

## ＜2＞特定企業を対象とした防災診断システムの開発

### 1. 建屋・設備の地震防災診断

南部世紀夫

#### 1. 地震防災診断の位置づけ

今年度は実際の企業の生産施設を取り上げ地震防災診断を行った。このねらいは企業の防災力向上のためのソフト的な技術の一つとしての地震防災診断の有り方・実施内容・報告方法・費用対効果・その後のフォロー等について検討を行い、より良いものにしていくと同時に、専門家でなくても防災診断ができるような簡易な診断方法の構築のための基礎資料とすることにある。

#### 2. 地震防災診断の概要

##### (1) 目的

建物の構造部材・非構造部材・建築設備・生産設備や家具・什器・OA 機器等の耐震性や被害の程度を定性的に概略把握し、構造部材の耐震診断の優先度の判断や、非構造部材・建築設備機器・生産設備機器等の耐震対策を施すための基礎資料とすることを目的とする。

##### (2) 診断方法

目視による概略外観調査、及び建物管理者のヒアリングに基づいて概略の耐震性と想定される被害の推定を行い、耐震対策項目の抽出を行う。

##### (3) 診断対象

指定された建物や屋外設備（タンク等）について以下の項目に関する耐震性を定性的に概略考察する。なお、いずれも目視で見られる範囲とする。構造部材についてはヒアリング等で定性的に考察する。

- ・構造部材：柱、梁等
- ・非構造部材：天井、フリーアクセスフロア、建具・ガラス、内外装仕上げ材等
- ・建築設備機器：高架水槽、室外空調機器等
- ・生産設備
- ・家具、什器、OA 機器等

