

# 2004年新潟県中越地震における耐震補強したRC造建物の補強の効果 STRENGTHENING EFFECT OF STRENGTHENED R/C BUILDINGS DURING THE 2004 MID NIIGATA PREFECTURE EARTHQUAKE

本多良政\*, 加藤大介\*\*  
Yoshimasa HONDA and Daisuke KATO

This study reports on the relation between seismic performance and damage of buildings during the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake. Two buildings under construction for retrofitting were studied. One of them had minor damage, another had slight damage. A building with minor damage had four columns with damage level of during the Earthquake. And the remaining seismic capacity of the building was 89%. Evaluated seismic capacity indices (Is value) of the long span direction of the building were 0.58~0.79. The lack of seismic capacity was assumed to be a cause of the damage on the building. On the other hand the Is values of another building were 0.44~0.71 although the damage of the building was slight. Finally the effect of the seismic retrofitting for two buildings was discussed comparing the relationship between damage level and the seismic performance indices which varied the retrofitting process.

**Keywords:** The 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake, Strengthening, Seismic Capacity Assessment of Existing R/C Buildings  
2004年新潟県中越地震, 耐震補強, 耐震診断

## 1. はじめに

阪神大震災以降, 旧耐震設計法で設計された建物を中心に補強工事が行われている。特に, 学校建築においては, 文部科学省の指導の下, 耐震診断及び耐震性能の低い建物の耐震補強が進められてきた。学校建築の耐震補強は, 耐震診断結果を基に補強計画を行い, 施工されている。耐震補強後の耐震性能は, 計画時に耐震診断で確認を行っている。耐震補強工事においては, 補強計画に基づき実施されているが, 複数年にわたり段階的に実施されることが多い。しかし, 施工時期毎の耐震診断が実施されていないのが現状である。そのため, 補強中に地震が発生した場合, 耐震補強の効果がどの程度期待できるのか把握することができていない。耐震補強工事の施工段階毎の耐震性能を把握する必要があると思われる。

2004年10月23日に新潟県中越地方を震源として発生した新潟県中越地震では, 多くの建物が被害を受けた。そのほとんどが木造建物であったが, 鉄筋コンクリート(RC)造建物も被害を受けたものがあった。その被災したRC造建物の中には耐震補強されたものがあり, これらの建物は概ね軽微な被害となっていた。そのため, 今回の地震においては, 耐震補強の効果が十分に発揮されたと判断できる。しかし, 耐震補強工事が完了していない学校建物もあり, 柱等のせん断破壊等の被害を受けたものがあった。この建物の耐震補強工事は複数年に渡って行っており, 地震発生時の建物の耐震性能が十分ではなかったと思われる。地震発生時に耐震補強が完了していた場合, 被害を受けなかったと思われる。一方, この建物から1km程度離れた地点に建つ耐震補強工事が完了していない建物では

被害を受けなかった。これらの建物の耐震性能と被害の関係を明らかにし被害の差が生じた要因を検討することは, 今後, 建物の耐震補強を行っていく上で貴重な資料となろう。特に, 複数年に渡って補強工事を行う場合における耐震補強方法の進め方において重要であると思われる。

本報告では, 新潟県中越地震で軽微と小破の被害を受けた耐震補強中の建物2棟について, その耐震性能を耐震診断で検討を行い, 各々の建物の耐震性能と被害の関係について検討を行った。

## 2. 対象建物の近傍の地震動

新潟県中越地震は2004年10月23日17時56分に新潟県中越地方を震源として発生した。地震規模はM6.8で, 最大震度は新潟県川口町で震度7を観測された。そして, 本震後1時間以内にM6.0以上の余震が3回発生した。これら余震の最大震度は震度5強~6強となっている。

図-1は, 被害を受けた耐震補強中の建物から南へ500m, 被害を受けなかった

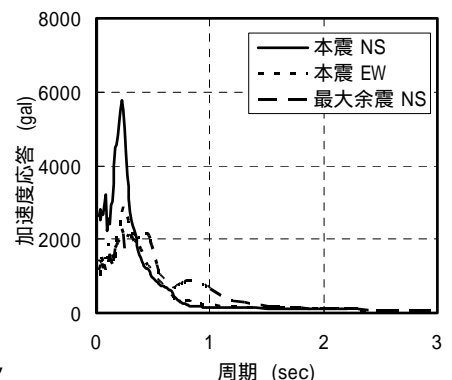


図-1 加速度応答スペクトル (h=0.05)

\* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生・修(工) Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, M. Eng.  
\*\* 新潟大学工学部建設学科 教授・工博 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata University, Dr. Eng.

