

耐震性能に立脚した既存 RC 建物のライフサイクルコストに関する研究

中田慎介
岡島浩平

1. 序

2004 年 1 月に日本建築学会より「鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)」が刊行された。ここには、鉄筋コンクリート造建物の耐震性能を損傷度 I から V の 5 段階に分けてメニュー化するという新しい概念が示された。建物が地震動を受け損傷した後、継続して使用するためには、損傷度に応じた補修が必要となる。この補修コストが予想外に膨大な金額となり、消費者の頭を悩ませる問題になりかねない。地震後の補修コストを低減させるためには、地震による建物の応答量を小さく制御する必要がある。施主側の理想とする建物の要求性能を施工側が十分に把握し、適切な施工を行う必要がある。また、近い将来、巨大な地震が発生するとされており、既存建物に何らかの対応が求められると考えられる。地震時に建物の応答量を低減させるための有効な手段として、建物の基礎や柱頭を免震化する方法や、ブレースを用いた耐震補強等の策があるが、どの手法にもメリット、デメリットが混在する。本研究では、1つの建物のライフサイクルコストに着目し、特に地震被害における損傷補修コスト、工事期間中の建物使用者の営業損失コストも含めた展開を試みた。

2. 目的

免震・耐震・制震のどの手法を選択するかによって補強コストが変動する事から、施工側は、高コストな「免震」を施主側に選択してもらいたいと考える。免震化すれば応答量は低減し、補修費用は必要なくなるが、初期投資が大きくなる。そこで、建物の運用期間や地震発生 の 時期、要求性能、建物のライフサイクルコストを考慮し、実際の既存 RC 造建物を対象として、施主側が自己のニーズに最も即した手法を選択できるための方法を考え、提案する事を本研究の目的とした。

3. 対象建物

本研究での対象建物は、高知県内に実在する既存 RC 造建物であり、1960 年代に施工されたものである。この建物は地上 5 階、地下 2 階の商業施設であり、1 階から 2 階にかけて大きな吹き抜けがある。また、X, Y 方向共に耐震壁が偏在し、耐震的にアンバランスな構造で、地震時の応答では振れ崩壊型になる。この振れが、対象建物に何らかの措置が必要となる大きな要因となっている。以下に対象建物の平面図の概要を示す。

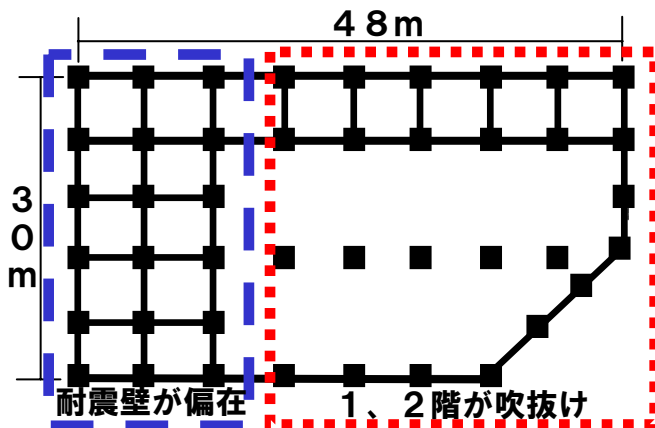


図1 対象建物平面図

4. 応答結果

対象建物を質点系に置換し、動的応答解析を行った。その結果 ELCEN-NS 波の L2 を入力した場合、最大層間変形角が Y 方向で 1/109 となり、修復可能な損傷度 II に相当する結果となった。しかし、今回解析を行ったソフトでは X, Y 両方向についてのみの質点系応答解析であり、振れを考慮できなかった。振れを考慮した場合、応答は更に大きくなると考えられ、崩壊の危険性も高くなる。以下、表 1 に層間変形角に対応する損傷度、被災度の設定を示した。

表 1 層間変形角に対応する損傷度、被災度の設定

損傷度	状態	被災度	層間変形角	補修費用(円/㎡)
I	使用	無被害または軽微	1/200	~10000
II	修復1	小破	1/100	10000~29000
III	修復2	中破	1/75	29000~60000
IV	安全	大破	1/50	建て替え
V	-	崩壊	-	

5. 建物のライフサイクルコストの考え方

近年、建設の初期投資を抑えるのではなく、建物の一生を考えたライフサイクルコスト（建設費＋修繕更新費＋保守費＋運転費＋解体費＋企画設計費）を抑える概念が重要視されてきている。なぜなら、建物の一生をおよそ 50 年とした場合、初期投資である建設費は 30%前後、残りの 70%が建物の維持管理費となる為、初期投資を抑えても、その後に発生する改修・維持・管理にかかる維持管理費用の増加に繋がる事になりかねない。以下図 2 にライフサイクルコストの経年支出の概念及び、図 3 として工事種別修繕・更新費比率を示す。