##### (4) 診断場所

A 株式会社 B 工場

##### (5) 調査日時

2006 年 3 月 16 日（木） 13:30～17:30

(6) 調査メンバー

愛知工業大学 工学部 都市環境学科 正木和明

愛知工業大学 工学部 都市環境学科 曾我部博之

愛知工業大学 地域防災研究センター 西村雄一郎

清水建設(株) 防災エネルギーソリューション本部 防災ソリューション部 齋藤豊

清水建設(株) 技術研究所 施設基盤技術センター 田村和夫

清水建設(株) 技術研究所 特別プロジェクト 南部世紀夫

清水建設(株) 名古屋支店 開発営業部 内藤克己

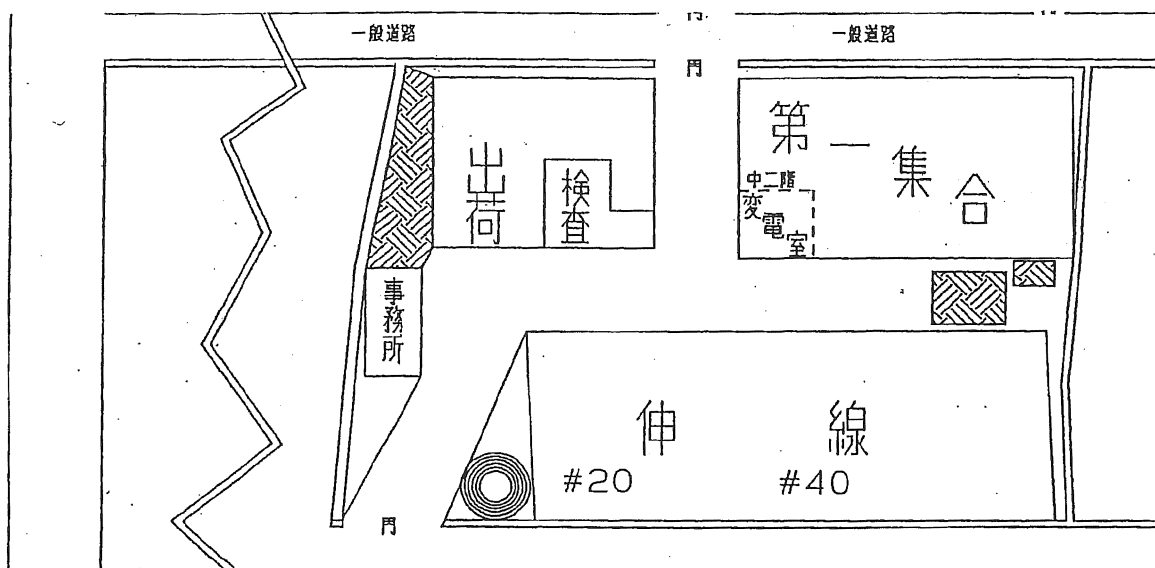


図1 A株式会社B工場 配置図

3. 調査結果

3.1. 工場全体について

(1) 建物全般

ヒアリングによると本工場内の建物は1962年(昭和37年)ならびに1969年(昭和44年)に建てられたものであり、1981年(昭和56年)以前の旧建築基準法(旧耐震基準)に基づき設計されている。震度5程度を想定した中地震に対する設計用地震力については、鉄骨造による平屋建てや2階建ての場合、新耐震基準による設計用地震力と比べて、1階ではほぼ同程度、2階でやや小さくなる程度であり、一般的に中地震に対しては建物の倒壊や崩壊といった大きな被害は生じないと考えられる。

また、現行基準では、震度6強クラスの大地震に対して、人命の安全性確保の観点から保有水平耐力の検討による2次設計が行われているが、この当時の建物は特に検討されていない。このため、大地震に対する建物の耐震性は、現行基準で要求される耐震性能を満たしていない可能性がある。

なお、今回の調査の目視だけでは、経年劣化による鉄骨造の錆や木造の腐食の進行を十分確認できなかった。したがってより詳細を把握するには、耐震診断を行うことが望ましい。

## (2) 避難計画

本工場には地震防災コンソシアムの企業防災端末が設置され、地震の際にはサイレンが鳴るようになっており、さらには毎月の避難訓練も予定されており、適切な対策が施されている。

ただし、当該地で想定されている東海・東南海地震のようなマグニチュード8クラスの大地震では、緊急地震速報による震度や到達時刻の予測精度が通常の地震よりも低下する可能性がある。また、緊急地震速報が間に合わないような直下型地震が発生する可能性は、東海・東南海地震ほど高くは無いものの、皆無ではない。

したがって、そのようなケースも有り得るということを認識した上で、今後も引き続き対策の検討・実施を進めることが望ましい。

## 3.2. C棟

### (1) 構造部材（柱、梁）

ブレースが切断されているところが3箇所以上見られた。ブレースは、建物耐震性を確保するための重要部材である。ブレースが切断、撤去されていれば、本来の耐震性を満たさない恐れがあるので、原状に復旧する必要がある。また、この他にもブレースが切断されている箇所が無いのか、あるいはジョイント部分が劣化していないかどうか確認し、問題があれば補修・復旧する必要がある。



写真1 C棟南面中央部のブレース切断

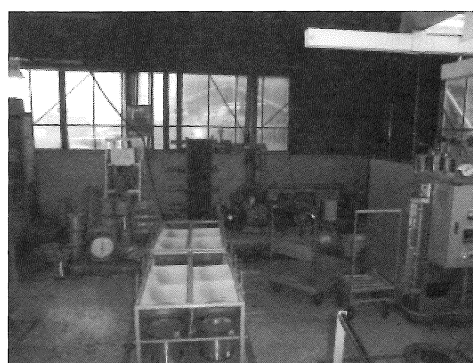


写真2 C棟東面南寄りのブレース切断

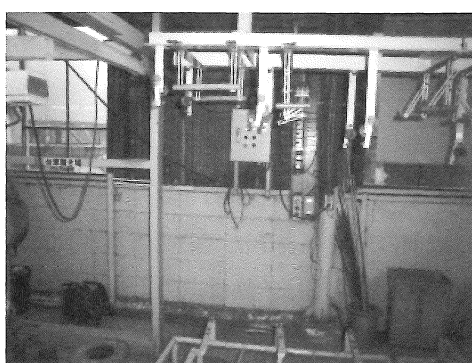


写真3 C棟西面南寄りのブレース切断

### (2) 非構造部材（外装、建具、仕上げ等）

地震時には窓ガラスが割れる恐れがある。特にスチールサッシの窓は、ガラスを固定するパテが硬化しており、地震時にガラスが割れる可能性が高いと思われる。ガラスが割れて飛散すると、散乱したガラスの破片の後始末やシート等による仮復旧が必要となる。アルミサッシに交換すると割れる可能性は小さくなるが、難しい場合にはシールの打ち直しだけでも効果がある。この他、事前に飛散防止フィルムを貼るなどの対策を施しておく、割れても飛散・落下する可能性が減り、復旧作業が軽減される。



