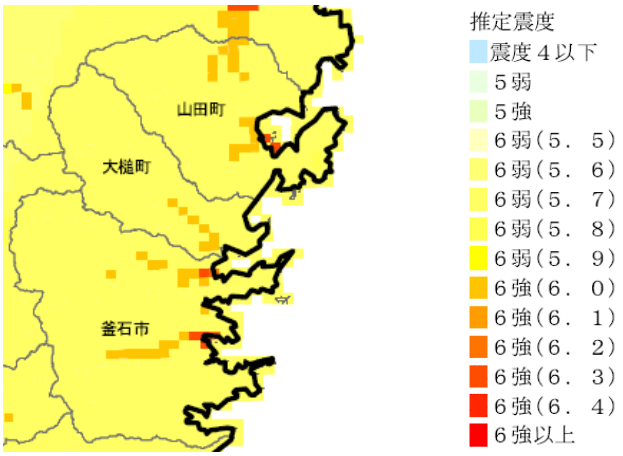


図 2.3　大槌町の震度分布 [6]

図 2.4　大槌町の津波氾濫域および痕跡水位

また，写真 2.1 は A 工場の被災後の状況を，表 2.2 は A 工場の復旧までの経過を示す。

写真 2.1　A 工場の被災後の状況（プラントの建屋に大きな被害なし）

表 2.2　A 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		安否確認開始
	3 月 14 日	安否確認終了
		瓦礫撤去開始
	5 月	工場の復旧決定
	6 月	瓦礫撤去終了
		メーカーと協議（ベルトコンベア，骨材ヤード修復開始）
	9 月	プラント修復終了
2012	11 月	骨材ヤード修復終了（液状化の影響で時間を要した）
	12 月	JIS 申請・品質監査申請
2013	4 月	コンクリート出荷

・B 工場（岩手県釜石市両石町）

釜石市の大半では最大震度 6 程度と推定されている。釜石市両石湾の平均浸水高さは約 13m であり [7]，B 工場近辺では約 11m の浸水高さが確認されている [8]。

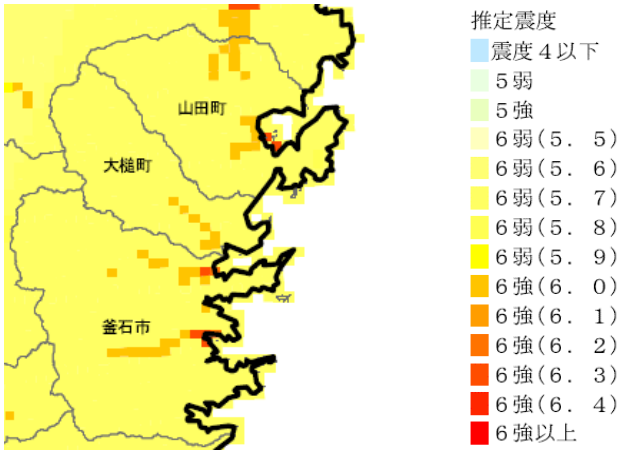


図 2.5　釜石市の震度分布 [6]

図 2.6　釜石市両石町の津波高さ [8]

写真 2.2 は B 工場の被災後の状況を，表 2.3 は B 工場の復旧までの経過を示す。

写真 2.2　B 工場の被災後の状況（プラントの建屋に大きな被害なし）

表 2.3　B 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		安否確認開始
	3 月 12 日	安否確認終了
	4 月 1 日	瓦礫撤去開始
	4 月 30 日	骨材サイロ復旧開始
	5 月	地下・洗車設備の整備
	6 月	試験器具の整備
		プラント清掃
		キュービクル式高圧受電設備手配
	8 月下旬	プラント試し練り
	9 月 5 日	コンクリート出荷

・C 工場（岩手県大船渡市赤崎町）

大船渡市の大半では最大震度 6 程度と推定されている [9]．C 工場付近の津波の高さは 5~10m である．

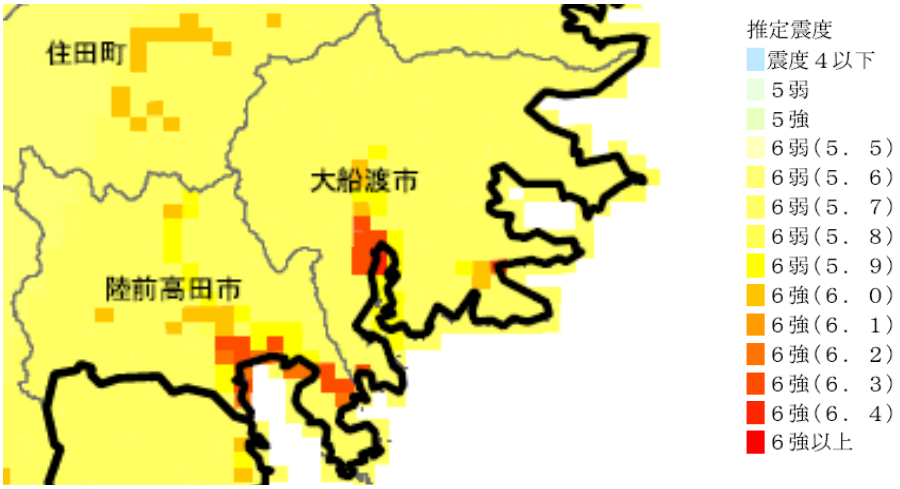


図 2.7　大船渡市の震度分布 6)

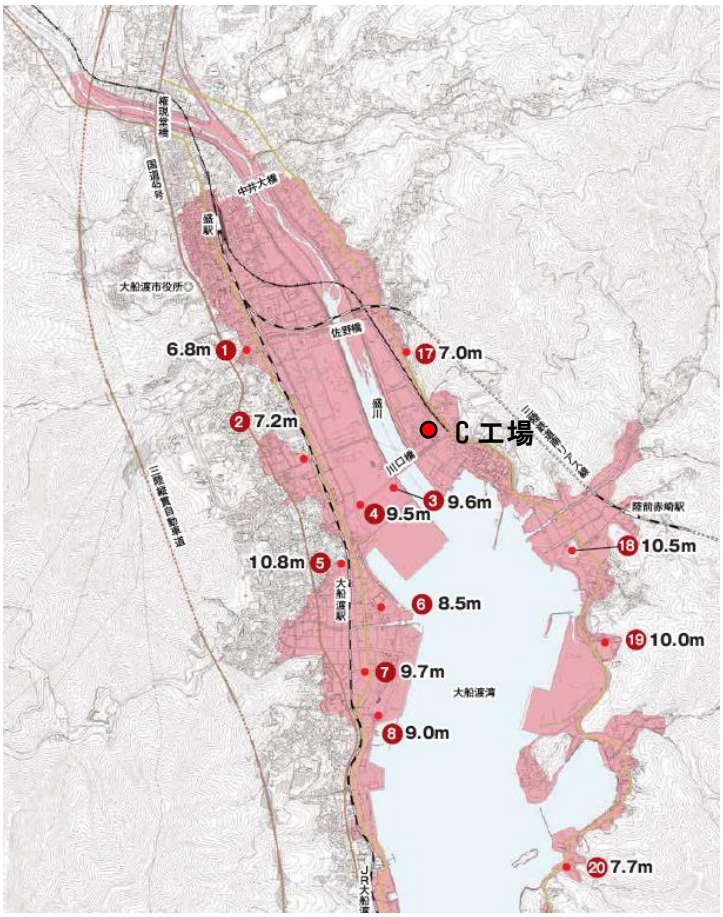


図 2.4　大船渡市の津波氾濫域および痕跡水位 10)

写真 2.3 は C 工場の復旧後の状況を，表 2.4 は C 工場の復旧までの経過を示す。C 工場も津波の被害を受けたが，工場設備に大きな被害が無かったことおよび隣接するセメント工場で瓦礫処分が行われたことにより，早期に復旧した工場である。

写真 2.3　C 工場の復旧後の状況

表 2.4　C 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		安否確認開始
	数日後	安否確認終了
		瓦礫撤去開始
	4 月前後	瓦礫撤去終了
	5 月	一部工場稼働開始
	6 月 30 日	コンクリート出荷

・D 工場（岩手県陸前高田市矢作町）

陸前高田市の大半では最大震度 6 程度と推定されている。D 工場付近の津波の高さは 10m を超えている。

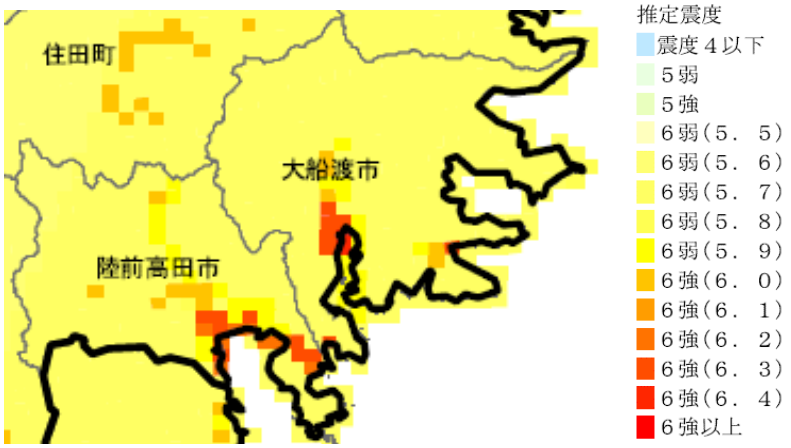


図 2.8　陸前高田市の震度分布 [6)]

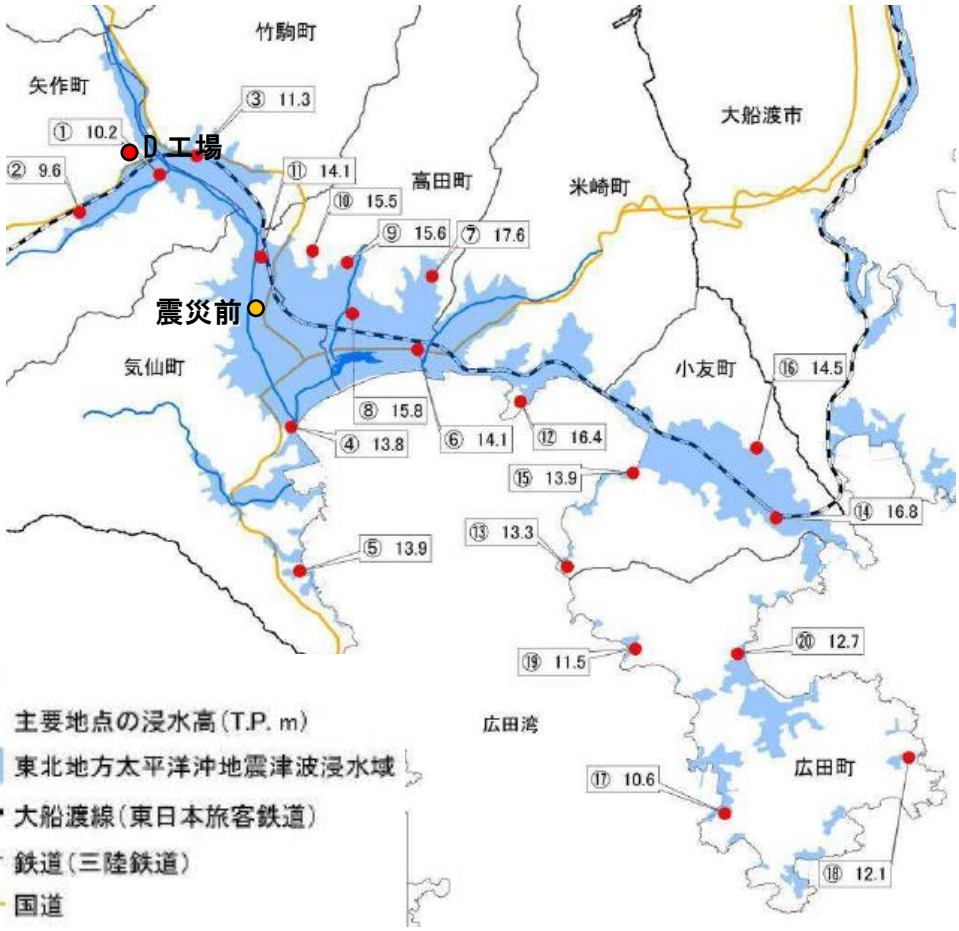


図 2.9　陸前高田市の津波氾濫域および痕跡水位 [11)]

写真 2.4 は D 工場の被災後と復旧後の状況をそれぞれ示す。D 工場も写真からわかるようにプラント建屋は倒壊しておらず，同じ場所での復旧も可能であったとのことだが，将来に備えて東日本大震災で津波が到達しなかった場所に移転して新工場の建設することにした。表 2.5 は新しい D 工場でのコンクリート出荷までの状況である。

