

既存補強コンクリートブロック造建物の耐震性能 (その2: CB造建物の地震被害と耐震診断について)

正会員 ○小室 達也*
同 藤本 効*

補強組積造 空洞コンクリートブロック 地震被害
耐震診断 壁量

1. はじめに

前報につづき、CB造建物の構造性能と耐震診断結果について報告する。今回調査した建物は2011年東北地方太平洋沖地震の直前(2009~2010年)に耐震診断が行われていたため、耐震診断結果と地震被害との関係についても考察する。

2. 建物の構造諸元

表-1には各建物の構造諸元を示す。CB造建物の延べ床面積当たりの建物重量は、9.80~11.91(平均10.59) kN/m²となっていて、やや軽いRC造建物(No.7)とほぼ同じ程度となっている。ブロック種別は、現行の種別で表す(1979年JIS改定以降)と、旧A種~B種が用いられている。

学会の規準と比べると、壁厚が不足しているのが、No.4とNo.5の1階である。壁筋は丸鋼から異形鉄筋に規準が改定されたためすべて9φが用いられており、壁筋ピッチはNo.5の2階とNo.6の横筋ピッチが広がっていた。また、ほとんどの建物で、X、Y方向とも壁量を満足していたが、No.5のX方向1階で若干少なくなっている。その他の規定(規模や分割面積など)は概ね満足している。

表-1 建物構造諸元

| 敷地 | 建物No. | 階 | 延床面積 ΣA _r (m ²) | 建物重量 ΣW (kN) | 単位重量 ΣW/ΣA _r (kN/m ²) | ブロック種別 | 壁厚 t (mm) | 壁筋 | 壁量 L _w (mm ² /m ²) | | 壁率 a _w (mm ² /m ²) | |
|----|-------|--------|--|--------------------|--|---|-----------------|-------------------------|--|----------------|--|-------|
| | | | | | | | | | X方向 | Y方向 | X方向 | Y方向 |
| A | 1 | 1 | 604.00 | 6482 | 10.73 | A種 | 150 (150) | 縦: 9φ-400 横: 9φ-400 | 293.3 (150) | 311.1 (150) | 43995 | 46665 |
| | 2 | 1 | 419.11 | 4108 | 9.80 | 旧A種 | 150 (150) | 縦: 9φ-400 横: 9φ-400 | 184.9 (150) | 266.5 (150) | 27735 | 39975 |
| | 3 | 1 | 197.89 | 2131 | 10.77 | A種 | 150 (150) | 縦: 9φ-400 横: 9φ-400 | 202.6 (150) | 340.1 (150) | 30390 | 51015 |
| | 4 | 1 | 108.50 | 1121 | 10.33 | A種 | 150 (160) | 縦: 9φ-400 横: 9φ-400 | 199.8 (150) | 308.2 (150) | 29970 | 46230 |
| B | 5 | 2 | 121.40 | 1193 | 9.83 | B種 | 150 (150) | 縦: 9φ-800 横: 9φ-800 | 173.4 (150) | 192.3 (150) | 26010 | 28845 |
| | | 1 | 278.00 | 3009 | 10.82 | | 150 (190) | 縦: 9φ-400 横: 9φ-600 | 172.9 (180) | 264.0 (180) | 25935 | 39600 |
| | 6 | 1 | 235.00 | 2798 | 11.91 | B種 | 150 (150) | 縦: 9φ-800 横: 9φ-1000 | 191.7 (150) | 198.5 (150) | 28755 | 29775 |
| | 7 | 2 | 132.02 | 1382 | 10.47 | 注) 壁厚及び壁量の括弧内の数値は学会規準の数値を示す。 壁の最小厚さ t ₀ (mm)は、150 かつ h/20、2階建ての1階は190 かつ h/16 壁量 L _{w0} (mm ² /m ²)は、150、2階建ての1階は180 | | | | | | |
| 1 | | 246.00 | 2869 | 11.66 | | | | | | | | |

3. 耐震診断

CB造の耐震診断については、RC診断基準の第1次診断法における評価法(ブロック種別による壁の終局時平均せん断応力度(表-2)や靱性指標Fは1.00とする)が例示されている¹⁾。しかし、RC診断基準に準じて第1次診断法により耐震診断を行うと、簡略的で安全側の評価であることから、多くの既存CB造建物が耐震性能不足となり、耐震補強が必要となるケースが見られた。そこで、幾つかの項目で修正を加えた文献²⁾の評価方法が示されている。

