

構造研究グループ

- 1 次世代型構造性能評価体系の実用化モデルに関する フィージビリティスタディ

Feasibility Study on Future Practical Model of Structural Performance Evaluation

(研究期間 平成 17 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

福山 洋
Hiroshi Fukuyama

喜々津仁密
Hitomitsu Kikitsu

向井智久
Tomohisa Mukai

岩田善裕
Yoshihiro Iwata

国際地震工学センター
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

斉藤大樹
Taiki Saito

The main purpose of this feasibility study is collecting fundamental knowledge for full operation or prompt functional recovery of buildings just after seismic disasters in order to reflect it on the conceptual model of the structural performance evaluation. In this study, the authors considered down time after disasters the fundamental index for evaluating the reparability of the building and summarized the reparability limit states of several types of buildings such as office, factory and hospital according to the index. This study will contribute to the framework of the Business Continuity Plan (BCP) which lots of companies or facilities are recently needed to prepare.

【研究目的及び経過】

近年では、建築物の用途の多様化や内部の高機能化が進み、建築物の所有者等からは安全性や使用性の確保だけでなく被災後の機能維持に対する要求も高まってきている。例えば、商業・生産施設等をもつ事業者が重視する事業継続性の観点に立てば、2004 年新潟県中越地震時に精密機械工場が長期間操業停止しその経営自体が危機的な状況に陥った例があるように、地震等による被災後の業務（操業）停止期間を最低限にするための機能性や修復性の確保も今後さらに重要になるであろう。これに関連して、2005 年 8 月には内閣府中央防災会議から「事業継続ガイドライン第 1 版 - わが国企業の減災と災害対応の向上のために -」¹⁾が公表されており、被災した建築物の復旧見通し等を定めた事業継続計画 (Business Continuity Plan, BCP) が急速に注目を集めているところである。

以上の背景を踏まえて本スタディでは、次世代型構造性能評価体系の実用化検討に反映させるため、建築物の施主や所有者からの要求が高い被災後の機能確保や迅速な機能回復に資する基礎的な知見を収集することを主な目的とした。

【研究内容】

地震直後の建築物が有する事業継続性能を把握するため、被災後の建築物の状態に応じた機能への影響やその修復方法等の検討を建築物用途別に行った²⁾。ここで対象とした用途の種類は以下の 5 つである。

- ・ 事務所
- ・ 生産施設（工場）及び倉庫
- ・ 病院

- ・ 公共建築
- ・ 集合住宅

検討に当たっては、被災後の機能回復までに要する復旧時間を尺度とした共通のフォーマットを用意して整理を行った。さらに、近年の建設業界等のなかでも事業継続の重要性は認識されていることから、建築構造技術者からの事業継続性に関する意見の抽出、事業継続性向上に資する技術開発の具体例の収集も併せて行った。

【研究結果】

(1) 復旧時間に応じたレベルの定義 表 1 に掲げる復旧時間に応じたレベルを、各用途共通の指標として定義する。そして各レベルに応じた建築物機能の損傷状態を構造骨組、非構造部材及び内部仕器それぞれについて明らかにし、機能回復のための修復方法や考慮すべき工学量をまとめた。

表 1 復旧時間の定義及びその根拠

レベル	復旧時間	復旧時間の根拠
T0	-	復旧不要（機能の停止がない）
T1	3 日以内	器材の発注等を伴わない範囲の補修
T2	3 週間以内	器材の発注等は伴うが検討事項のない補修
T3	3 ヶ月以内	比較的簡易な補修工事（改修図等の作成を伴う）
T4	3 ヶ月以上	解決すべき課題を抱える補修工事
T5	-	復旧不能（補修には時間・コストがかかりすぎる）