写真4 C棟窓ガラス

### (3) 設備機器等

全般的に設備機器がアンカーボルトで固定されていない。ほとんどの設備機器は高さがそれほど高くないので、地震時に転倒する恐れは少ないと思われるが、床上で滑る可能性がある。さらには避難の際の支障や人的被害に繋がる恐れがある。諸事情でアンカーボルトによる設備機器の固定が難しい場合、少なくとも避難経路の両脇に堰を設けて、設備機器が飛び出してこないような措置が必要である。

また、頭より高い位置にはあまり物がないので、落下物等による人的、設備的被害の恐れはあまり多くないと思われる。

設備機器同士の大部分は滑車等を経由する線材で繋がっているだけなので、地震で設備機器が滑って位置が多少ずれても、生産機能への影響はそれほど大きくないと思われる。

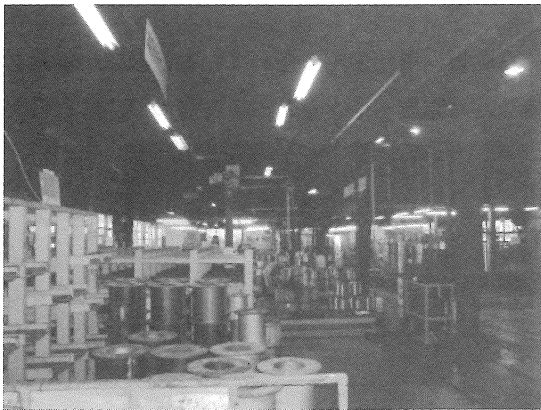


写真5 C棟内の生産設備(1)



写真6 C棟内の生産設備(2)

電熱炉はアンカーボルトで固定されているが、炉内の仕掛品の台は固定されておらず、地震時にはレール上を移動する恐れがある。仕掛品と炉が接触すると問題がある場合には、台を輪止め等で固定すると良い。

また、炉の滑車と枠のレールとで、炉自体が鉛直方向には動くが水平方向には動かないようになっているが、滑車とレールの間余裕が必要以上に大きいと地震時に滑車がレールから外れる恐れがある。確認のうえ、必要であれば間隔を調整すると良い。

