

兵庫県南部地震における学校建築の被災補修等に関するコスト分析

1100430 原田 竜也

高知工科大学 工学部 社会システム工学科

1995年の兵庫県南部地震で被災した建物の中で、1981年新耐震設計法以前の設計法で建てられた建物は被害が大きかった。今回は、その被害が大きかった建物の中でも学校建築に絞って被害建物調査を行い、面積や工事費から、既存補強費、被災後の補修補強費または新築した場合の費用を兵庫県の資料から割り出し、コスト分析を行うことで、地震発生以前または以後に立てる方策として、よりベストな方策は何かをLCCの立場から検証した。

Key Words : LCC (ライフサイクルコスト) , 新耐震設計法, 学校建築, 被害建物調査

1. 序論

1-1. 研究背景

1995年に発生した兵庫県南部地震建物において、被害の違いが見られた。1981年改正の新耐震基準法によって建築物の強度および靱性が増したものとなっていたが、それ以前の建物は被害が大きかった。そのため事前に耐震補強しておけば損傷コストが低減できるのではないかと考えた。

1-2. 研究目的

今回は、1995年の兵庫県南部地震で被害を受けた、神戸市の1981年以前に建てられた建物、その中でも学校建築いくつかに限り、ある程度被害を受けた建物(中破建物)や、甚大な被害を受けた建物(大破・倒壊建物)を対象に調査を行い、地震発生以前にどのような方策を立てていればLCCの観点から一番経済的であったかを検証することを目的とする。

2. 神戸市学校建築の被災概要

2-1. 仮設校舎について

被災を受けた学校の中には、臨時に仮設校舎を設ける学校があった。一般の仮設校舎は面積が9坪18畳、耐用年限を2年とおき、建設単価は電気・水道設備費用込で一教室240万円にもなる。ちなみに新潟県などの寒冷地となると外溝アスファルトなどの設置により、単価は1.5倍以上に膨れ上がる。

2-2. 学校建築被災概要

兵庫県南部地震では、神戸市立の全345校、2分校のうち、大小何らかの被害を受けた学校は295校、2分校にのぼる。これは全学校の85%にあたる。その概要を表1にまとめた。

表1 平成6年度の神戸市立学校数及び被災校数

校種	校園数	被災校園数	比率(%)
小学校	173	161	93.1
中学校	82(2)	78(2)	35.1
高校	12	12	100.0
幼稚園	71	37	100.0
盲・養護	6	6	100.0
高専	1	1	100.0
合計	345(2)	295(2)	85.5

() 内 分校

神戸市公共建築物震災調査会による構造判定では、校舎の被害は次の結果となった。

- 被害が甚大で建替を必要とする棟

—21校園・27棟

- ・ 建物の主要構造物にあたる柱などの座屈破壊があり、構造補強など大規模改修工事をとまなう棟

—10校園・10棟

- ・ 間仕切り壁、床等に亀裂などがあり中規模程度の改修工事をとまなう棟

—35校園・47棟

—合計50校園(延べ66校園)84棟

3. 調査結果からのコスト分析

3-1. 補修補強工事の計算協定

表2および3は兵庫県南部地震で被災した建物の工事費リストである。表2は中程度の破壊を受けた建物の調査結果であり、小、中学校、高等学校、全9校の構造・階数、建築面積、延床面積、被災補修補強工事費をリストアップし、更に延床面積から事前補強工事費と、もしも新築した場合の費用を算出した。表3は大破・倒壊し建替を要した調査結果であり、小、中学校、全4校の構造・階数と建築面積、延床面積、建替工事費、更に表2と同じく事前補強費もリストアップした。それぞれの既存補強費は8万円/m²、新築費は25万円/m²と想定し、それぞれ延床面積と掛け合わせて算出した。これらの数値は日本建築防災協会及び神戸市役所からのヒアリングで決定した。(計算式: 既存補強費=8(万円)×延床面積(m²), 新築費=25(万円)×延床面積(m²))そして、それぞれの被災補修補強工事費、既存補強工事費、もしも新築した場合の費用の値の比率を求め、コスト分析を行った。