(2) 復旧時間に応じた建築物機能の損傷状態 以下では検討の一例として、生産施設（工場）を対象とした結果

を示す。事業継続性を考慮すべき生産施設として、以下のいずれかの性格を有する場合を想定した。

- ・ 付加価値の大きな生産施設
設備投資金額が大きい又は製品の付加価値が大きい
ため、地震被害による損失が企業経営に多大な影響を
与える（例：半導体工場等）
- ・ 寡占率の高い生産施設
市場における寡占率が高く他の製品への代替が困難
なため、地震被害による製品供給停止が取引先の企業
経営に多大な影響を与える（例：特殊機器生産施設等）

表 2 に、復旧時間と想定される生産施設機能の損傷状態との関係を示す。施主等の要求に応じた復旧時間内に確実に機能を回復させるためには、構造骨組よりもむしろ非構造部材や生産装置の損傷状態や性能が重要な評価対象となりうる。また、生産施設は配管や生産装置等が複雑に配置されており、温湿度、清浄度や床振動等の制約を受ける場合もあるため、他用途の建築物よりも復旧工事の物理的な制約が多く、相対的により多くの復旧時間を要すると考えられる。

(3) 今後の課題 以上のフィージビリティスタディを通じて、次世代型構造性能評価体系の実用化を検討するに当たっては、以下に掲げる基礎的な知見や検討すべき課題が明らかになった。次年度以降、これらの結果を踏ま

えて、建築物の事業継続性を考慮した修復性能を評価するための枠組を構築する予定である。

- ・ 既往の地震被害報告等では構造種別ごとの検討や総括が主であったが、建築物の機能や事業継続性に着目すれば、用途種別ごとの検討が必要となる。
- ・ 天井や内装材等の非構造部材や内部什器による人的被害が事業継続に与える影響も大きいため、それらの影響も考慮すべきである。
- ・ 事業継続性評価に資する建築物の損傷の程度をより正確に把握するためには構造骨組だけでなく、非構造部材、内部什器や設備機器等についても、どのような工学量と対応付けるか整理が必要である。
- ・ 損傷状態に対応した復旧時間の定義に当たっては、広域的な被害の復旧やライフライン自体の復旧の考慮の有無等、条件付きの整理が必要である。

【参考文献】

- 1) 内閣府防災担当 企業評価・業務継続ワーキンググループ：事業継続ガイドライン第一版 - わが国企業の減災と災害対応の向上のために - ，2005 年 8 月。
- 2) (社)日本建築構造技術者協会：構造物の地震後の事業継続性および現行設計法の改良点に関する調査 報告書，2006 年 2 月。

表 2 復旧時間と想定される構造骨組・非構造部材・内部什器（生産装置）の損傷状態との関係

レベル		T0	T1	T2	T3	T4
部位等						
構造骨組		無被害	無被害	軽微な被害 弾性範囲で被害が収まる程度	小破	中破・大破 残留変形が残り補強が必要
非構造部材	生産エリア	無被害	無被害	軽微な被害 壁・天井の要補修	小破 壁・天井の要補修	中破 壁・天井の撤去又は取替え
	非生産エリア	無被害	軽微な被害	小破	中破	大破
内部什器（生産装置）		無被害 生産装置の点検不要（微振動観測システム導入部位で、設定振動値以内）	無被害 生産装置の点検後再稼動	軽微な被害 生産装置の軽微な補修	小破 生産装置の要修理・交換・調整	中破 特殊な生産装置が損傷し、交換を要する
要求される構造性能		生産装置の機能が停止せず、製品歩留まりに影響しない応答加速度レベル	生産装置の機能が損なわれない応答加速度レベル 製造エリアの環境保持可能な応答加速度/層間変形レベル	生産装置が損傷しない応答加速度レベル	非構造部材や生産装置の損傷が想定被害程度におさまる応答加速度/層間変形レベル	建築物が崩壊・倒壊しないレベル
施主や所有者からの要求事項		点検なしで操業継続可能	点検後ただちに操業再開可能	インフラ（電気・ガス・水）復旧後操業可能	薬液の漏洩による施設内外汚染の防止	生命の安全及び避難経路の確保