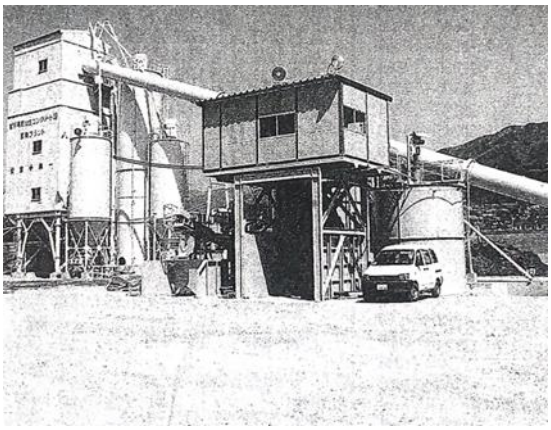


写真 2.4　D 工場の被災後の状況および移転後の新工場

表 2.5　D 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		プラントの上に登り避難
		安否確認
		瓦礫撤去
		移転を決意
		移転する場所探しを始める
2012	5 月	ミキサーなどの機材は中古を取り寄せた
		出荷開始（非 JIS 品）
		JIS 申請
	9 月	JIS 認定
		コンクリート出荷

・E 工場（岩手県一関市川崎町）および F 工場（宮城県登米市中田町）

一関市および登米市の大半では最大震度 6 程度と推定されている。E 工場および F 工場は内陸部に位置しているため津波の影響は受けていない。ただ，F 工場はベルトコンベアやプラントの一部が被災したため，復旧が遅くなっている。

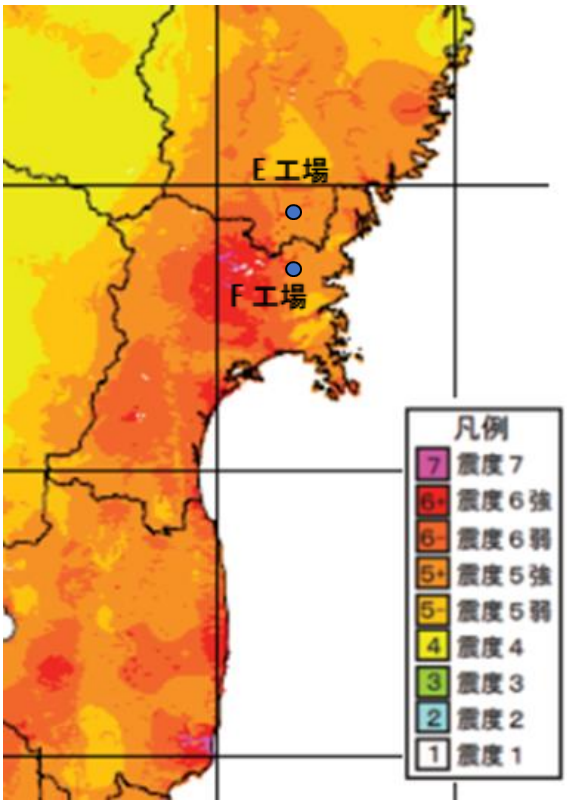


図 2.10　一関市および登米市の震度分布 [9)]

表 2.6　E 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		地震の揺れによる軽微な被害
		停電
	15 日	電気が復旧
		コンクリート出荷

表 2.7　F 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		地震の揺れによるベルトコンベア，プラントの一部損傷
	7 月	コンクリート出荷

・G 工場（宮城県本吉郡南三陸町）

南三陸町の大半では最大震度 6 程度と推定されている。G 工場付近の津波の高さは 2~3m である。

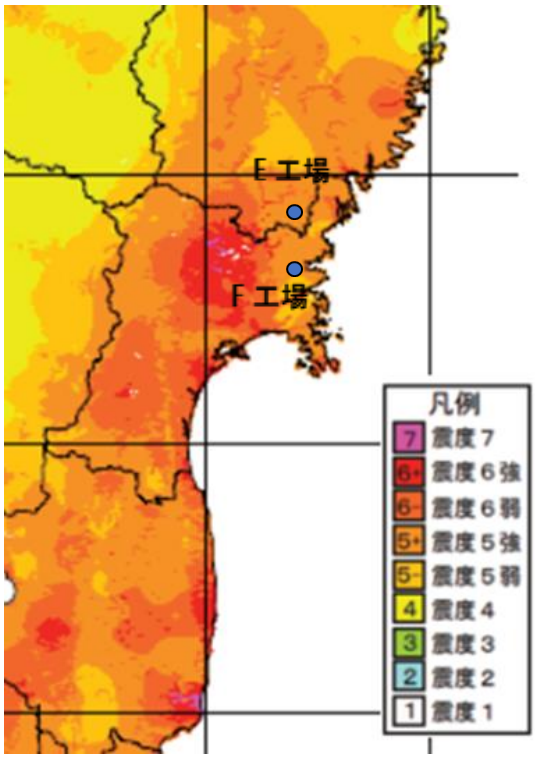


図 2.11　南三陸町の震度分布 [9)]

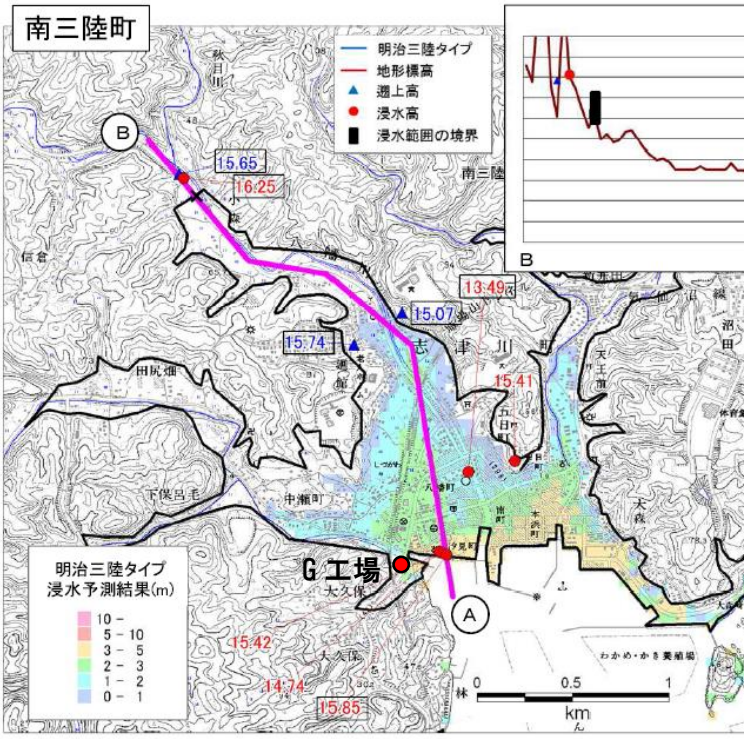


図 2.12　南三陸町の津波氾濫域および痕跡水位 [12)]

・写真 2.5 は G 工場の被災後の状況を，表 2.8 は G 工場の復旧までの経過を示す。

写真 2.5　G 工場の被災後の状況

表 2.7　G 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
		安否確認開始（生コン車の無線を利用）
	3 月 18 日	工場継続の決定
	4 月 11 日	安否確認終了
	4 月 16 日	瓦礫撤去開始
	5 月初旬	瓦礫撤去終了
	7 月 15 日	コンクリート出荷

・H 工場（宮城県角田市角田）

角田市の大半では最大震度 6 程度と推定されている。H 工場の津波は近くまできていたが，少し内陸側に位置しているため，地震の揺れによる被害となった。

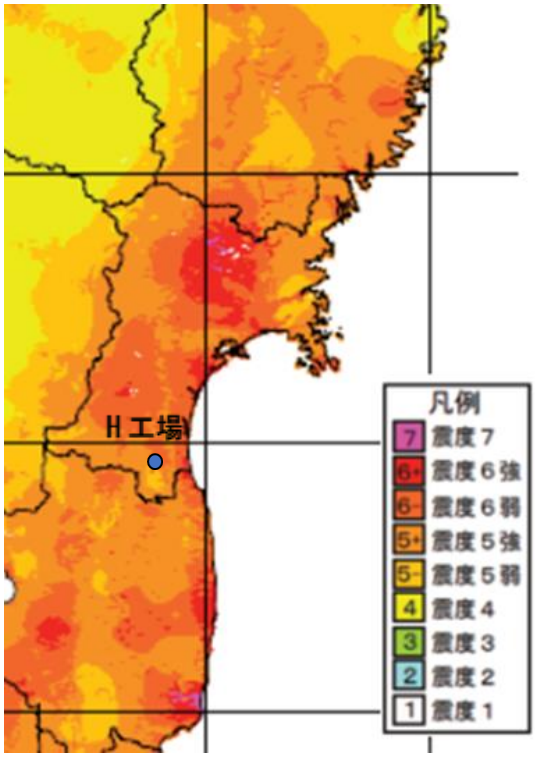


図 2.13　角田市の震度分布 [9)]

写真 2.6 は H 工場の被災後の状況を，写真 2.7 は工場内部の被害状況を示す。表 2.9 は H 工場の復旧までの経過を示す。

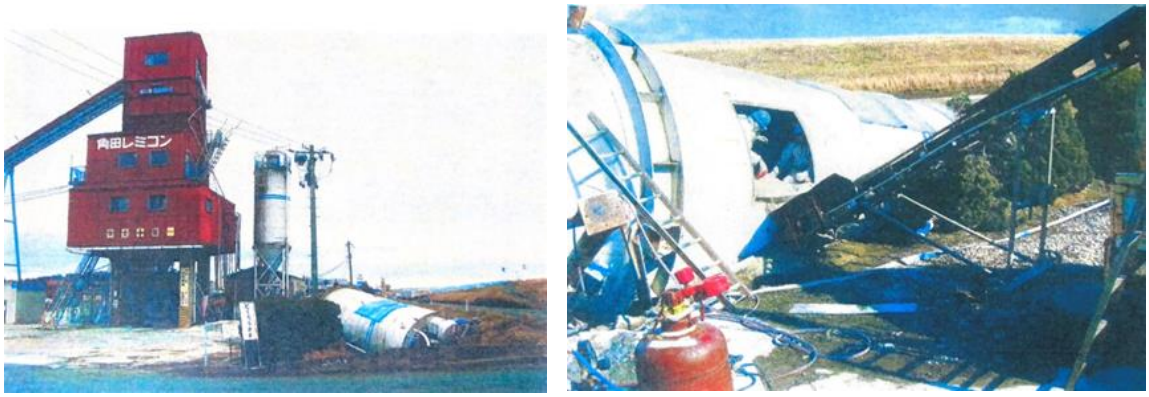


写真 2.6　H 工場の被災後の状況

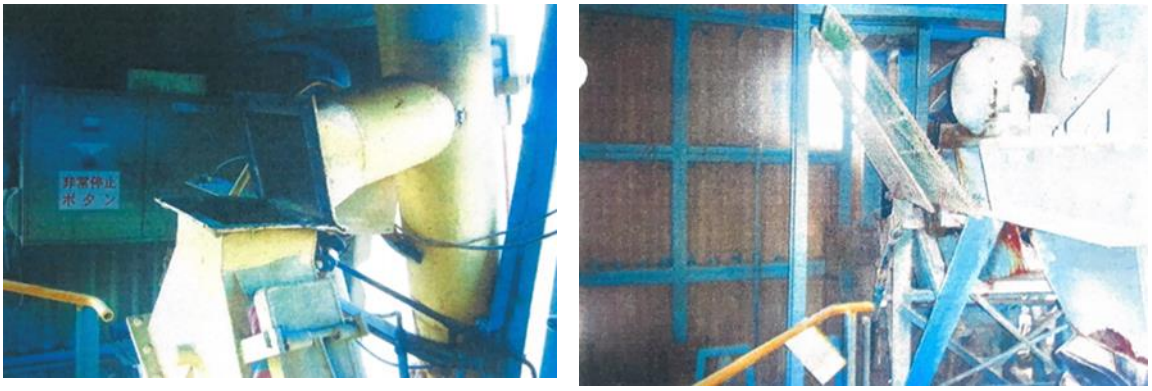


写真 2.7　H 工場の上部スクリューコンベア部被害とプラントトップ被害状況

表 2.8　H 工場の復旧状況

年	月日	
2011	3 月 11 日	発災
	4 月 22 日	電気復旧
	5 月 6 日	セメントサイロ復旧打ち合わせ
	6 月 10 日	プラント設備復旧打ち合わせ
	7 月 4 日	プラント試し練り
	7 月 25 日	JIS 申請
	8 月 1 日	プラント試運転
	8 月 25 日	コンクリート出荷