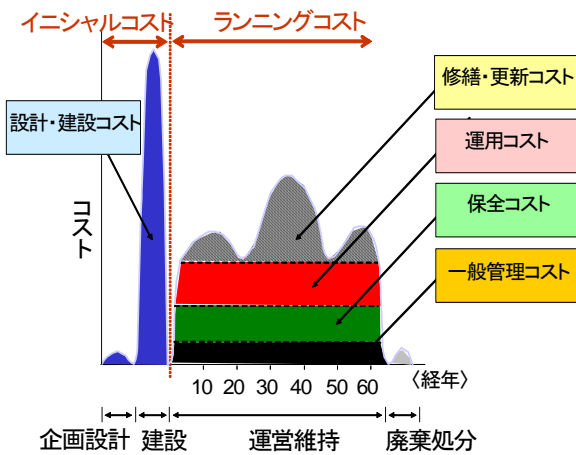


図 2 ライフサイクルコストの経年支出

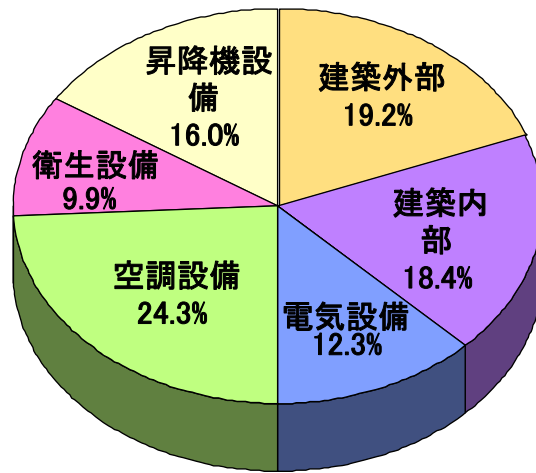


図 3 工事種別修繕・更新費比率

6. ライフサイクルコストを考慮した耐震性能の向上

建物を建設するにあたり、施主側が最も着目する点が、建設工事費や部材費を総合した初期コストであると考えられる。この初期コストは要求性能を高めるほど大きくなり、施主側の予算との兼ね合いが大きい。しかし、1995 年の兵庫県南部地震発生後には、建物の補修コストが予想外に大きく、設計者と施主側の間で耐震性能の相互理解が不完全であった事が問題となった。

既存建物に施す対策として、建物を解体して免震化する場合と耐震補強する場合が考えられる。図 4 は既存建物を耐震改修した場合、及び解体して新築免震する場合のコスト変動を示した。地震発生後、営業を開始するために必要な日数は、インフラの復旧を考慮しない場合、建物の損傷度に大きく関係する。免震構建造物では、初期投資は多いものの、地震による損傷度は I 以内に収まり、補修費用が発生しないばかりか、営業停止日数を考慮する必要がなくなる。逆に、耐震補強する場合は、補強コストは免震化と比べ安価となるものの、地震後の補修費用が発生し、補修期間に応じた営業停止日数も考慮しなければならない。ここで重要となるのが、耐震補強の場合、初期コストの大小によって、物的損失額・営業損失額が変動する事である。

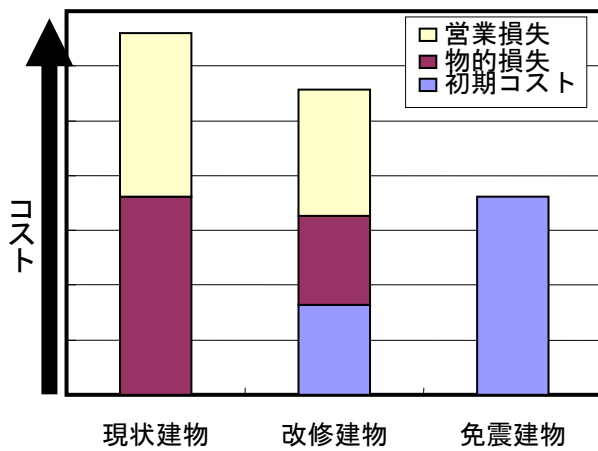


図4 各手法のコスト変動

7. まとめ

- 1) 対象建物は地震時に大きな地震応答となり、耐震補強、若しくは免震化する必要がある。
- 2) 建物のライフサイクルコストから考えると、初期コストは全体の 30%程度であり、建設後に必要なコストが圧倒的に大きい。初期コストを抑える事だけに着目するのではなく、地震後の補修コスト等も十分に考慮し、設計・補強を行うべきである。
- 3) 建築主の立場から既存建物の耐震性能を含めたライフサイクルコストの観点で、そのメニューに応じた選択規範が現在では確立されていない。
- 4) 営業損失・物的損失・初期コストの関係性は非常に高い。耐震補強では、どの程度に補強を行うかによって営業損失・物的損失の割合、大小が変動するため、建物に応じたベストバランスを見出し、対策方法を決定する必要があるため、今後さらに詳細な研究を進めていく所存である。

参考文献

日本建築学会 RC 造建物の耐震性能評価型指針 (案)
RC 構造計算基準・同解説