建物から西へ 1200m の地点に設置された防災科学技術研究所の K-NET 強震観測点で観測された地震動の加速度応答スペクトルである。図中には、本震の NS 方向、EW 方向及び最大余震（2004 年 10 月 23 日 18 時 34 分に発生、M6.5）の NS 方向のスペクトルを示している。この地点では、本震で計測震度 6 弱を計測しており、NS 方向で最大加速度 1,755gal を、EW 方向で最大加速度 849gal を記録している。最大余震では、最大加速度 815gal を記録した。加速度応答スペクトルを見ると、この地域の地震動は 0.2～0.3 秒の周期が卓越していたことがわかる。この地域の RC 造建物は中低層 RC 造建物が多く、これら建物にとっては不利な地震動であったと思われる。

観測点周辺では、木造の建物も建っていたが、倒壊及び大破の被害を受けた建物は確認できなかった。また、観測点の隣にあった築 10 年未満の RC 造集合住宅は、内装の破れや家具の転倒等が見られたが、構造体の被害は確認できなかった。

### 3. 被害を受けた建物の耐震性能

#### (1) 対象建物の概要

本章では、一部耐震補強を行い、新潟県中越地震で小破の被害を受けた建物の耐震性能について報告を行う。この建物は旧耐震設計法で設計され、2004 年に補強された TS 高校の AC 棟とした。表 - 1 に本建物の概要を、図 - 2 に本建物の 1 階平面図を、図 - 3 に主な

表 - 1 建物概要

建物名称：TS 高校 AC 棟 構造：鉄筋コンクリート造 階数：3 階 架構形式：桁行方向：ラーメン構造(9 スパン) 梁間方向：耐震壁付ラーメン構造(4 スパン) 基礎形式：直接基礎 建設年：1966,1967 年  耐震補強設計：2004 年実施 補強内容：新設鉄骨 K 型ブレース(2004 年一部完了) 増設 RC 造耐震壁(2004 年一部完了) 増設 RC 造袖壁(2004 年一部完了)
---

柱の断面と配筋を示す。本建物は、片廊下型(A-2 タイプ)の校舎となっており、柱割りは 1 教室で 1 スパンになっている。構造は、RC 造 3 階、桁行方向がラーメン構造で、梁間方向が耐震壁付ラーメン構造となっている。1 階には、梁間方向にピロティ柱が含まれている。C 通りの架構は扁平な壁柱(180×700～1000)と壁梁により構成されており、壁柱の内法高さは 1000mm となっている。また、A 通りの梁は壁梁となっており、腰壁、垂壁が設けられていない。基礎形式は直接基礎である。本建物は 1966、67 年に建設された。