・西日本豪雨で被災した生コン工場（I 工場）

2018 年 7 月の西日本豪雨の影響で愛媛県の大部分で 400mm 以上の雨が降り，愛媛県各地で被害が発生した。肱川では流域に断続的に大雨継続したことや，それへの対応として野村ダムと鹿野ダムの異常洪水時防災操作が行われたため，本流および支流で甚大な浸水被害が発生した。I 工場は鹿野川ダムから約 2km の下流の川沿いにあり，I 工場の上下流に架かる橋梁では写真 2.7 に示す被害が発生した。

図 2.14　愛媛県西予市と大洲市の主な浸水地域 [13)]

橋桁が流出した大成　　ジョイント部が流出した鹿野川大橋

写真 2.8　鹿野川ダムの下流に架かる橋梁の被害状況

I 工場も写真 2.9 に示すように工場内が浸水した。表 2.9 は復旧までの経過を示す。

写真 2.9　I 工場の被災時の様子

写真 2.9　I 工場の被災後の状況

表 2.9　I 工場の復旧状況

年	月日	
2018	7 月 7 日	発災
		安否確認終了
	7 月 9 日	瓦礫撤去開始
		ベルトコンベア等の被災した設備の発注
	8 月	工場の存続決定
	9 月	瓦礫撤去終了
	11 月	設備復旧終了
	12 月 1 日	コンクリート出荷

2.4　調査した生コンクリート工場の被害のまとめ

調査した生コンクリート工場の復旧までのそれぞれの期間をまとめると以下のとおりである。従業員の安否確認に関しては東日本大震災の発災が平日の昼間の工場の操業時であったことから多くの工場で１日で安否確認が行われている。瓦礫の撤去に関しては被災地での捜索状況や瓦礫の受け入れ状況が影響するため，約１ヶ月から３ヶ月と幅がある。生コンクリート工場のプラント自体は津波や揺れによって倒壊などの大きな被害は無かったが，ベルトコンベアの流出・損傷，キュービクル式高圧受電設備の被災・損傷，骨材ヤード，試験室，事務所の被災等により，プラントが稼働するまでには約１ヶ月から５ヶ月と工場によって差がある。これは新たに手配した設備の入手状況に関係し，例えば，それぞれの工場ごとで特注であるベルトコンベアなどの復旧には時間を要している。最終的に，コンクリートの出荷に関して，A 工場および D 工場は特殊な事情があるため長くなっているが，ほとんどの工場で約４ヶ月から６ヶ月となっている。今回調査した工場において，地震・津波による災害に対して予め対策を取っていた工場や被害が小さいと思われた工場においても，コンクリート出荷までに約４ヶ月を要している。今回の調査から東日本大震災と同じクラスの南海トラフ地震によって被害を受けた場合の工場ではコンクリート出荷までに約５ヶ月は要すると考えられる。

表 2.10　調査した工場の復旧過程のまとめ

工場	安否確認	瓦礫撤去	プラント復旧	コンクリート出荷
A	３日	約3ヶ月	被害なし	約2年1ヶ月
B	１日	約2ヶ月	被害なし	約6ヶ月
C	数日	約1ヶ月	被害なし	約4ヶ月
D	１日	約3ヶ月	工場移転	約1年6ヶ月
E	１日	瓦礫なし	被害なし	４日
F	１日	瓦礫なし	被害なし	約4ヶ月
G	１ヶ月	約3週間	被害なし	約4ヶ月
H	１日	約1週間	被害なし	約5ヶ月
I	１日	約2ヶ月	被害なし	約5ヶ月

第 3 章

3.1　概要

第 3 章では，第 2 章で記述した東日本大震災の被害の調査結果，そして南海トラフ地震によって想定されている被害想定をそれぞれ参考にし，愛媛県の生コンクリート工場でどのような被害が想定されるかを検討する。

3.2　調査対象

愛媛県にある 55 社の生コン工場を調査の対象とした。表 3.1 が生コンクリート工場名の一覧で，図 3.1 が工場の立地場所である。これらの工場に対して南海トラフ地震において想定されている震度，津波，液状化のハザードマップと比較して各工場の被害を想定した。

表 3.1　愛媛県の生コンクリート工場一覧

愛媛生コン株式会社	（株）大和生コン 玉川プラント	日吉綜合建設株式会社
三星生コンクリート（株） 宮川工場	(株)日景生コン 川内事務所	野村生コン（株）
飛鷹生コンクリート（株） 本社	川内コンクリート工業株式会社	北宇和生コン株式会社
（有）新居浜ブロック工業所	（株）キクノ生コン 松山工場	八幡浜生コンクリート株式会社
泉陽生コン（株）	愛媛菱光生コンクリート工業(株)	菊野生コン株式会社
大和生コン（株）	（株）日景生コン 松山工場	九四生コン（株）
（株）キクノ 生コン事業部西条工場	大和生コン（株）	建協生コンクリート工業株式会社
安藤工業（株） セメント事業部	四国生コン（株）	（有）三栄生コン
藤岡生コン（株）	レッツ太平洋生コン（株）	（株）しろかわ 宇和工場
協和生コン（株） 試験室	大協コンクリート工業株式会社	南予生コン（株）
（有）小川レミコン	中予砕石株式会社	宇和島生コン株式会社
（有）マツシン 生コンクリート工場	石鎚生コン（株）	(株)キクノ生コン事業部　宇和島工場
（株）向井工務店	株式会社 西田興産	栄南産業株式会社
伯方生コンクリート	株式会社ブリッジカンパニー	久保興業株式会社
大島生コン株式会社	久保興業株式会社	（株）御荘生コン
株式会社三和しまなみ生コン	（株）西田興産　大洲生コンクリート工場	愛南小野田レミコン株式会社
今治小野田レミコン株式会社	エヒメ生コン（株）	春日川内共同生コン(株)
越智生コン株式会社	川上区生コン（株）	
（株）今治生コン	（株）しろかわ 生コン	

図 3.1　愛媛県の生コンクリート工場の立地

3.3　津波による被害

南海トラフ地震を想定して，愛媛県では最大クラスの津波が悪条件下において発生した場合に想定される浸水の区域（浸水域）と水深（浸水深）を表したハザードマップを参考にした[14]。その際に，図 3.2 の図割図に記載している 84 メッシュに分割してその 1 つあたりの場所の一例が図 3.3 である．

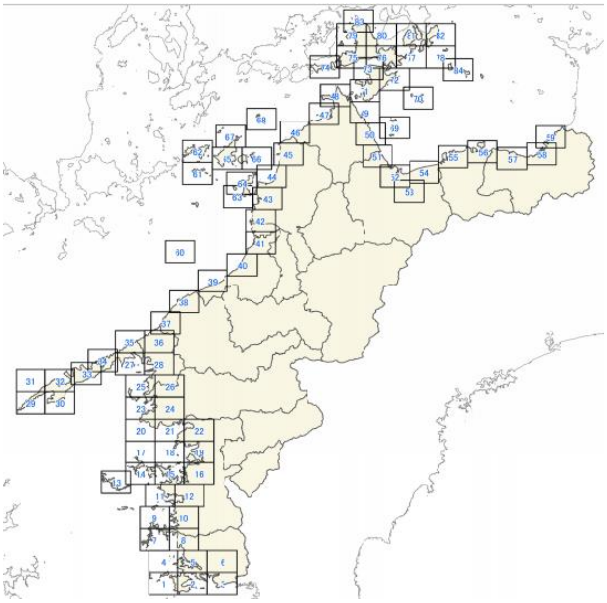


図 3.2　図割図

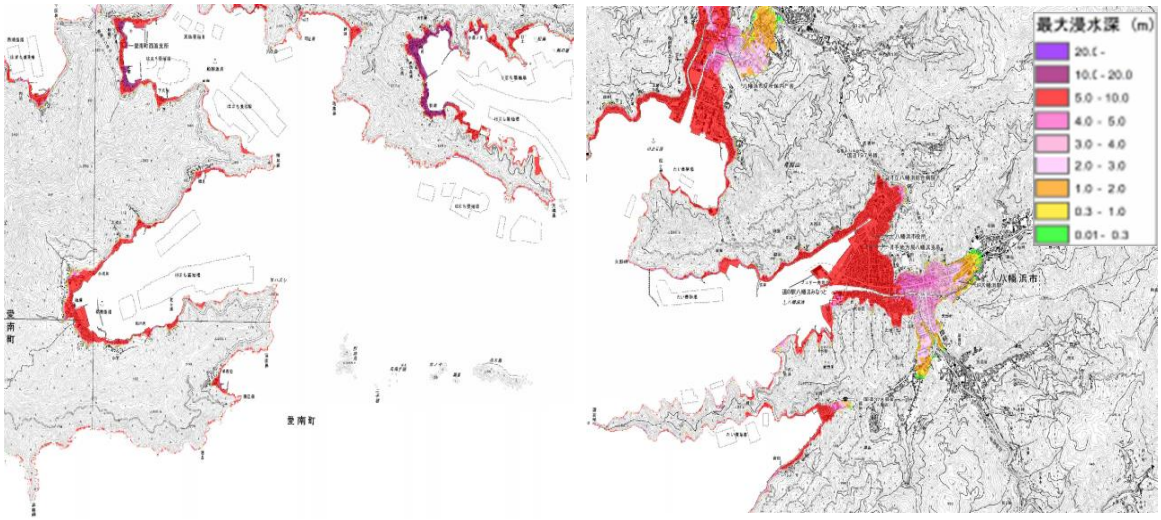


図 3.3　図割図 2 番愛南町(左)と図割図 28 番八幡浜市(右)の最大浸水深さ

浸水の区域（浸水域）と水深（浸水深）を表したハザードマップに生コンクリート工場の立地を当てはめてプロットしたものが図 3.4 で，最大浸水深さ毎の生コンクリート工場数を図 3.5 に示す。

約 70%の工場において津波による被害は無いと考えられる。また，予想された通り南予地区の 5 工場で最大浸水深さが 5.0～10.0m の津波が想定される。これらの工場では津波により試験室，キュービクル式高圧受電設備などの流失・損傷や瓦礫による被害が想定される。

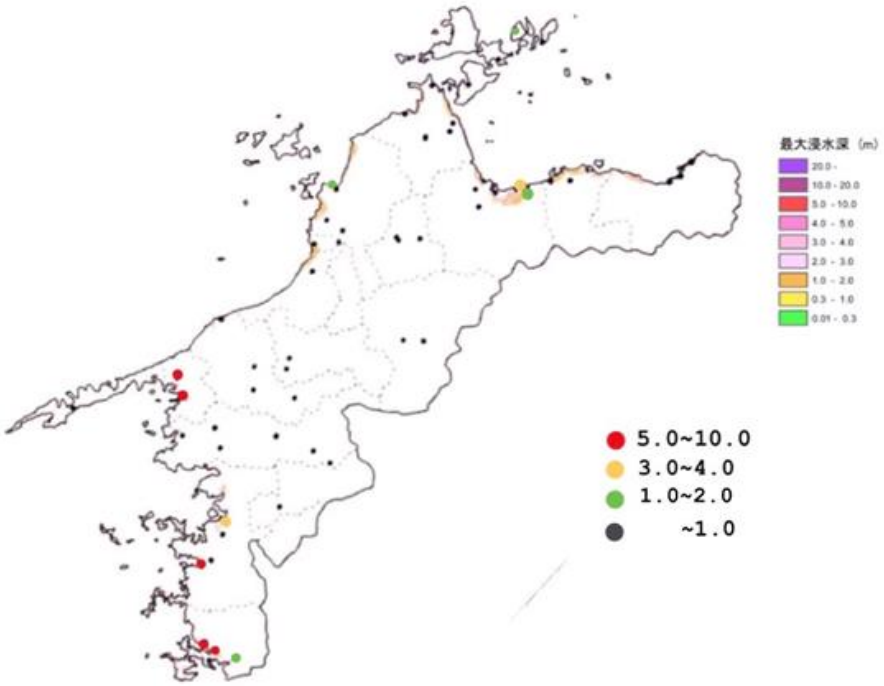


図 3.4　生コンクリート工場の立地における最大浸水深さ

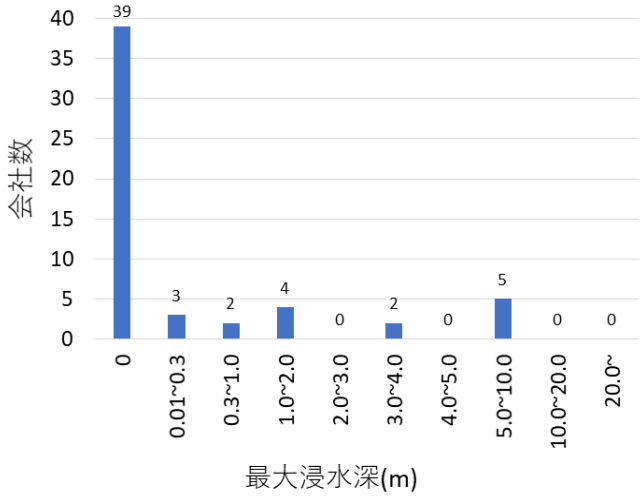


図 3.4　最大浸水深さと工場数

3.4　地震（震度）による被害

南海トラフ地震を想定した愛媛県の震度階級を示しているハザードマップに [14]，55 社の生コン工場をあてはめてプロットしたものが図 3.5 で，震度階級ごとの生コンクリート工場数を図 3.6 に示す。全ての工場で震度 6 程度あるいはそれ以上の震度が想定される。従って，プラント建屋の倒壊などは無いと思われるが，ベルトコンベヤなどの周辺設備に被害が生じることが考えられる。