主な修正点は、以下の通りである。

- 1) 壁の耐力評価: ブロックの種別、壁の立面形状(壁の高さと長さの比)、壁の平面形状(直交壁が両端にあるか否か)により耐力を評価する(表-3)。
- 2) 形状指標 S_D: RC診断基準の第2次診断法に用いる形状指標とする。
- 3) 経年指標 T: RC診断基準の第2次診断法に用いる経年指標とする。
- 4) 耐震判定指標 I_s: 偏心率と剛性率を算出しなかった場合は Iso=0.80、その他は Iso=0.60 とする。

ここでは、この方法(修正第1次診断法)で耐震診断

表-2 CB壁の平均せん断応力度
τ_u (N/mm²)¹⁾

| | |
|-----|------|
| 旧A種 | 0.15 |
| A種 | 0.25 |
| B種 | 0.35 |
| C種 | 0.45 |

表-3 CB壁の平均せん断応力度
τ_u (N/mm²)²⁾

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| h ₀ /L _w ≤ 1.0 | α · β · 0.5 |
| h ₀ /L _w > 1.0 | α · β · 0.3 |

ここで、
α= 1.2: 直交壁が両端に1.2m以上ある
1.0: 直交壁が両端に1.2m未満
β= 1.0: B種、C種ブロック
0.8: 旧A種、A種ブロック
L_w: 壁長さ(m)、h₀: 開口高さ(m)

を行った結果を表-4 に示す。

X 方向は No.2、3、4、5 の 1 階で NG となり、Y 方向は No.2 のみ NG となった。No.2 が X、Y 方向とも NG となっているのは、旧 A 種ブロックが用いられているため壁耐力が小さく評価されていることによる。形状指標が小さい建物が大きい、これは壁の偏在（建物平面形状が不整形）により偏心率が大きくなっているためである。経年指標は詳細な現地調査によりひび割れ状況等を RC 造に準じて評価した結果、低減率は少なく済んでいる。しかし、修正第 1 次診断法を用いてもまだ多くの建物で判定が NG となっており、地震被害との対応はできていないと言える。

図-1 には、壁量と Is 値の関係を示す。壁量が大きくなるほど Is 値は大きくなる傾向はあるが、ブロック種別の違いや偏心率、経年指標などの影響で、Is 値が低くなっている建物が見られた。

また、表-5 には、隣接する RC 造建物（No.7）の診断結果を示す。X、Y 方向とも 1 階で NG となっている。地震被害は 1 階も 2 階も中破となっていたが、部材の損傷程度は 1 階の方がやや大きかった。RC 造の診断結果や崩壊モードなどは、概ね地震被害を推測することができていると思われる。

4. 診断結果と被災度の比較

被災度と Is 値の関係を図-2 に示す。CB 造建物は、軽微～小破の小さな被害であったが、診断結果では Is 値が 0.6 あるいは 0.8 以下となっている建物があった。Is 値と

被災度の相関関係は見られず、耐震診断による評価と地震被害とがあまり対応できていない。これらのことから、以下のような現状の課題が考えられる。

- i. 部材の損傷度や被災度と比べて、耐震性能の評価が低くなる場合が少なくない。
- ii. 経年劣化などによる影響は少なく、現行の学会の構造規定（壁量など）を概ね満足しているにも関わらず、Is 値が判定値を大きく下回る場合が見られる。

5. まとめ

CB 造建物の耐震診断結果と地震被害との関係について考察した。第 1 次診断法を修正した方法により診断した場合でも多くで構造耐震指標が判定値を下回る結果となった。しかし、被災度は軽微から小破となっており、被災度と診断結果とがあまり対応できていないのが現状である。CB 造耐力壁の終局強度や変形性能については文献³⁾で示されてきていることから、早急に第 2 次診断法のようなより詳細な評価手法の整備が望まれる。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：2001 年改定版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針適用の手引き、2001 年 10 月
- 2) 一般財団法人群馬県建築構造技術センターほか：群馬県における既存補強コンクリートブロック造建築物の耐震診断マニュアル(案)、2011 年 3 月
- 3) 日本建築学会 構造委員会 壁式構造運営委員会：各種メーソリー構造設計ノート 2009、2009 年 3 月