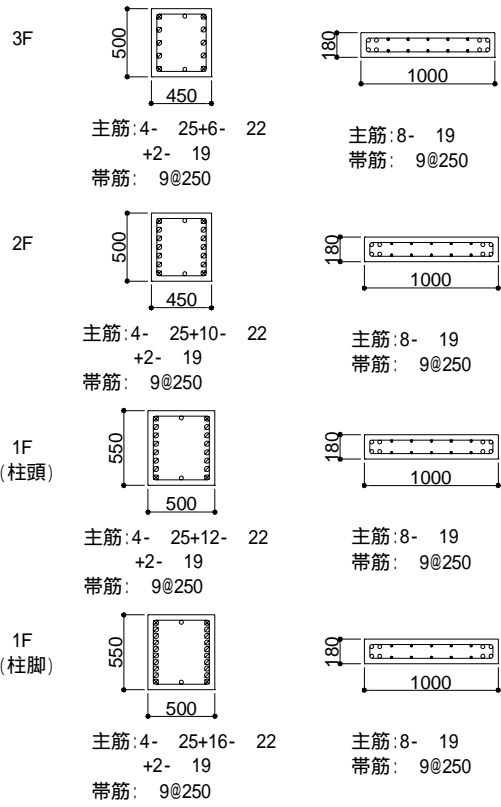


図 - 3 主な柱の断面と配筋 単位:mm

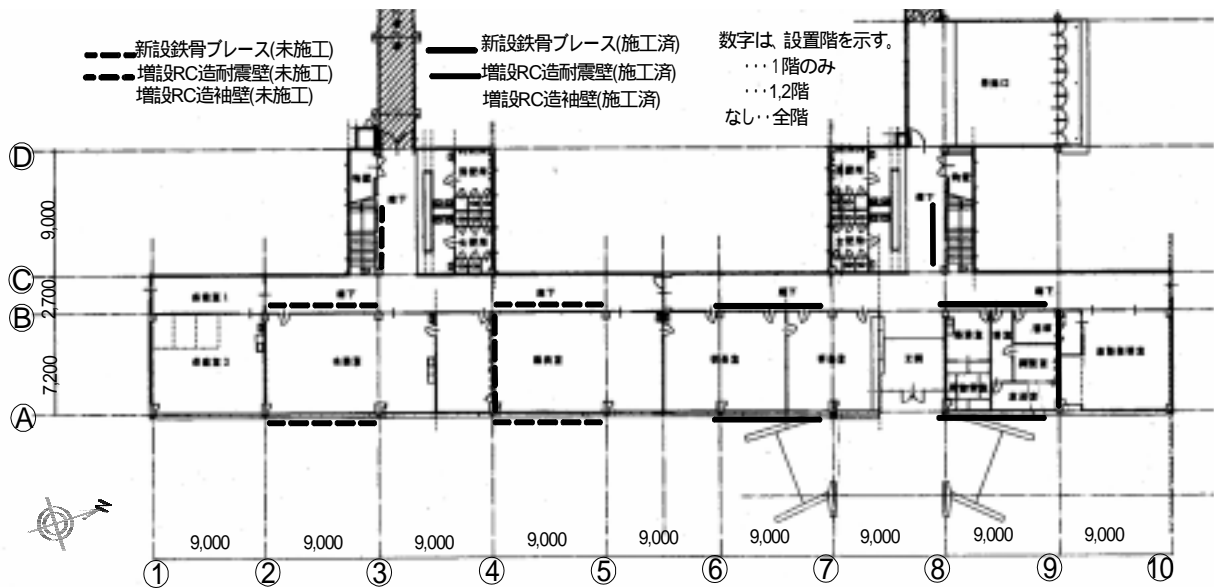


図 - 2 対象建物の 1 階平面図

単位:mm



写真 - 1 耐震補強状況

2004年に、耐震補強設計を行ない、地震発生前までに一部の耐震補強が完了していた。耐震補強設計の方針は、第2種構造要素の排除と建物の耐力を向上させることとなっている。耐震補強内容は新設鉄骨K型ブレース、増設RC造有開口耐震壁及び増設RC造袖壁となっており、設置箇所は図-2に示している。新設鉄骨K型ブレースはA通りに設置しており、2-3通りと8-9通りでは全階に設置している。増設RC造有開口耐震壁はB通り及び梁間方向の間仕切り壁として、1-2階に設置している。増設RC造袖壁はC通りの壁柱に隅柱以外は全階に設置している。地震発生前までに、6通りから10通りの間で、耐震補強が完了していた。図中では、補強工事が完了している箇所を塗潰して示している。写真-1は、新設鉄骨K型ブレースによる補強状況を示している。

(2) 被害概要

図-4は桁行方向の鉛直部材の損傷度を示したものである。損傷

度は、日本建築防災協会の「震災建築物の被災度区分判定基準」により判定している。「震災建築物の被災度区分判定基準」では、損傷度を部材の破壊の程度によりレベル（破壊程度最小）からレベル（破壊程度最大）の5段階としている。図中の各鉛直部材に示した3つの損傷度は、各階の鉛直部材の損傷度を示しており、下を1階、上を3階としている。