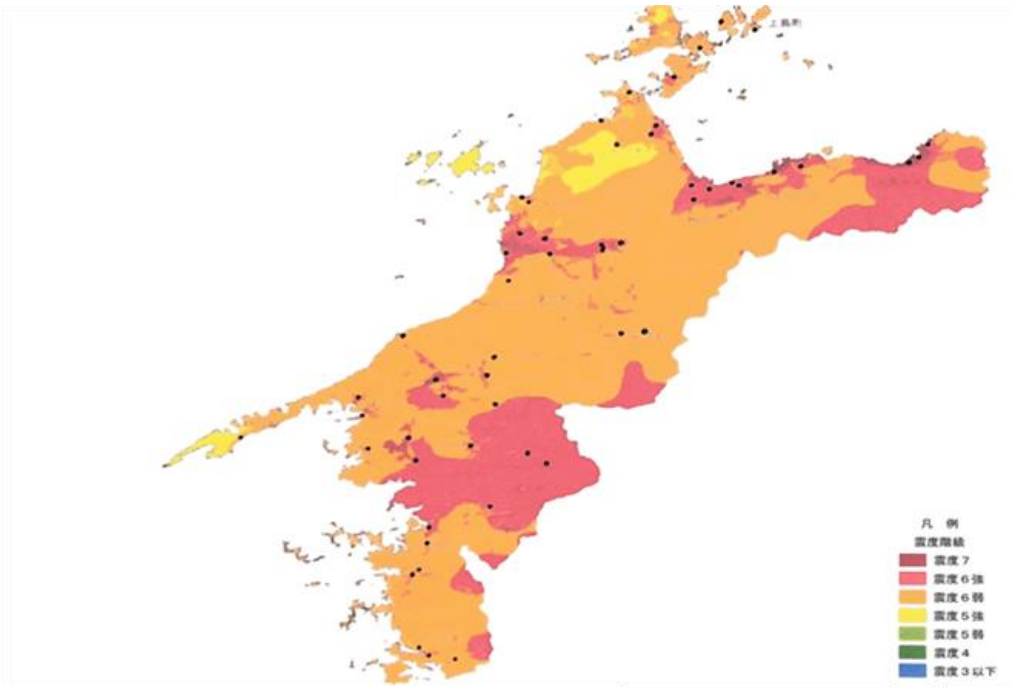


図 3.5　震度階級と生コンクリート工場の立地の関係

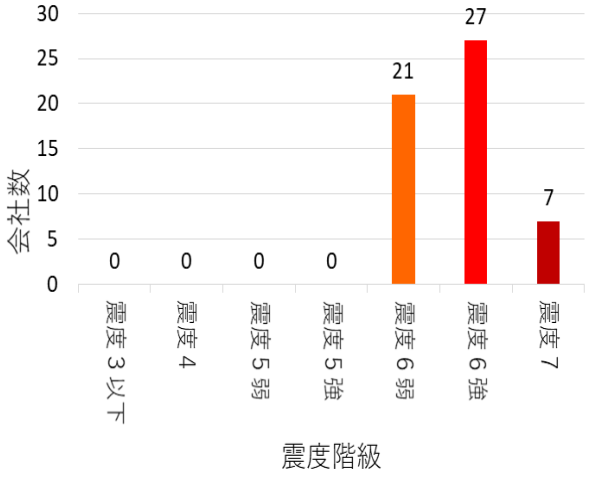


図 3.6　震度階級と工場数

3.5　液状化による被害

南海トラフ地震を想定した愛媛県の液状化に関するハザードマップに[14], 55 社の生コン工場をあてはめてプロットしたものが図 3.7 で，液状化の危険度ごとの生コンクリート工場数を図3.8に示す。液状化のPLの値が高いほど表3.2のように危険度が増加し[15], PL 値が 15 以上の工場は半数あり，それらの工場では事前にサイロやプラントなどに液状化の対策を施すことが不可避あり，被災すると復旧が遅れる可能性が高くなる。

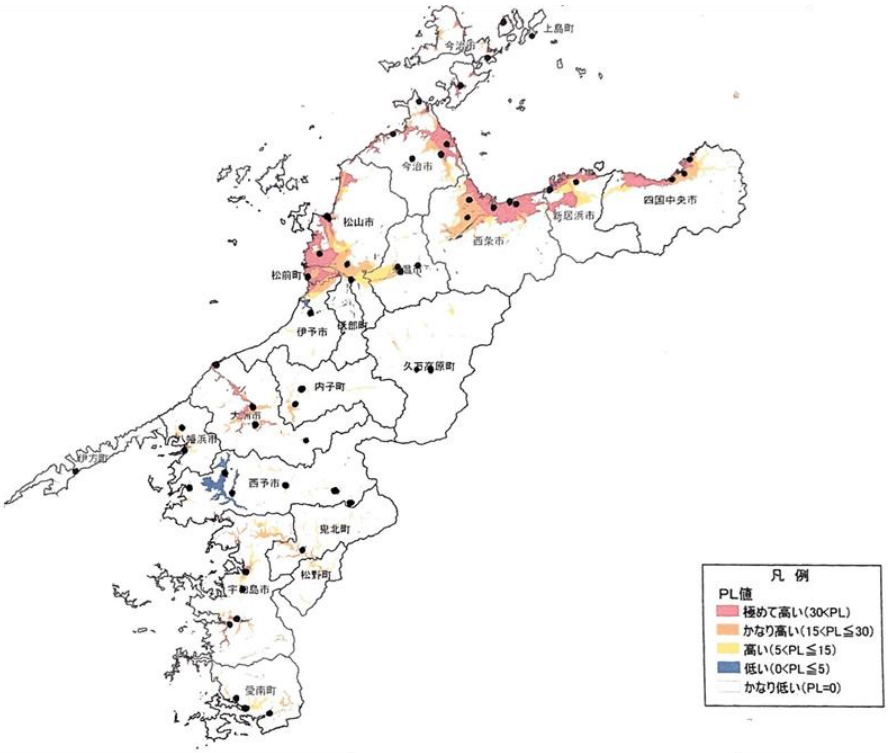


図 3.7　液状化危険度と生コンクリート工場の立地の関係

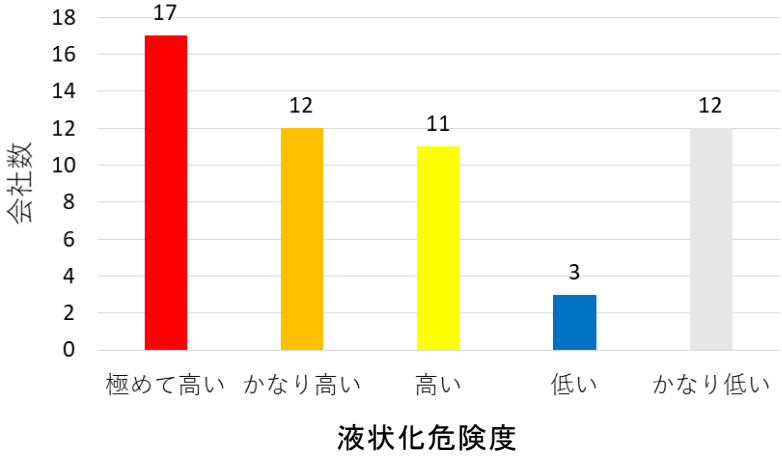


図 3.8　液状化危険度と工場数

表 3.2　PL 値と液状化危険度

	PL=0	0＜PL≦5	5＜PL≦15	PL＞15
PL値による 液状化危険度判定	液状化危険度は極めて低い。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要	液状化危険度がやや高い。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要。液状化対策が一般には必要	液状化危険度が高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

表 3.3 は愛媛県の生コンクリート工場の最大浸水深さ，震度階級および液状化危険度を合わせて示した一覧表である。最大浸水深さが 3.0m 以上，震度が 7 そして液状化危険度の PL 値が 15 以上の欄は黄色で着色している。全てが着色された工場はないが，津波と液状化の影響が高いと想定される工場が 3 工場，震度と液状化の影響が高いと想定される工場が 5 工場ある。愛媛県の生コンクリート工場では南海トラフ地震による被害を軽減するためには，全体として震度（揺れ）に対する対策を検討する必要があり，さらに，半数の工場では液状化対策を検討する必要がある。

表 3.3　愛媛県の生コン工場と最大浸水深と震度分布と液状化危険度

会社名	住所	最大浸水深(m)	震度階級	液状化危険度
愛媛生コン株式会社	四国中央市川之江町4087-8	0.01～0.3	震度６強	極めて高い
三星生コンクリート（株）　宮川工場	四国中央市三島宮川１丁目 三島宮川1丁目2398	0.3～1.0	震度７	かなり高い
飛鷹生コンクリート（株）　本社	四国中央市具定町４９０	0	震度７	かなり高い
（有）新居浜ブロック工業所	新居浜市東田１丁目１０６５－１	0	震度６強	高い
泉陽生コン（株）	新居浜市磯浦町１８－２４	0	震度７	極めて高い
大和生コン（株）	西条市喜多川８４７	1.0～2.0	震度６強	極めて高い
（株）キクノ 生コン事業部西条工場	西条市港１７４－３	3.0～4.0	震度６強	極めて高い
安藤工業（株）　セメント事業部	西条市小松町新屋敷 小松町新屋敷甲1039-2	0	震度７	極めて高い
藤岡生コン（株）	西条市丹原町田野上方１０９７	0	震度６強	かなり高い
協和生コン（株）　試験室	西条市丹原町徳能 丹原町徳能甲79-1	0	震度６強	かなり高い
（有）小川レミコン	越智郡上島町弓削鎌田２５０	0	震度６弱	かなり低い
（有）マツシン 生コンクリート工場	越智郡上島町岩城３８０３	1.0～2.0	震度６弱	かなり低い
（株）向井工務店	越智郡上島町岩城３５５７	0.01～0.3	震度６弱	かなり低い
伯方生コンクリート	今治市伯方町木浦 伯方町有津甲848	0	震度６弱	かなり低い
大島生コン株式会社	今治市吉海町大字仁江596	0	震度６強	極めて高い
株式会社三和しまなみ生コン	今治市波方町波方甲１９１３－１	0	震度６弱	かなり低い
今治小野田レミコン株式会社	今治市大西町別府2046	0	震度６弱	極めて高い
越智生コン株式会社	今治市辻堂3-4-37	0	震度６強	極めて高い
（株）今治生コン	今治市中寺２６	0	震度６強	極めて高い
（株）大和生コン 玉川プラント	今治市玉川町長谷 甲1020	0	震度６弱	かなり低い
(株)日景生コン 川内事務所	東温市河之内８２６－３	0	震度６強	かなり低い
川内コンクリート工業株式会社	東温市北方3361	0	震度７	かなり高い
（株）キクノ生コン 松山工場	松山市和気町２丁目７３３－１	1.0～2.0	震度６強	極めて高い
愛媛菱光生コンクリート工業(株)	松山市馬木町８２０	0	震度６弱	極めて高い
（株）日景生コン 松山工場	松山市空港通６丁目１６－４	0	震度６強	極めて高い
大和生コン（株）	松山市来住町１１７０－１	0	震度６強	かなり高い
四国生コン（株）	伊予郡砥部町高尾田４２４	0	震度６弱	高い
レッツ太平洋生コン（株）	伊予郡松前町筒井１３１７－６	0.3～1.0	震度６強	極めて高い
大協コンクリート工業株式会社	伊予市大平208-2	0	震度６弱	低い
中予砕石株式会社	上浮穴郡久万高原町上黒岩3021-1	0	震度６弱	かなり低い
石鎚生コン（株）	上浮穴郡久万高原町大川４７６１	0	震度６弱	かなり低い
株式会社 西田興産	大洲市長浜町大字晴海2-9	0	震度６弱	極めて高い
株式会社ブリッジカンパニー	喜多郡内子町城廻９９１－１	0	震度６弱	高い
久保興業株式会社	喜多郡内子町五十崎大字古田甲918	0	震度６強	かなり高い
（株）西田興産　大洲生コンクリート工場	大洲市徳森２４８	0	震度７	かなり高い
エヒメ生コン（株）	大洲市菅田町大竹 菅田町大竹甲1592	0	震度６強	かなり高い
川上区生コン（株）	大洲市肱川町宇和川３３７１	0	震度６弱	かなり低い
（株）しろかわ 生コン	西予市城川町下相７４６	0	震度６強	高い
日吉綜合建設株式会社	西予市城川町高野子3281	0	震度６強	高い
野村生コン（株）	西予市野村町野村１４－９０	0	震度６強	高い
北宇和生コン株式会社	北宇和郡鬼北町芝39	0	震度６強	かなり高い
八幡浜生コンクリート株式会社	八幡浜市保内町宮内１－５００	5.0～10.0	震度６強	高い
菊野生コン株式会社	八幡浜市粟野浦４８２	5.0～10.0	震度６弱	高い
九四生コン（株）	西宇和郡伊方町名取３０６５	0	震度６弱	かなり低い
建協生コンクリート工業株式会社	西予市宇和町坂戸10	0	震度７	低い
（有）三栄生コン	西予市三瓶町津布理２７３９	0	震度６強	かなり低い
（株）しろかわ 宇和工場	西予市宇和町皆田１３９４－１	0	震度６強	低い
南予生コン（株）	宇和島市坂下津甲４０７－１	3.0～4.0	震度６強	極めて高い
宇和島生コン株式会社	宇和島市保田甲１０３	0	震度６弱	高い
(株)キクノ生コン事業部　宇和島工場	宇和島市津島町岩松甲３１	0.01～0.3	震度６弱	かなり高い
栄南産業株式会社	宇和島市津島町近家甲1607-103	5.0～10.0	震度６強	極めて高い
久保興業株式会社	南宇和郡愛南町御荘平城184	5.0～10.0	震度６弱	高い
（株）御荘生コン	南宇和郡愛南町御荘平城４２１１	5.0～10.0	震度６強	高い
愛南小野田レミコン株式会社	南宇和郡愛南町満倉2781	1.0～2.0	震度６弱	極めて高い
春日川内共同生コン（株）　配車専用	愛媛県東温市北方３３６１	0	震度６強	かなり高い