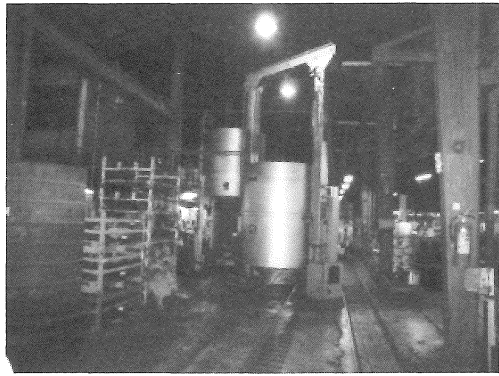


写真7 C棟内の電熱炉

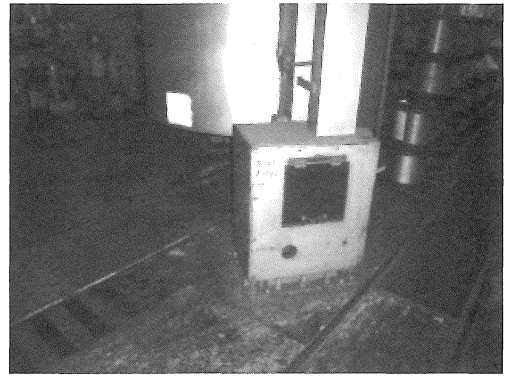


写真8 電熱炉のアンカーボルト

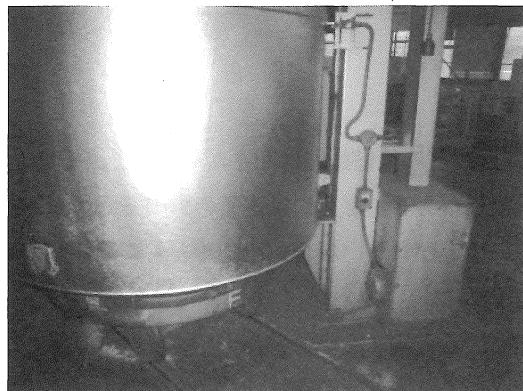


写真9 電熱炉内の仕掛品の台



写真10 電熱炉の滑車とレール

ヒアリングによると自動搬送機の通路が避難路を兼ねていて、自動搬送機が通路を塞いでいると避難が困難と  
のことである。近々生産設備機器の配置を変更して常時通行可能な避難路を確保するとのことなので、早めの実  
施が望まれる。

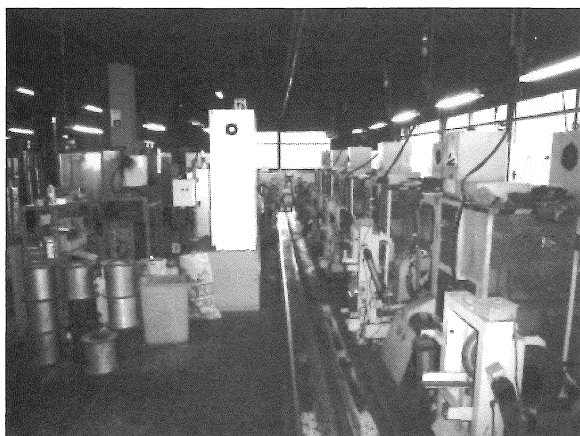


写真11 自動搬送機の通路



写真12 自動搬送機

### 3.3. D棟

#### (1) 設備機器等

概ね前述のC棟と同様の状況にあると見受けられる。

2階の電気室に設置されているトランスのアンカーボルトが確認できなかった。アンカーボルトが無い場合、地震時にはトランスが移動または転倒する恐れがあり、断線等で工場全体の停電に至る恐れもある。アンカーボルトを確認し、無い場合には耐震性を有するアンカーボルトを設ける必要がある。