1階C通りに損傷度の柱が2本、2階C通りに損傷度の柱が2本確認された。これらの柱はすべてせん断破壊していた。1階の柱は主筋が座屈していた。写真-2は損傷度の被害を受けた2階の柱の被害状況を示している。図-5は損傷が特にひどかったC通りのひび割れ状況を示したものである。図中の数字はひび割れ幅を示している。補強予定であった1階2通りの壁柱はせん断破壊し、ひび割れ幅が5mmであった。また、6通りの壁柱は1階が両側増設袖壁付柱で、2、3階が片側増設袖壁付柱になっている。2階の柱は補強部分がせん断破壊をおこしていた。この柱は上下階の剛性の違いにより、2階に大きなせん断力が作用したと考えられる。9通りの柱は耐震補強が完了しており、両側増設袖壁付柱になっていた。この通りの柱では、柱部分に軽微なせん断ひび割れを起こした部材や、増設袖壁周辺に軽微なひび割れが確認された。増設袖壁と柱部分が分離してせん断力に抵抗したと考えられる。増設袖壁で補強していない部材が、せん断破壊し、補強した部材が軽微な被害となっていることを考えると、内法高さの低く扁平な柱をせん断破壊させない補強方法として、両側増設袖壁は有効であるといえる。A通り及びB通りの柱部材は被害がなかった。