3.6　ライフラインの被害

津波の被害がなく地震や液状化のみの被害の場合は，ライフラインの被害の程度が復旧に大きく関係する。その中でも，東日本大震災を参考にすると停電の被害は愛媛県でも発生すると考えられる。もし南海トラフ地震が発生して，愛媛県で停電がおこった場合は 1~2 週間で電力が復旧すると考えられている [16]。よって，津波の被害が無く，耐震および液状化対策を行っている生コンクリート工場では 1～2 週間で復旧が可能になると思われる。

3.7 道路の被害

東日本大震災では，高速道路の通行止めは被災総数 15 路線、直轄国道の通行止めは、総数 69 区間、都道府県等管理国道の通行止めは総数 102 区間、都道府県道等の通行止めは、総数 539 区間であった [17]。道路の復旧に当たっては、まず、東北地域へのアクセスのために南北方向の幹線である東北自動車道と国道 4 号の縦軸ラインについて発災翌日の 3 月 12 日に緊急輸送ルートとしての機能を確保するとともに、内陸部の縦軸ラインから太平洋沿岸に向けて東西方向の国道等を「くしの歯」形に啓開し、11 ルートを確保し, 4 日後の 3 月 15 日には、15 ルートを確保した。交通関係の復旧状況を図 3.9 に示す。東日本大震災の状況と愛媛県内での津波の被害を考慮すると，道路は比較的早期に開放されると考えられる。

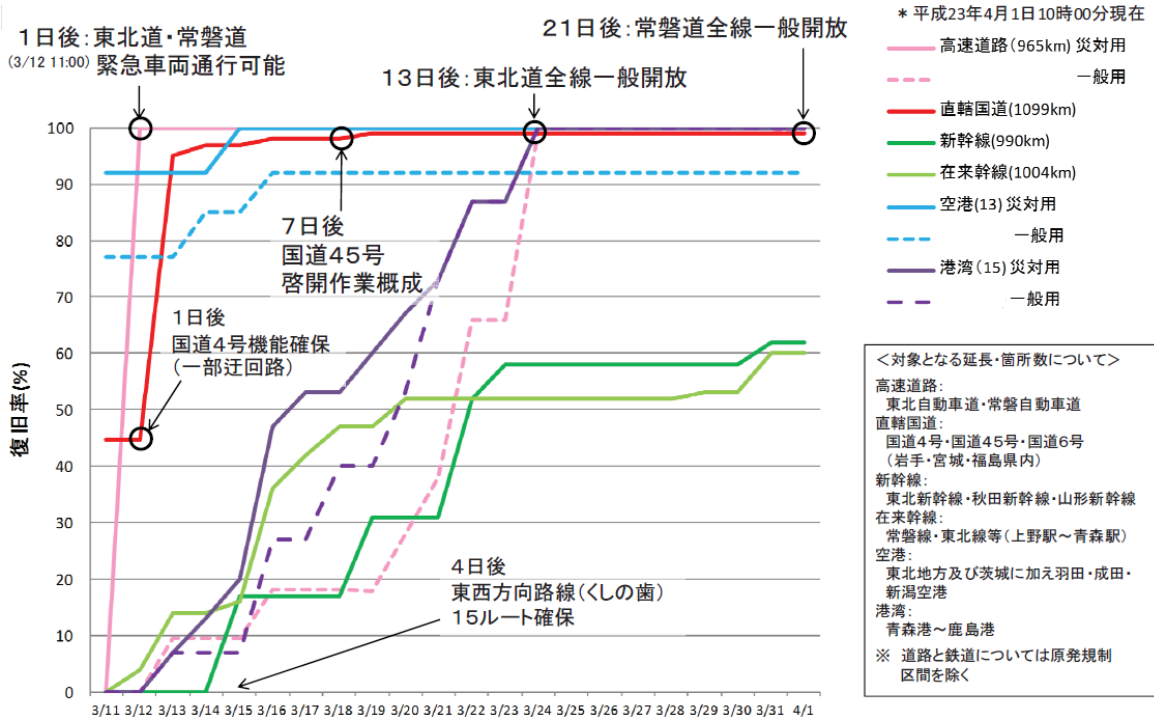


図 3.9　東日本大震災における交通関係の復旧状況の推移 [18]

第４章

4.1　概要

第 3 章では生コンクリート工場の設備などの復旧について検討したが，第 4 章では，コンクリートを製造するために必要な材料であるセメント，骨材および混和剤の供給状況，そして愛媛県では県外からの骨材の使用割合が高いことから，骨材の荷揚げ荷下ろし関係する港湾の復旧について検討する。

4.2　セメントの供給状況

セメントの供給は，各地に点在するサービスステーション（SS）が拠点となる。東北地方のサービスステーションは，各県の沿岸地域を中心に配置され，東北各地に供給されていた [3]．そのため，図 4.1 のように自社のセメント工場が被災した場合でも他県のサービスステーションから供給が可能であったことから，セメントの供給不足には至らなかった。

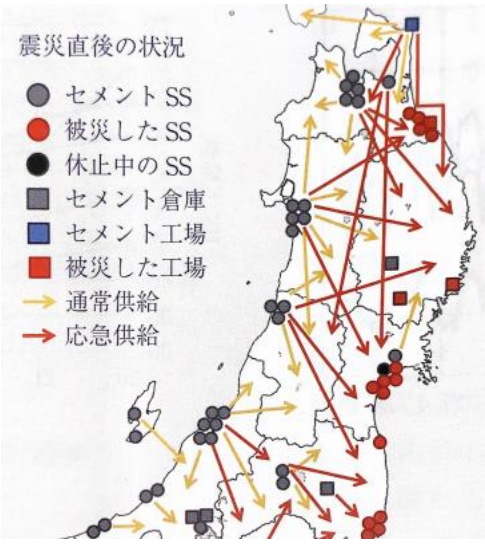


図 4.1　東日本大震災発災直後のセメントの供給体制

愛媛県内にセメントのサービスステーションはセメントメーカーを区別しなければ，四国中央市，西条市，今治市，松山市，八幡浜市および宇和島市にある。第３章より全ての物流拠点が被災するとは考えにくいが，仮に何箇所かのサービスステーションが被災しても他の地区から，また，東日本大震災のケースのように隣接する香川県あるいは広島県のいずれかのサービスステーションから供給が可能であると考えられる。

4.3　混和剤の供給状況

混和剤は，東日本大震災以前の体制で供給が滞ることがなかったと報告されている [3]。

従って, 愛媛県の生コンクリート工場への混和剤の供給も滞ることは無いと想定される。

4.4　骨材の供給状況

ここでは宮城県砕石協会との懇談およびそれに関係して収集した資料に基づいて，東日本大震災による砕石事業所の被災状況を取り纏める。

〇事業所の被害概要

岩手県および宮城県の砕石事業所の被害状況は骨材資源工学会が行ったアンケート調査[19]によれば以下のとおりである。なお, 回答があったアンケートは岩手県 30 事業所, 宮城県 26 事業所である。

・被害事業所数　　岩手県：23 事業所（77%），宮城県：21 事業所（81%）

ここでいう被害は，家屋や設備の被害，場内の地盤災害に加えて，電気・ガス・水道などのライフラインの不通も含まれている。この結果から被害の大小はあるが，広範囲の事業所で何らかの震災の影響が有ったと言える。

次に，被害の詳細について検討すると次のとおりである。地盤災害が発生した事業所は岩手県 5 事業所，宮城県 12 事業所である。さらに地盤災害を切羽崩壊，道路崩壊，地割れ，陥没の 4 つに分類すると，地割れが最も多くなっている。

	切羽崩壊	道路崩壊	地割れ	陥没	計
岩手県	1 件	3 件	9 件	0 件	13 件
宮城県	15 件	9 件	37 件	4 件	65 件

なお，切羽の崩壊は残壁で多く発生したとのことで，道路崩壊では盛土部分で多く見られたとのことである。また，最も多い地割れは砕石場の比較的丈夫な地盤と思われるストックヤードにも生じていたとのことである。なお，陥没は液状化によるものである。

次に重機および設備の被害状況について，重機は岩手県で 2 事業所，宮城県で 3 事業であり，ほとんど重機の被害は発生しなかったと云える。これは重機が地盤に固定されていないため，地盤の振動が重機に伝わらず，無理な力が発生しなかったためと考えられる。一方，設備の被害は 4 事業所 10 件，宮城県で 5 事業所 15 件である。工場施設の被害の個別事例では，貯鉱施設やシックナーなどの構造物にひび割れや破損が最も多く生じていた。次いで，ふるい，クラッシャー，ベルトコンベア，それらに付随する電線などの破砕設備に被害が生じている。しかしながら，原石の詰まりやベルトの脱線，断線などの比較的軽微な被害が多く，重大な破損災害は報告されていない。なお，被害事例でメカニズムは不明だが，シックナー底部に堆積した石粉汚泥や汚泥処理施設の汚泥が固化する現象が発生している。

○操業の復旧状況および骨材生産の増減

被災した事業者が復旧するまでの平均日数は以下のとおりである。

復旧平均日数　岩手県：6.6 日，　宮城県：16.9 日

宮城県の復旧に日数を要しているが，これは県内の災害規模が大きく，インフラの復旧に時間がかかったためである。採石事業所の多くは山間部などの比較的高いところにあることから，津波による被害が少なく，上述のように被害も軽微なものが多いことから復旧にあまり日数を要していないと考えられる。

そして，震災の影響による骨材生産の増減数は以下のとおりである。

	増産	減産	変化なし
岩手県	3 事業所（11.5%）	14 事業所（53.8%）	13 事業所（43.3%）
宮城県	10 事業所（38.5%）	12 事業所（46.2%）	4 事業所（15.4%）

上述の結果から，災害当初は復旧用の骨材を供給し増産した事業所はさほど多くなく，多くは増減なしあるいは減産したことが分かる。特に岩手県ではその傾向が顕著である。また，増産した事業所は沿岸部近くに位置し，内陸部は減産しているところが多くなっている。このことから，津波による被害は沿岸部に集中していたため，初期の復旧用の骨材には被災地に近い事業所だけに依頼があったと考えられ，内陸の事業所では震災により流通が滞り，生産減となったと考えられる。そして，被災した事業所からの声としても最も多かったのが，周辺道路の復旧であり，道路網の分断によって，流通が極めて悪かったことが改めで認識された。さらに今回の大震災における物流網の被害は燃料の確保にも支障をきたしており，事業所の操業にも大きな影響を与えたと思われる。

図 4.2 は愛媛県の砕石事業所の立地を示す。岩手県や宮城県と同様に採石事業所の多くは山間部などの比較的高いところにあることから，津波による被害ではなく，地震や液状化による被害が考えられる。しかしながら，東日本大震災の被害状況を参考にすれば，愛媛県の砕石事業所の被害は軽微であると考えられ，電気や道路の復旧にも依存するが生コンクリート工場と同様に 1~2 週間で復旧が可能になると思われる。