3-2. 中破建物のコスト分析

図2は中破建物の被災補修補強コストの分析結果の比率のグラフを示す。黒色の線(□印)が建築(構造)費、黒色の線(△印)が設備費であり、その費用の合計値(被災補修補強トータルコスト)を黒色の線(○印)で示し、その比率を1と置くことで他の値と比較してみる。本山第2小学校の場合、もしも事前に耐震補強していた場合の比率(紫色と青色の破線)は0.5と、上記補修補強コスト合計の比率と比べるとコストは半分に抑えられる。他の被災し

た学校も、事前に耐震補強をしておけば、全てコストはほぼ半減できることがわかった。また、もしも大破・倒壊し、建物を新築した場合の費用の比率も同図には示されており、この場合は費用合計の比率よりも8校中7校のコスト比率が高く1.0を超えた。このことから、学校建築の更なる耐震性強化の必要性が重要視される。

3-3. 大破建物のコスト分析

図3は大破建物の被災建物建替工事費グラフを示す。御影中学校は、地震後解体して新築となったが建物全体ではなく部分新築なので金額はそれほど大きくない。事前補強を想定した場合は建物全面積を対象としているためこの御影中学だけは工事費が新築に比べて大きくなり、図3のように事前補強コストが新築より大きくなっている。しかし、残りの3校の建替工事費コスト比率(1.0)は事前補強していた場合に比べてかなり高く、紫色の破線(構造躯体のみ)と青色の破線(躯体+設備)の既存補強費(被災前に耐震補強を行った場合)と比べると、コストは半減されている。このことから上記と同様に学校建築の耐震性の強化が更に重要視されてくるであろう。ちなみに仮設校舎が出来上がるまでは学校は休校となり、経済面以外の学校の損失となる。今回はこのような要素は考慮に入れなかった。

は耐震補強などで増加するが、その分ランニングコストが抑えられ、結果トータルでのLCCを小さくすることが可能であることがわかった。

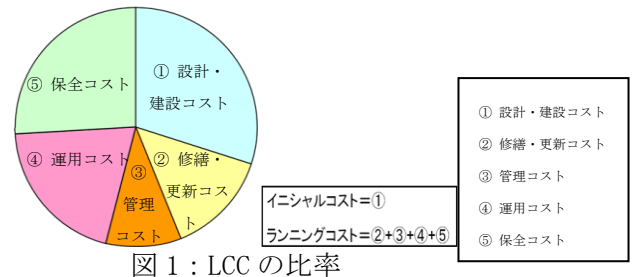


図1: LCCの比率

5. まとめ

兵庫県南部地震で被害を受けた神戸市の学校建物の被災状況をもとに実際にかかった補修補強コストを神戸市から入手し、建物を、もしも地震以前に耐震補強しておいたらそのコストがどの程度であったかについてコスト比較を行い、事前対応のほうがコスト面で有利であることが判明した。

参考文献

- 1) 神戸市都市計画総局課資料
一神戸市建築年報、被災学校園復旧・復興記録集
- 2) BCPについて
<http://www.atmarkit.co.jp/aig/04biz/bcp.html>
- 3) 建築物のLCCとは
http://udit.co.jp/yougo_ta/310_1.html
- 4) 地震と建築基準法
<http://www2s.biglobe.ne.jp/~hirao/zskek.htm#a>