増設RC造有開口耐震壁は、開口の周りに軽微なひび割れが見られる程度の被害であった。この耐震壁が地震力に対して抵抗して変

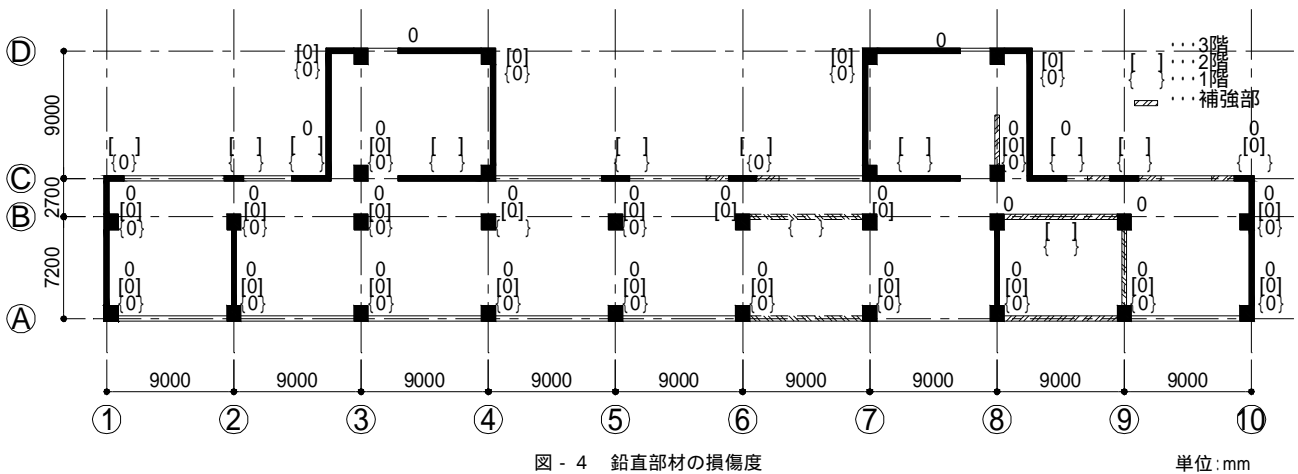


図 - 4 鉛直部材の損傷度

単位:mm

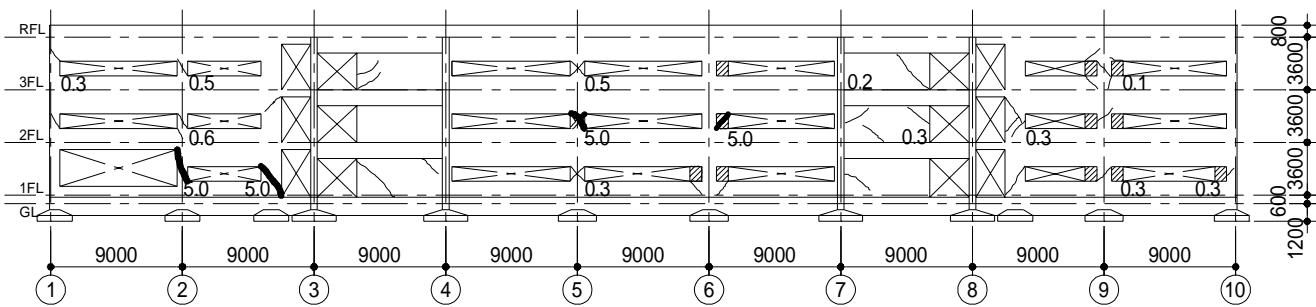


図 - 5 C通りのひび割れ状況

単位:mm



写真 - 2 2階柱の損傷度 の被害状況

形量を小さくしていたことがわかる。増設 RC 造袖壁補強されていた柱は軽微なせん断ひび割れ程度であったが、袖壁及び袖壁部周辺にせん断ひび割れの被害が生じていた。

梁間方向には、被害が見られなかった。

建物の周辺には、地盤の沈下等が見られなかったために、基礎の損傷はないと思われる。

### (3) 被災度判定

図 - 6 は、(2)で示した損傷度より桁行方向の耐震性能残存率を算定した結果を示している。図中の数値は各階の耐震性能残存率を示している。なお、図中には、被災前の耐震性能を 100%とした補強前の耐震性能を被災度区分判定基準<sup>1)</sup>により求めた結果も示した。被災後の耐震性能残存率 R は 89.0~96.0%となっていた。最も小さい値を示した 2 階で建物の被災度区分を判定すると、小破であった。また、被災後の建物の耐震性能は、補強前の耐震性能を確保できていることが図よりわかる。

図中の補強前と被災前の耐震性能残存率を見ると、被災前の耐震性能が補強前に比べ 1.1~1.5 倍向上していることがわかる。耐震補強された建物の被災度が小破になっていたことを考えると、耐震性能が耐震補強による耐震性能の向上がなかったら、本地震による被災度は少なくとも同レベルまたは 1 ランク上になっていたと考えられる。

### (4) 耐震診断結果

表 - 2 は被災前の桁行方向の耐震診断結果を示したものである。耐震診断は、2001 年改訂版耐震診断基準<sup>2)</sup>により第 2 次診断を行っている。被災前の耐震診断は、耐震補強設計後の耐震診断結果を基に、被災時に補強されていない部材の性能を補強前の耐震診断結果における部材の性能に置き換えて行っている。診断時に用いた材料強度は、コンクリートの圧縮強度を 18N/mm<sup>2</sup>、鉄筋の引張強度を 294N/mm<sup>2</sup>としている。診断の結果得られた Is 値としては、他の地域との比較を容易にするために新潟県の地域係数 0.9 で除している。各階とも、極脆性柱を無視して、F 値を 1.0 として 2001 年改訂版耐震診断基準<sup>2)</sup>の 5 式<sup>2)</sup>を用いて Is 値を算定している。C 通りの耐震補強していない柱は補強前の診断では、第 2 種構造要素の極脆性柱と判定していた。しかし、この柱の軸力は壁梁を介して梁間方向

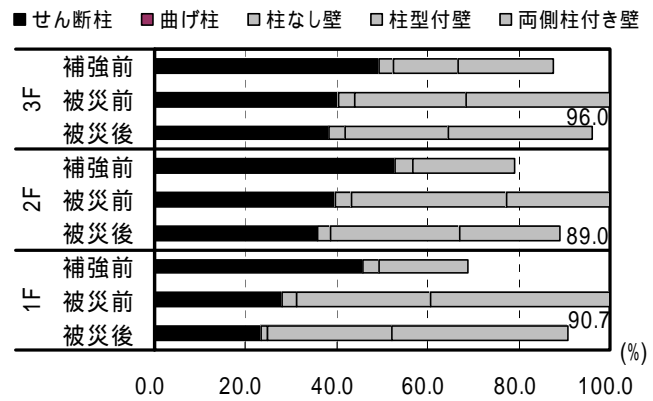


図 - 6 桁行方向各階の耐震性能残存率

表 - 2 被災前の耐震診断結果(桁行方向)

階	C	F	E0	SD	T	Is	CTUSD
3	(1.060)	(0.80)	0.901	0.88	0.99	0.79	0.89
	1.351	1.00					
	0.440	1.10					
2	(0.726)	(0.80)	0.670	0.88	0.99	0.58	0.64
	0.838	1.00					
	0.153	1.10					
1	(0.663)	(0.80)	0.816	0.88	0.99	0.71	0.72
	0.82	1.00					
	0.214	1.10					

極脆性柱を無視し F 値 1.0 で計算している。

表 - 3 補強部材の強度と F 値

	階	概要	強度 (kN)	F 値
新設鉄骨ブレース	3	H-150x150x7x10	2043	2.00
	2	H-200x200x8x12	3116	1.50
	1	H-200x200x8x12	3272	2.00
増設有開口耐震壁	2	t=200 タテコ D13@200ダブル	3081	1.00
	1	t=200 タテコ D13@200ダブル	3249	1.00