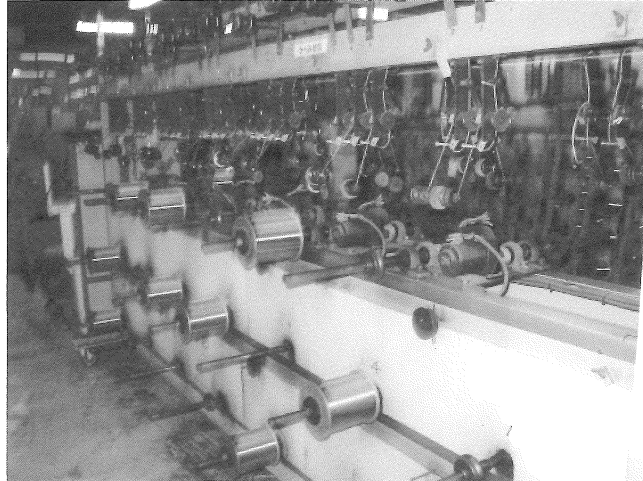


写真 13 D棟内の生産設備

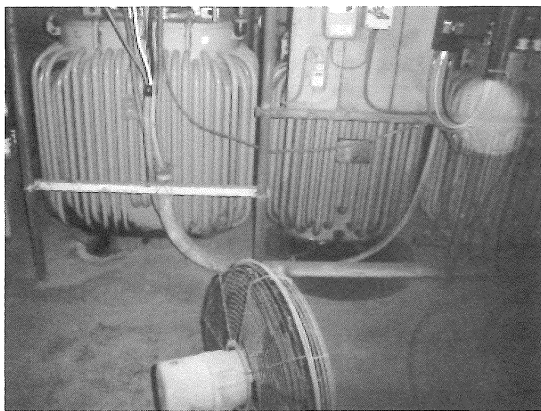


写真 14 D棟2階電気室のトランス



写真 15 トランスの足元

### 3.4. E棟

#### (1) 構造部材（柱、梁）

材料置場にブレースが設けられていないように見受けられる。材料置場が建物の柱に取り付いているので、材料置場の横方向の荷重が直接柱に伝わる状態にある。材料置場に重量の大きい物が載っている状態で地震時に揺れると、建物の柱を損傷する恐れがある。材料置場の下部に2方向のブレースを設けることが望ましいが、ヒアリングによると材料置場を撤去する方向で検討中とのことなので、早めの実施が望まれる。



写真 16 E棟の材料置場



写真 17 材料置場の下部



写真 18 材料置場と柱の取り付け

屋根については、ヒアリングによると雨漏りも無いとのことで、1階から内部を見た限りでは、木造の部材が朽ちている箇所は見られなかった。部材に切り欠きが多いようだが、そのこと自体に問題は無いと思われる。金物については1階からは確認できなかったので、錆びていないかどうか確認することが望まれる。

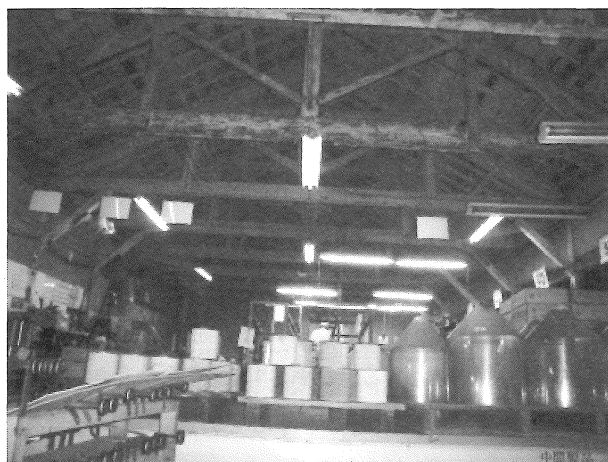


写真 19 E棟の屋根

副資材置場は後から増築された部分と思われる。柱が建屋の梁に取り付いているので、構造的に建屋へ悪い影響を与えていないかどうかの確認が必要である。



写真 20 E棟の副材料置場

### 3.5. 外構・その他

ガスボンベに上下2段にチェーンを掛け、さらに柵を設けていて、適切な対策が取られている。ただし中には、上1段だけにしかチェーンを掛けていないボンベもあったので、これらについては改善が望まれる。また、複数のガスボンベにまとめてチェーンを掛けると、地震時にチェーンに掛かる負荷が大きくなり、切れる恐れがある。個別にチェーンを掛けられるような改善が望まれる。