また，愛媛県の生コンクリート工場の 55 工場に対し使用骨材の種類について 2017 年にアンケートを実施した。アンケート結果に関して，細骨材および粗骨材それぞれの骨材の産地の内訳を図 4.3 に示す [20)]。細骨材は約 5 割，粗骨材は約 4 割が大分県から供給しており，大分県から移入されている骨材は石灰砕砂および石灰砕石ある。大分県以外では福岡県（海砂や石灰石）や広島県（粘板系砕石・砕砂）からである。上述のように愛媛県の砕石事業所は 1~2 週間で骨材の供給が可能と想定されるが，南海トラフ地震が発生した際に他県から骨材の供給状況は骨材の地元の被害状況や交通網の復旧状況に関係する。そこで，南海トラフ地震の影響を受ける可能性が高く，骨材を多く移入してい

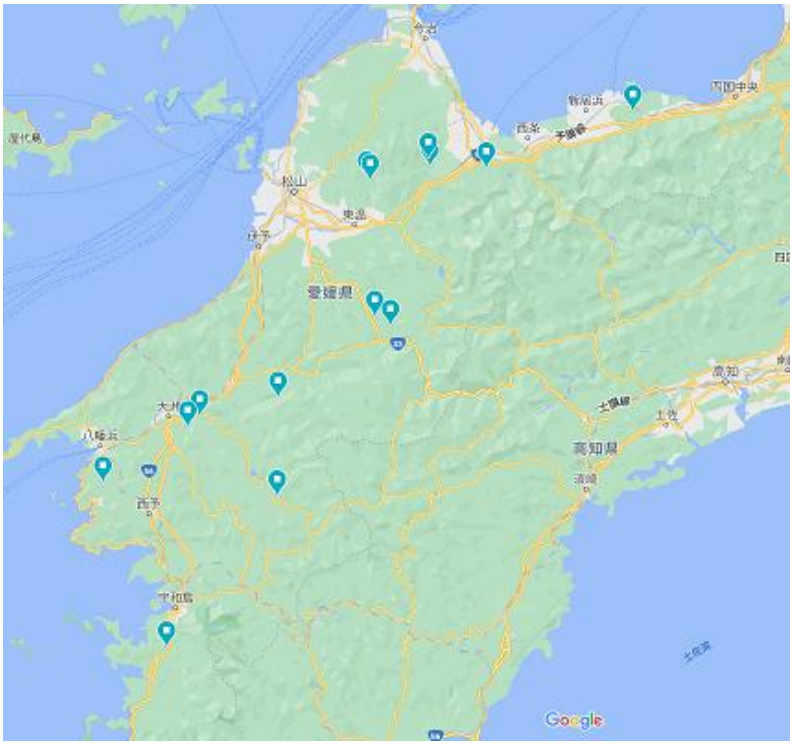


図 4.2　愛媛県の砕石事業所の立地

図 4.3　愛媛県の生コンクリート工場の細骨材および粗骨材の産地

る大分県に着目して，愛媛県と大分県の両方の港湾の復旧が完了していなければ骨材の供給ができないので，それぞれの港湾の復旧時期について検討する。愛媛県で骨材の供給で利用している港は松山港，宇和島港，移入先の大分県では津久見港であるのでこれらの港の復旧時期について調べる。

・東日本大震災での港湾施設の復旧について [21)]

東日本大震災では，東北地方太平洋側の重要港湾，八戸港，釜石港，大船渡港，相馬港等では津波により防波堤が倒壊した。また，石巻港，仙台塩釜港，小名浜港では地震外力と液状化による岸壁のはらみ出し，エプロンの陥没などが発生した。さらには港全

体が沈下し施設機能が損なわれている外郭施設や係留施設なども数多く存在した。岩手県と宮城県の港湾では航路啓開作業は発災後 4 日～8 日で着手し，救援物資の第 1 船入港日は発災後 5 日～15 日であった。また，その後，一般利用に向けた復旧を進められ，宮城県では約 1 か月後にフェリーによる通常荷役や完成自動車の出荷が行われ，港湾物流が再開している。

・松山港の復旧時期

松山港で，松山港事業継続計画（松山港港湾 BCP）より愛媛県が策定した「愛媛県地震被害想定調査（第一次報告及び最終報告）」[22]においては南海トラフ地震を想定している。松山港の最大震度は 6 強以上，津波の高さは 3.8m，臨海部は極めて液状化が高いと想定している。南海トラフ地震時には，発災後 72 時間後から緊急物資輸送が可能となる。被災箇所の点検や応急復旧を行いながら，企業物流輸送は発災後 2 週間後から順次

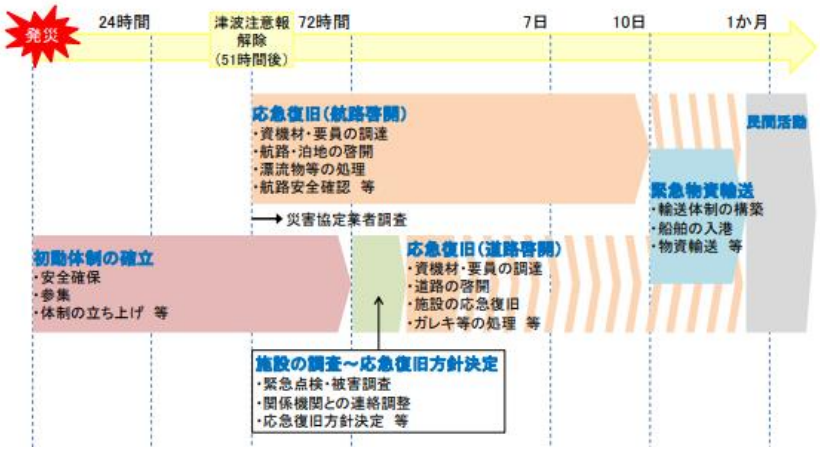


図 4.4　宇和島港の復旧までのフロー

活動を再開すると想定していることから，骨材の取り扱いも発災後 2 週間後からになると思われる。

・宇和島港の復旧時期

宇和島港でも，南海トラフ地震を想定した宇和島港 BCP 基本方針を策定している [23]。宇和島港の最大震度は 6 強，津波の高さは 6.5m，臨海部は極めて液状化が高いと想定している。南海トラフ地震時には，発災後 72 時間まで安全確保や体制の立ち上げなど初動体制を確立し，緊急点検や応急復旧をしながら，発災後 11 日目から緊急物資輸送が可能となるよう策定している。企業物流輸送は 12 日以降に住民生活に直結するエネルギーの維持や離島航路の回復を行い，岸壁の被災状況やその岸壁に利用する企業の被災状況や業務復旧見通し等を考慮して検討するとしており，骨材の取り扱いも 2 週間以降になると考えられる。図.4.4 は宇和島港の復旧までのフローを示す。

・津久見港の復旧時期

津久見港では，2012 年 8 月に内閣府が公表したモデルケース 11 の南海トラフ地震を用いて津久見港港湾 BCP を策定している [24]。津波の高さは 5.26 メートルを想定している。なお，津久見市の震度は 5 強を想定している。策定された BCP によれば，応急復旧を行いながら，発災後 3 日程度から緊急物資輸送が可能になるよう想定している。その後，点検・応急復旧を続けながら 11 日～1 か月程度で企業物流活動が可能となるよう想定している。津久見市の石灰石採取事業者に対して南海トラフ地震後の骨材の出荷について調査したところ, 津久見港港湾 BCP 連絡協議会に津久見鉱山会が委員として参画しており，回答があった事業者からは早くて 10 日から仮操業を想定し，通常操業は 45 日を想定していた。

以上のことから，東日本大震災の際に，仙台塩釜港の塩釜港区において津波浸水高さが 1.7m～4.9m で，仙台港区において津波浸水高さが 5.2m～7.6m であり，企業物流輸送の開始が塩釜港区で発災後 24 日後，仙台港区で発災後 34 日後であった。まったく同じ条件ではないが，このことを基準にすると，松山港は 2 週間，宇和島港は 1 か月，津久見港は 3 週間程度で企業物流輸送が再開すると想定される。

第 5 章

5.1　BCP 策定の目的

BCP を策定すると，企業が災害時や事故にあった場合でも重要な業務が中断しないことや，万一中断した場合でも目標復旧期間内に重要な業務を再開させることによる早期復旧を可能とする。

BCP を策定していない場合は図 5.1 のように BCP 導入済の場合と比較すると大きく操業度が異なる [25]。よって復旧自体が遅れ，事業縮小や廃業につながる可能性がある。

そこで第 5 章では，今後 30 年以内の発生確率が 70~80%とされている南海トラフ地震では大きな被害が出ると危惧されており，愛媛県にも甚大な影響が及ぶことが想定されている．しかしながら，愛媛県の生コンクリート工場では BCP を策定している工場がほとんどない。そのため，愛媛県の生コンクリート工場の BCP を策定して，事業継続に向けて事前に準備する必要があることから，BCP を策定するためにそれぞれの業務の復旧期間を明らかにし，より早く生コンクリート工場を復旧するための検討を行う。