表-4 CB 造建物の耐震診断結果（修正第 1 次診断法）

| No. | 階 | Iso | X 方 向 | | | | | Y 方 向 | | | | |
|-----|---|------|-------|----------------|-------|-------------|-----------|-------|----------------|-------|-------------|-----------|
| | | | F | S _D | T | Is | 判定 | F | S _D | T | Is | 判定 |
| 1 | 1 | 0.80 | 1.00 | 0.812 | 0.994 | 0.80 | OK | 1.00 | 0.812 | 0.994 | 0.89 | OK |
| 2 | 1 | 0.80 | 1.00 | 0.812 | 0.997 | 0.37 | NG | 1.00 | 0.812 | 0.997 | 0.48 | NG |
| 3 | 1 | 0.80 | 1.00 | 0.902 | 0.998 | 0.62 | NG | 1.00 | 0.902 | 0.998 | 0.84 | OK |
| 4 | 1 | 0.80 | 1.00 | 0.95 | 0.998 | 0.67 | NG | 1.00 | 0.95 | 0.998 | 1.03 | OK |
| 5 | 2 | 0.60 | 1.00 | 0.92 | 0.96 | 0.78 | OK | 1.00 | 0.92 | 0.96 | 1.02 | OK |
| | 1 | | 1.00 | 0.81 | | 0.47 | NG | 1.00 | 0.63 | | 1.53 | OK |
| 6 | 1 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.91 | 0.90 | OK | 1.00 | 1.00 | 0.91 | 1.04 | OK |

表-5 RC 造建物（No.7）の耐震診断結果（第 2 次診断法）

| 階 | Iso | X 方 向 | | | | | | Y 方 向 | | | | | |
|---|------|----------------|----------------|------|-------------|---------------------------------|-----------|----------------|----------------|------|-------------|---------------------------------|-----------|
| | | F _u | S _D | T | Is | C _{TU} ・S _D | 判定 | F _u | S _D | T | Is | C _{TU} ・S _D | 判定 |
| 2 | 0.60 | 1.50 | 0.95 | 0.96 | 0.71 | 0.49 | OK | 1.00 | 0.76 | 0.96 | 0.80 | 0.83 | OK |
| 1 | | 1.20 | 0.95 | | 0.44 | 0.38 | NG | 1.00 | 0.77 | | 0.46 | 0.48 | NG |

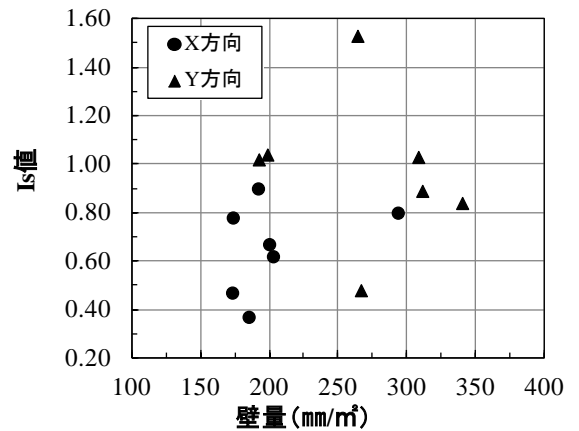


図-1 壁量と Is 値の関係

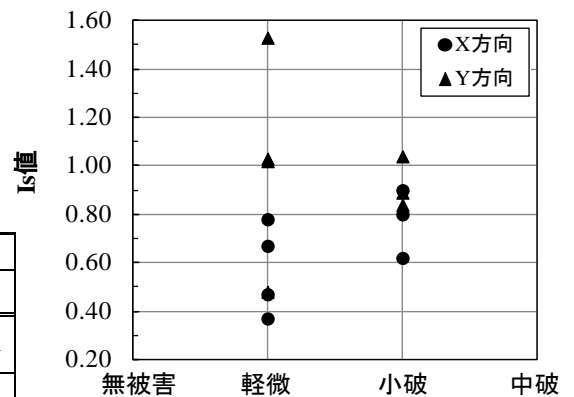


図-2 被災度と Is 値の関係