写真 21 C棟南側のガスボンベ置場

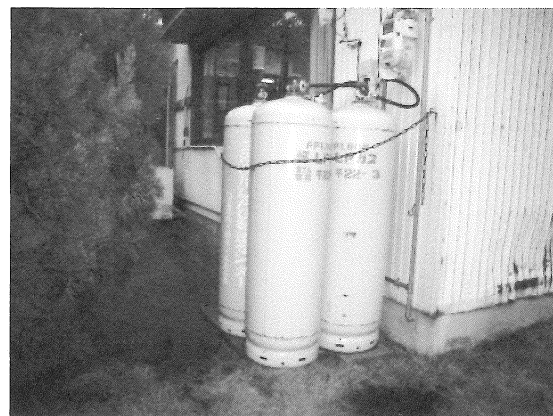


写真 22 事務所東側のガスボンベ置場



クーリングタワーの脚部がかなり錆びており、地震時には転倒の恐れがある。ヒアリングによると近々撤去する予定とのことなので、早めの実施が望まれる。



写真 23 クーリングタワー

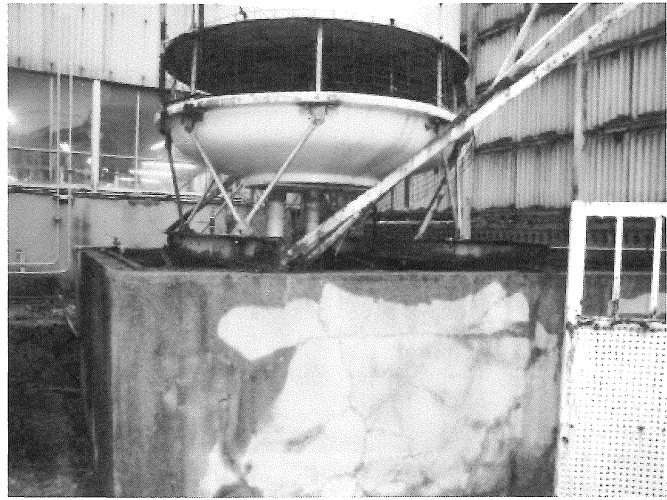


写真 24 クーリングタワーの脚部

隣接家屋との間隔が狭く、火災時には延焼の恐れがある。できれば、耐火性の塀を設けると良い。



写真 25 敷地南側の境界

敷地の西側に長いブロック塀がある。比較的古いものと思われ、現行の建築基準法を満たしていない可能性がある。ブロック塀設置時の図面を確認して配筋状況、基礎形状などを検討し安全性を確認する必要がある。既往の地震被害を見ると、ブロック塀は地震時に倒壊して通行の妨げや第三者への人的被害につながった例がある。安全性が確認できなければ、ブロック塀に補強の鋼材を取り付けるか、敷地内から引っ張りを入れるか、あるいはブロック塀の代わりに軽い材料の塀（例えば、金網のフェンスなど）にすると良い。

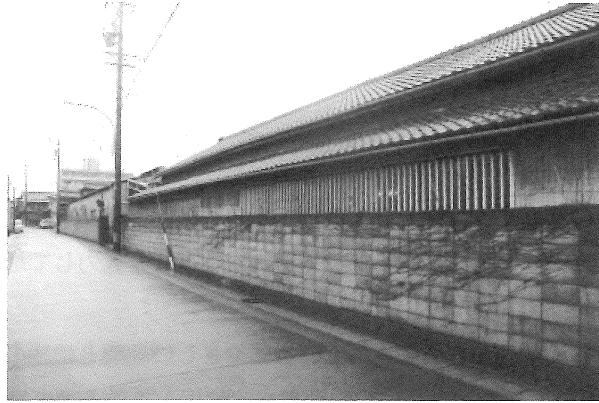


写真 26 敷地西側のブロック塀

以下に、地震以外の点について、いくつかコメントする。

工場の立地する地域一帯は標高が低くなっているため、堤防や防潮堤が地震で被害を受けた場合には、津波が遡上してくる恐れがある。また工場の敷地は地形的には微高地際の窪地にあり、北側と南側には小水路もあるため、集中豪雨時等には付近の下水が溢れる恐れもあるので、水害に対する備えも重要である。

議事録によると毎月避難訓練を行うとのことなので、何ヶ月かに一回は公設の避難場所までの経路も確認すると良い。また工場内には緊急連絡網を掲示しておくが良い。

この他、被災時に町内会長や近隣の方々と連携を取れるように、日頃から良好な関係を保ち、防災についての情報交換をすると良い。

#### 4. まとめ

本工場内の建物は1962年（昭和37年）ならびに1969年（昭和44年）に建てられてものであり、現行の耐震基準を満たしていない可能性がある。個別の建物についてより詳細を把握するには、耐震診断を行うことが望ましい。

その他に、目視に基づいて幾つかの問題点とその対策を述べた。既に対応を検討中のものもあったが、今後も引き続き対策の検討・実施を進めることが望ましい。

本コンソシアムとしては、今回の診断を踏まえて地震防災診断の手法を検討・改良し、特に製造業を中心とした民間企業の防災力向上のためのソフト的な技術の一つとしてより良いものにしていくと同時に、専門家だけでなく防災診断ができるような簡易な診断方法の構築のための基礎資料としたいと考えている。