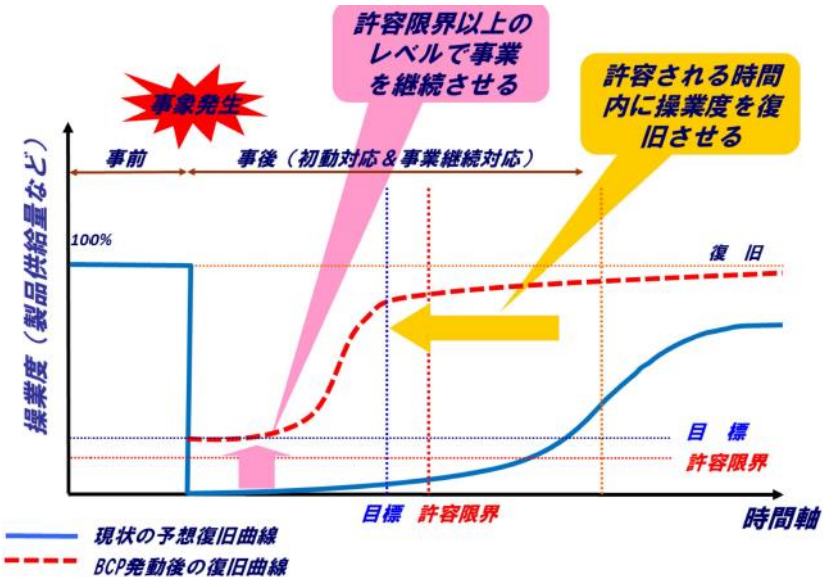


図 5.1　BCP の概念

5.2　東日本大震災と西日本豪雨で被災した生コンクリート工場の復旧期間

ここでは東京商工会議所版 BCP 策定ガイドを参考にして [26]，生コンクリート工場が被災してから復旧するまでを次のプロセスとした。

安否確認 ⇒ 瓦礫処分 ⇒ 機械設備復旧 ⇒ 試し練・認証等 ⇒ コンクリート出荷

第 2 章での A~I 工場のそれぞれの工場の復旧までのデータを基に，各プロセスの期間を

記入した復旧までの業務プロセス図以下の図 5.2～図 5.10 に示す。

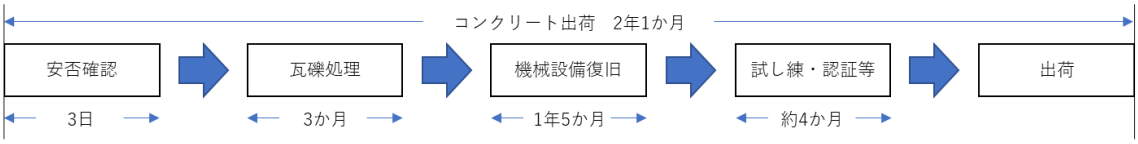


図 5.2　A 工場の復旧までの業務プロセス図

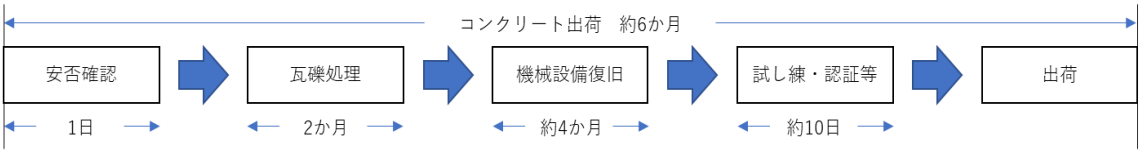


図 5.3　B 工場の復旧までの業務プロセス図

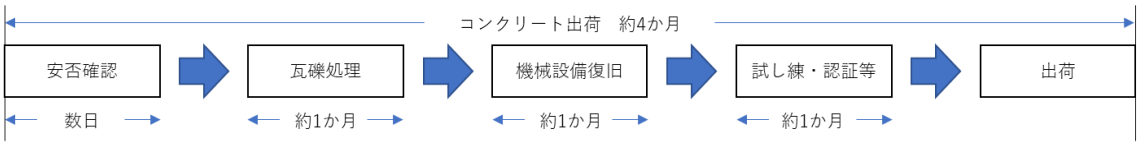


図 5.4　C 工場の復旧までの業務プロセス図

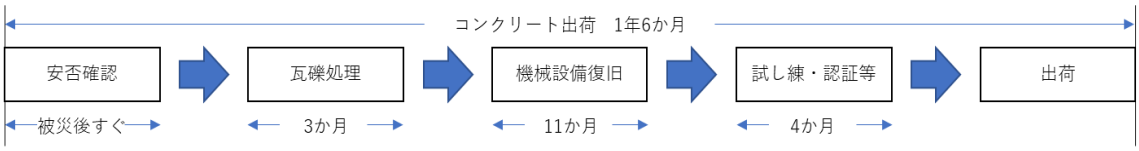


図 5.5　D 工場の復旧までの業務プロセス図

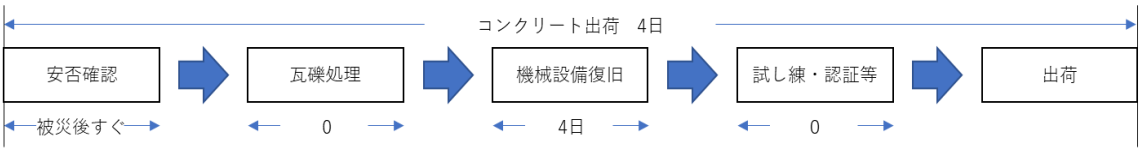


図 5.6　E 工場の復旧までの業務プロセス図

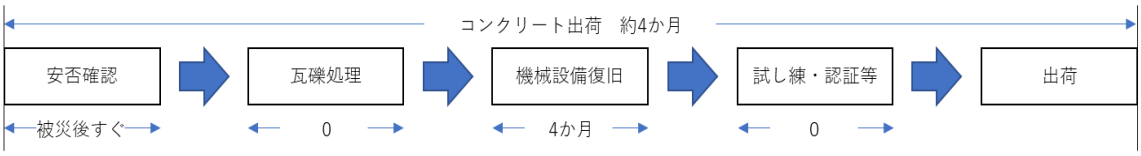


図 5.7　F 工場の復旧までの業務プロセス図

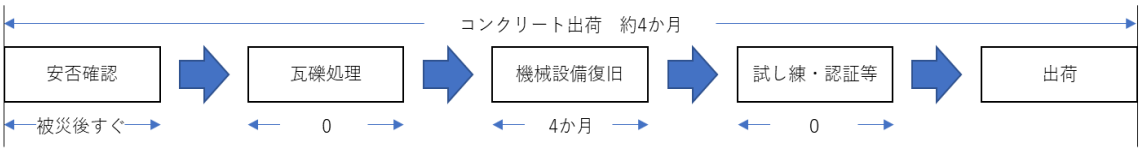


図 5.7　F 工場の復旧までの業務プロセス図

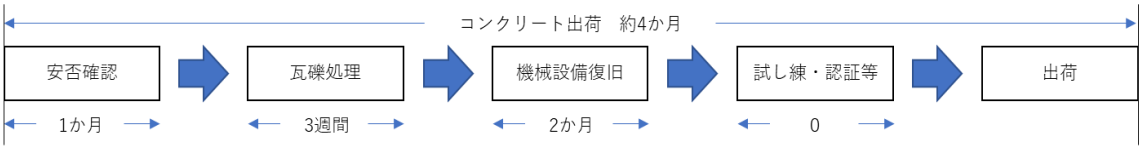


図 5.8　G 工場の復旧までの業務プロセス図

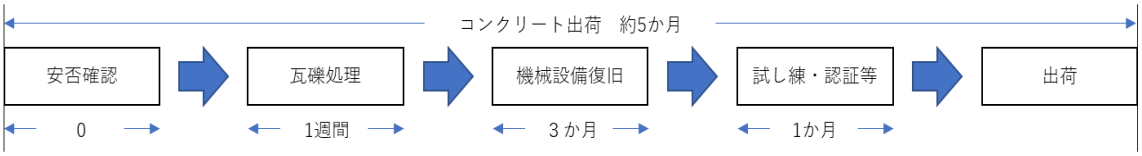


図 5.9　H 工場の復旧までの業務プロセス図

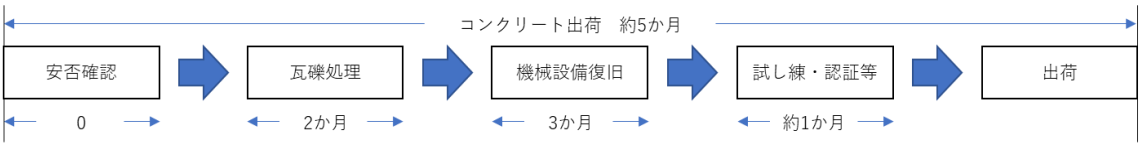
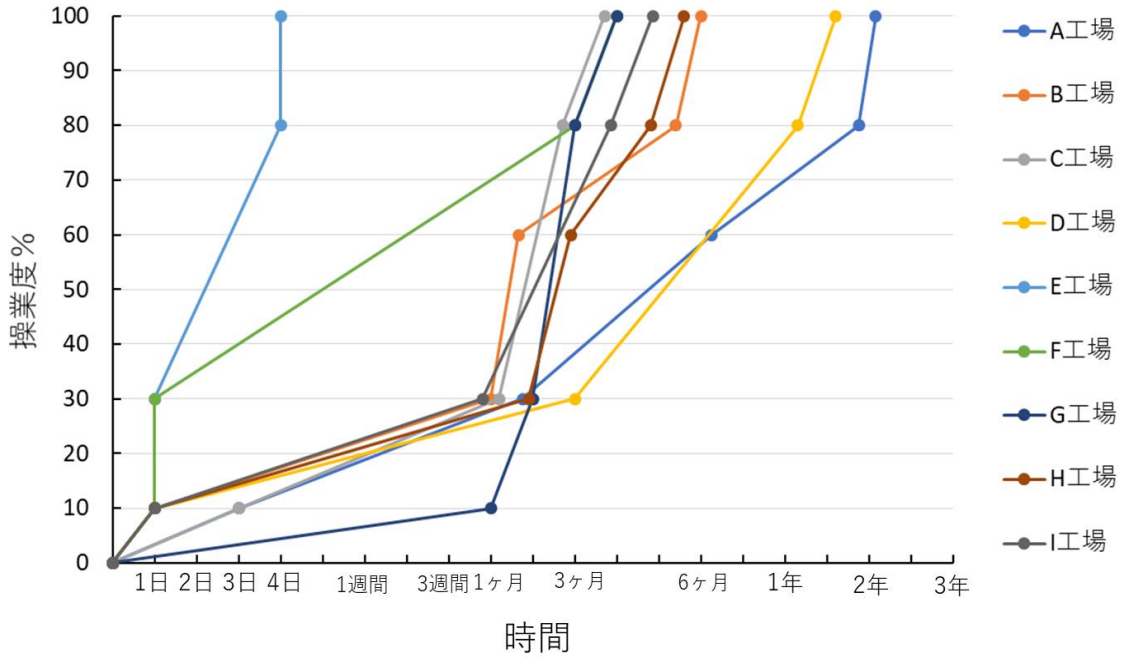


図 5.10　I 工場の復旧までの業務プロセス図

さらに，図 5.2～図 5.10 の結果を用いて，図 5.1 に示した時間と操業度の関係である復旧曲線を作成する。縦軸の操業度は上記の各プロセス間を 4 段階とした。ここでは，安否確認が終われば操業度 10%とした。瓦礫処理は操業度 20%とした。ただし，その後の機械設備復旧は瓦礫処理と並行して行われた場合もある。プラント，ベルトコンベア，サイロなどの機械設備復旧は 50%とし，実プラントでの試し練や JIS 認証の申請からコンクリート出荷までを 20%とした。横軸は各プロセス間の期間を累積したものとする。A 工場～I 工場の復旧曲線を図 5.11 に示す。なお，横軸の時間は等間隔ではなく，東京商工会議所版 BCP 策定ガイドを参考に期間が長くなると間隔を狭くしている。

図 5.11 において，A 工場は骨材サイロの建て替えのため，D 工場は新たに移転したため，機械設備等の復旧までの期間が長くなったため，復旧までに 1 年以上を要している。この 2 工場を除けば全ての工場において 6 か月以内で復旧している。そこで，図 5.12 は A 工場と D 工場を除いた復旧曲線である。なお，横軸の時間は等間隔としている。瓦礫処理期間は捜索関係や瓦礫の量および瓦礫処理条件によって変わってくるが，多くの工場において 1 か月程度で次のプロセスに移行している。次に機械設備の復旧に関しては，

機械の損傷の程度と交換部品あるいは新しい機械の納品期間によって復旧までの期間が異なってくる。今回の調査においては早い場合で約１か月，遅い場合で約４か月の期間を要している。震度が 6 弱で津波の影響がなかった E 工場ではほとんど被害が出ておらず，電気が復旧すると同時にコンクリート出荷ができる状態となっていた。H 工場も津



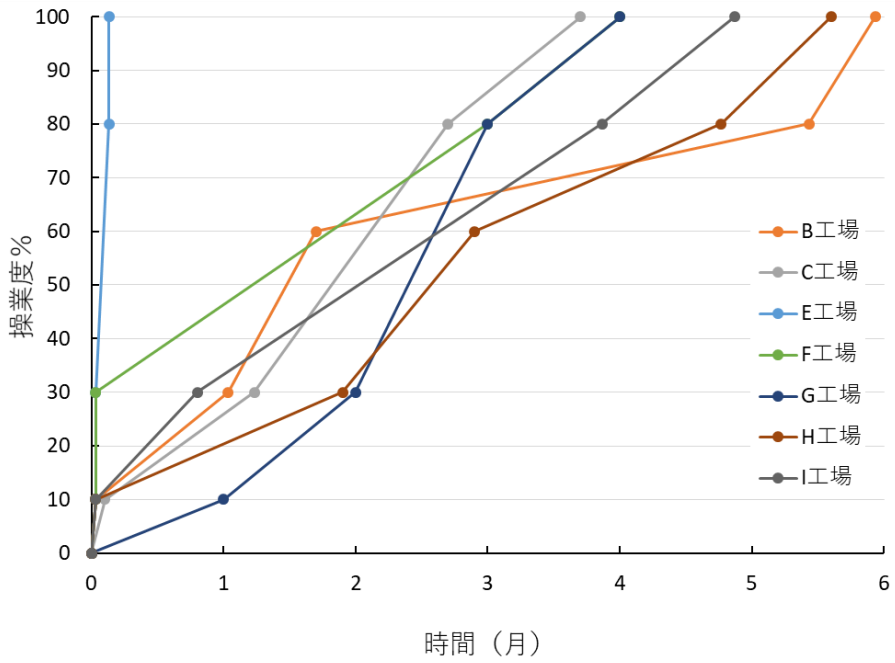


図 5.12　A 工場と D 工場を除いた生コンクリート工場の復旧曲線

波の影響は無かったが液状化によりセメントサイロが倒壊したため，機械設備の復旧までは約 4 か月を要しているが，プラントの復旧を始めてから 1 か月弱でプラントでの試し練が実施できている。JIS 認証の審査期間に関しては，約 1 か月程度要し，この期間を短縮することはできない。瓦礫処理と機械設備と 2 つの復旧プロセスに関して，瓦礫処理は津波による瓦礫の量や処分場の位置関係に関係し，このことは工場で事前に対応することはできないと考えられる。従って，事前の対策としてできることは機械設備の耐震化である。

5.3　愛媛県の生コンクリート工場の復旧期間

以上の結果を踏まえて，南海トラフ地震が発生した場合に，愛媛県の生コンクリート工場においては以下の 3 つの被害とそれによる復旧パターンが考えられる。

Ⅰ：3m 以上の津波 and/or 震度 6 強の地震 and/or 液状化 PL 値 15 以上の場合
Ⅱ：震度 6 弱以上 and/or 液状化 PL 値 15 以上の場合
Ⅲ：震度 6 弱以上 and 液状化 PL 値 15 以下の場合