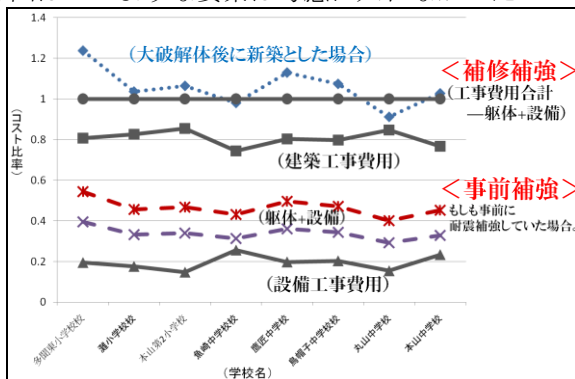


図2 中破建物補修補強コスト比率グラフ

表2 中破建物補修補強工事費リスト

工事名(管理名)	構造・階数	建築面積(m ²)	延床面積(m ²)	被災補修補強工事費(千円)			既存補強工事費(千円)		
				新築	建築	設備	合計	合計(躯体)	合計(躯体+設備)
多摩東小学校	RC-3階	2,405	5,976	149,400 (1.24)	97,325 (0.81)	234,339 (0.19)	120,784 (1.0)	478,080 (0.40)	657,360 (0.54)
淺小学校校	RC-S-4階	2,989	5,688	142,200 (1.04)	113,309 (0.83)	240,209 (0.17)	137,318 (1.0)	455,040 (0.33)	625,680 (0.46)
本山第2小学校	RC-3階	3,362	8,551	213,750 (1.06)	171,585 (0.85)	294,578 (0.15)	201,054 (1.0)	684,080 (0.34)	940,610 (0.47)
鳥崎中学校	RC-4階	1,604	5,051	126,250 (0.98)	95,080 (0.74)	328,667 (0.26)	128,927 (1.0)	404,080 (0.31)	556,110 (0.43)
鷹匠中学校	RC-4階/B1階	2,949	8,108	202,700 (1.13)	144,157 (0.80)	354,021 (0.20)	179,596 (1.0)	648,640 (0.36)	891,880 (0.50)
鳥帽子中学校	RC-S-3階	1,181	3,203	800,750 (0.91)	589,075 (0.85)	1,511,173 (0.20)	746,248 (1.0)	2,562,400 (0.34)	3,523,300 (0.47)
丸山中学校	RC-4階	3,103	7,329	183,250 (1.07)	170,949 (0.85)	306,628 (0.15)	201,215 (1.0)	586,320 (0.29)	806,190 (0.40)
本山中学校	RC-4階	1,769	6,574	164,300 (1.03)	122,735 (0.77)	373,677 (0.23)	160,102 (1.0)	525,920 (0.33)	723,140 (0.45)
須磨高校	RC-4階	3,725	10,161	254,020 (4.43)	462,730 (0.81)	1,108,355 (0.19)	573,565 (1.0)	812,880 (1.42)	1,117,710 (1.95)

4. LCCの支出

建築後60年後を想定した建物のLCCを概算したイニシャルコストは30%と当然ランニングコストのほうが多額となる。しかし、事前に耐震補強を施した場合のLCCを概算してみると、イニシャルコスト

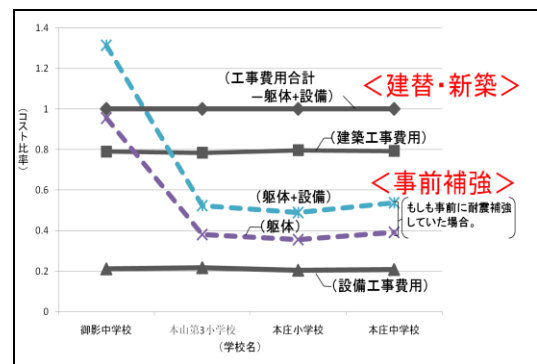


図3 大破建物建替コスト比率グラフ

表3 大破建物建替工事費リスト

工事名(管理名)	構造・階数	建築面積(m ²)	延床面積(m ²)	被災補修補強工事費(千円)			既存補強工事費(千円)	
				建築	設備・その他	合計	合計(躯体)	合計(躯体+設備)
御影中学校	RC-4階	2,738	7,170	474,006 (0.79)	126,377 (0.21)	600,381 (1.0)	573,600 (0.96)	788,700 (1.31)
本山第3小学校	RC-3階	1,557	3,406	560,985 (0.78)	154,843 (0.22)	715,828 (1.0)	272,480 (0.38)	374,660 (0.52)
本庄小学校	RC-4階	3,518	8,623	154,348 (0.80)	394,848 (0.20)	193,832 (1.0)	689,840 (0.36)	948,530 (0.49)
本庄中学校	RC-4階	2,295	7,654	124,136 (0.79)	324,635 (0.20)	156,595 (1.0)	612,320 (0.39)	841,940 (0.54)