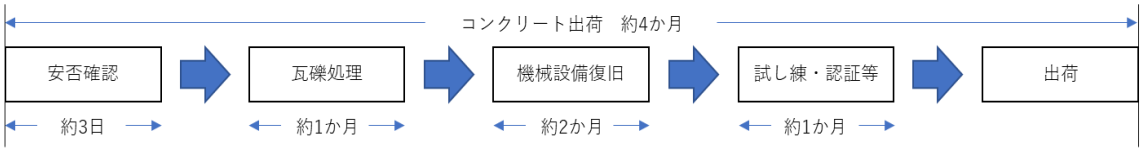


図 5.13　Ⅰの場合の工場の復旧までの業務プロセス

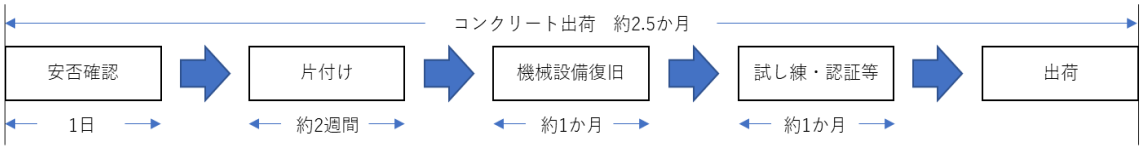


図 5.14　Ⅱの場合の復旧までの業務プロセス図

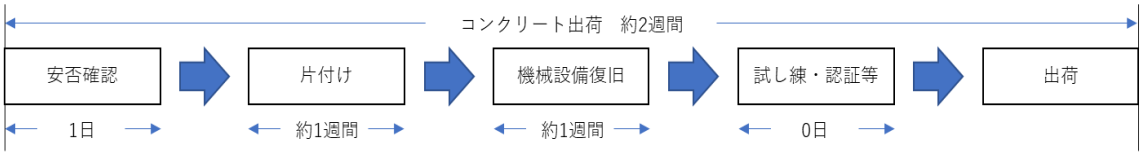


図 5.15　Ⅲの場合の復旧までの業務プロセス図

Ⅰの場合は，津波が 3m 以上，震度 6 強そして PL 値 15 以上が 3 工場，津波が 5m 以上で震度 6 弱以上（PL 値 15 以下）が 4 工場の，計 7 工場である。Ⅱの場合は 28 工場で，Ⅲの場合は 20 工場である。

Ⅰの場合には復旧までに約 4 か月要すると推定されるが，キュービクル式高圧受電設備や事務所などを高いところにおいておくことやベルトコンベアのような特注設備は耐震化しておけば復旧が早くなり，反対に事前に対策を取っていないとさらに復旧に時間がかかることになる。ⅡおよびⅢの場合は設備の耐震化や液状化対策を事前にやっておけば復旧時間は大幅に短縮できると考えられる。

以上のことから，愛媛県の生コンクリート工場では予め対策を施しておけば大部分の工場において，早期に復旧できると考えられる。そして，セメントや混和剤の供給はコンクリートの出荷時期に影響を及ぼさないと考えられる。しかしながら，県外の骨材を使用している工場では港が復旧するまでの 1 ヶ月前後は骨材の供給が滞り，工場は復旧していてもコンクリートの出荷ができないというリスクが伴うと考えられる。

5.4　災害復旧における砕石事業所の役割

以下は東日本大震災において，自治体あるいは公共団体から，災害復旧に関する災害支援および骨材依頼あった砕石事業所数を示す[19]。なお，技術支援と骨材依頼とが重複する事業所もある。

岩手県　災害支援：7 事業所（23%）　骨材依頼：7 事業所（23%）
宮城県　災害支援：8 事業所（31%）　骨材依頼：16 事業所（61%）

宮城県は骨材依頼の件数が多く，上述の震災後の増産の結果と対応している。さらに災害支援があった事業所は増産した事業所とも対応しており，被災地に近い事業所が災害復旧に対応したことが分かる。災害支援の内容は道路の復旧および瓦礫の撤去が大部分であった。なお，1 事業所あたりの重機などの貸出し可能数の平均は 1 台であり，あまり多くない。これはダンプなどの輸送用重機を所有する事業所が少ないことと，バックフォーなど鉱山用の重機が土木用より大きく，事業所外に貸出しできないことも影響していると思われる。骨材依頼については道路用が最も多く，さらに港湾や鉄道用など輸送関係の復旧に，そして仮設住宅用に多くの骨材が使用された。なお，瓦礫処理において，支援可能な事業所数は以下のとおりであった。

	瓦礫破砕	瓦礫洗浄	瓦礫仮置き
岩手県	6 事業所	1 事業所	7 事業所
宮城県	3 事業所	1 事業所	4 事業所

以上の東日本大震災における岩手県および宮城県の砕石事業所の被災，復旧および災害支援の状況を参考にして，愛媛県の砕石事業所の大規模災害時の対応について検討する。想定される災害は南海トラフ地震であり，愛媛県全域で震度 6 弱から震度 6 強（一部では震度 7 の可能性もある）の強い揺れになると想定されています。また，南予沿岸

においては 5.0m～10.0m の津波の来襲が想定されている。愛媛県の砕石事業所の所在地を考慮すれば，津波による直接の被害は少なく，揺れによる被害が想定される。しかしながら，岩手県や宮城県での状況から，事業所の操業復旧に長期間を要する被害は少ないと考えられる。砕石は生コンクリート工場への骨材の供給に加えて，直接，応急復旧工事には欠くことのできない資材である。宮城県への訪問調査においても，被災 3 日後に砕石供給の依頼があった事業所もあったことから，愛媛県の砕石事業所も早期の操業復旧できるよう設備などの耐震対策を行っておくことが必要である。また，東日本大震災では被災地に近い事業所だけが災害復旧に対応したことから，もう少し広域的に支援できる体制を検討すべきとの指摘もある。さらに，大規模災害時の復旧における砕石事業者の役割を明確にするためにも愛媛県あるいは愛媛県建設業協会と災害時協定を締結する必要があると考えられる。宮城県砕石協会では既に宮城県建設業と災害時協定を締結しており，災害発生時の情報交換，資材，物資，機材，労力についての相互支援を取り決めている。また，宮城県建設業協会が宮城県と災害時協定を締結しており，これにより災害復旧時には宮城県砕石協会も県からの燃料供給を優先的に受けることができるとのことである。さらに，復旧の砕石供給に加えて，瓦礫の仮置きや破砕の瓦礫処理や復旧工事に用いる資材や機材の仮置き場など復旧に貢献できる事項を明確にして砕石事業者の社会的地位向上につなげる必要がある。

第 6 章

6. まとめ

本研究では，東日本大震災で被災した岩手県および宮城の生コンコンクリート工場および西日本豪雨で被災した愛媛県の生コン工場の被害をまとめ，復旧までの過程を調査した。そして，南海トラフ地震が発生した際の愛媛県のハザードマップなどを参考にして生コンクリート工場の被害および復旧までを想定し，生コンクリート工場の早期の復旧について検討した。本研究で得られた知見をまとめると以下のとおりである。

① 生コン工場の被災から復旧までの調査結果から，機械設備の復旧が最も期間を要することが確認できた。また，機械設備の復旧と瓦礫処理が復旧までの期間が長い工場と短い工場との差が大きい。瓦礫処理は予めの対策が取れないが，機械設備や建物に耐震・津波・液状化の対策を取っておくことにより，被災から復旧までの期間を短くすることができる。地震や津波の被害が想定される愛媛県の生コンクリート工場では，被災しても約 4 か月かそれより早く復旧すると推察される。

② 愛媛県の南海トラフ地震の被害は東日本大震災と比較して，地震は同程度であると想定されているが，津波の被害が想定される工場は数工場のみである。よって，津波の被害が小さいと想定される生コン工場は，約 2.5 か月で復旧できると推察される。さらに，地震と液状化の対策をしっかり施すことで早期復旧が可能となり，停電が想定されるが 2 週間前後で復旧すると考えられる。

③ 南海トラフ地震で被災した場合，生コンクリートの材料であるセメントは隣接する香川県や広島県から供給が可能である。混和剤の供給も滞ることはないと思われる。骨材については，愛媛県の砕石事業所の被害の程度は大きくなく，早期に供給が可能であるとは想定される。ただし，県外から移入している骨材に関しては，例えば，石灰石骨材を取り扱っている大分県津久見港は約 3 週間で復旧することが想定され，荷揚げすることができる愛媛県松山港は約 2 週間，宇和島港は約 1 ヶ月，復旧に要すると考えられることから，県外の骨材を使用している愛媛県の生コンクリート工場では工場自体が復旧しても骨材の供給が遅れるリスクがある。

④ BCP を導入している事業と BCP を導入していない事業と比較すると当然であるが，大きく操業率が異なる。愛媛県の生コンクリート工場の BCP の導入に関しては，多くの工場において耐震対策や液状化対策の実施の有無が早期復旧に大きく影響することが明らかとなった。

⑤　南海トラフ地震が発生した場合に，愛媛県の砕石事業所の被害は大きくないと想定される。従って，生コンクリート工場への骨材の供給と共に，道路などの応急復旧工事などへの骨材の供給も大変重要な砕石事業者の役割である。大規模災害時の復旧における砕石事業者の役割を明確にするためにも自治体などと災害時協定を締結する必要があり，さらに，復旧の砕石供給に加えて，瓦礫の仮置きや破砕の瓦礫処理や復旧工事に用いる資材や機材の仮置き場など復旧に貢献できる事項を明確にして砕石事業者の社会的地位向上につなげる必要がある。

参考文献

1) 四国南海トラフ地震対策戦略会議：四国地震防災基本戦略～来るべき巨大地震に備えて～，第 3 回改訂版，2018.6.

2) 内閣府防災担当：企業の事業継続及び防災に関する実態調査結果”，内閣府，2020.3.

3) 小山田哲也，袴田豊，小島利広，磯上秀一：東日本大震災からの震災復旧・復興における生コン業界の対応，コンクリート工学．Vol.56，No.2．pp.139-143，2018.2.

4) 岩手県大槌町：東日本大震災記録誌　生きる証，2019.7.

5) http://sumisumi.cocolog-nifty.com/sumisumi/2011/05/post-2d64.html,

6) https://www.pasco.co.jp/disaster_info/110311/images/map_06.pdf，．

7) 鈴木崇之，佐々木淳，田島芳満，早野公敏：2011 年東北地方太平洋沖地震津波の岩手県南部における被害調査，土木学会論文集 B3(海洋開発)，Vol.68，No.2，I_25-I_30

8) 東日本大震災 震災調査速報会：2 津波の特性と津波による被害，2.3 三陸地域，2011.4. https://committees.jsce.or.jp/report/system/files/2_3_0.pdf,

9) 宮城県：宮城県公式ホームページ本編，第 1 章東日本大震災の概要と特徴 https://www.pref.miyagi.jp/pdf/kiki/01dai1syou.pdf,

10) https://www.city.ofunato.iwate.jp/uploaded/attachment/9461.pdf,

11) https://www.city.rikuzentakata.iwate.jp/shinsai/oshirase/hazard1.pdf,

12) 東北地方太平洋地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第 1 回会合：今回の津波被害の概要，資料 3-2 http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/1/pdf/3-2.pdf,

13) 毎日新聞 2018 年 7 月 20 日　大阪朝刊 https://mainichi.jp/articles/20180720/ddn/002/040/032000c,

14) 愛媛県：愛媛県地震被害調査結果(第一次報告)について，2016.7. https://www.pref.ehime.jp/bosai/higaisoutei/higaisoutei24.html,

15) 岩崎敏男，龍岡文夫，常田賢一，安田 進：地震時地盤液状化の程度の予測について，土と基礎，Vol.28，No.4，p23～29,1980.

16) 内閣府：南海トラフ地震対策検討ワーキンググループ，2013.3. http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_info.html,

17) 吉崎収：東日本大震災の道路の被災状況と復旧への対応，一般財団法人道路新産業開発機構，Traffic & Business，No.97，2011.

18) 国土交通省：東日本大震災を踏まえた緊急提言（データ集），広域的な視点から復旧活動を展開し、早期に輸送路を確保，2011.7. https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01_data01.pdf,

19) 骨材資源工学会震災調査委員会：震災調査委員会調査報告書，骨材資源，通巻 No.174,

pp.63-82，2012.
20) 嶋谷佑海：コンクリート骨材の地産地消による環境負荷量の低減に関する研究，愛媛大学卒業論文，2020.2.
21) 神原晋：港湾施設の復旧について，コンクリート工学，Vol.50，No.1，2012.1.
22) 愛媛県：松山港事業継続計画(松山港港湾 BCP)<概要版>，2017.7.
https://www.pref.ehime.jp/h40500/documents/matuyama.pdf,
23) 愛媛県：宇和島港 BCP 基本方針<概要版>，2017.1.
https://www.pref.ehime.jp/h40500/documents/uwajimakou.pdf,
24) 津久見港港湾 BCP 連絡協議会：津久見港港湾 BCP，2019.2.
25) 内閣府防災担当：事業継続ガイドライン 第三版，内閣府，2013.8.
26) 東京商工会議所：事業継続計画 BCP を作って信頼を高めよう，東京商工会議所版 BCP 策定ガイド，2013.3.
http://www.tokyo-cci.or.jp/file.jsp?id=25789,