使用材料 コンクリート：Fc=21、鉄筋：SD295A、鉄骨：SS400

に壁を有する柱に伝達することが可能であることから、本診断においては第 2 種構造要素ではないと判断をしている。また、増設袖壁による耐震補強を行った柱部材では、袖壁付柱として部材の性能を算定している。これら部材では、せん断破壊する耐震壁部材と判定したために、F 値 1.0 となっている。耐震診断の結果を、学校建物の構造耐震判定指標 (Iso=0.7) を用いて必要な耐震性能を有していたかを判断すると、2 階においては構造耐震指標 Is 値が構造耐震判定指標 Iso 値を下回っており、被災前の建物の耐震性能が十分でなかったと判断することができる。

図 - 7 は各階の C<sub>T</sub>-F 関係を示したものである。各階ともに、補強前に比べ、被災前は強度が高くなっていることがわかる。耐震補強により耐震性能が向上していることが判断できる。

本建物の構造耐震指標 Is 値の推移を検証し、建物被害との関係を考察した。図 - 8 は、梁間方向と桁行方向の構造耐震指標 Is 値の関係を示したものである。図中には、各階毎に補強前、被災前及び補強設計の値を示している。また、図中の 1 点鎖線は学校建物の構造

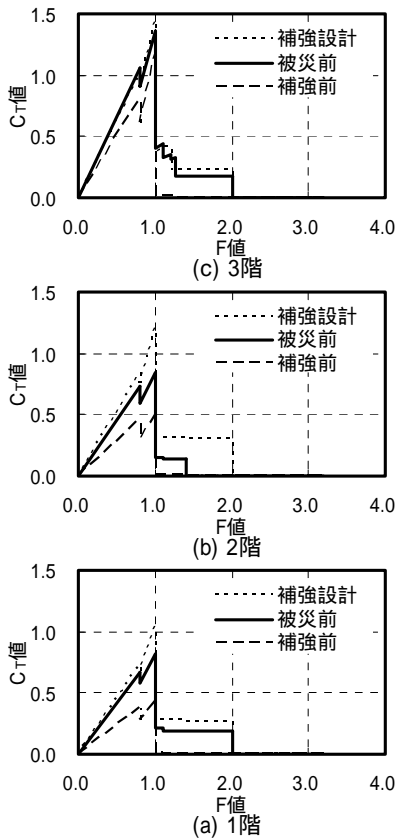


図 - 7 C<sub>r</sub>-F 図

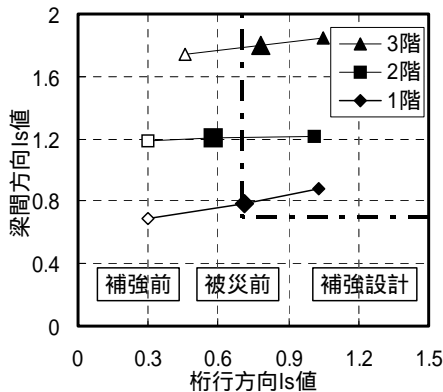


図 - 8 耐震指標 (2次診断)

り小さくなっており、耐震補強が効果的に施されなかった。今回の地震では、2階の被害が他の階に比べ被害が大きくなった理由の1つとして、耐震性能がこの階だけ十分ではなかったことが考えられる。また、地域係数Zを1.0として、地震の発生頻度期待値を無視した場合、1階のIs値はIso値より小さくなり、大地震に対する耐震性能が十分ではなかったことがわかる。これが、1階で被害を受けた理由であると考えられる。

また、同図では耐震補強設計の耐震診断結果を示している。補強設計のIs値はIso値を大きく上回っている。また、図-7(a)及び(b)における耐震設計後の1, 2階のC<sub>r</sub>値は被災前の補強におけるC<sub>r</sub>値と比べ1.3から1.4倍大きくなっており、C<sub>r</sub>値が1.0を上回っている。過去の被害例よりC<sub>r</sub>値が高くなると被害が小さくなっていく傾向があることがわかっているため、地震発生前に耐震補強が設

耐震判定指標 Iso 値を示している。

補強前の状態では、桁行方向のIs値は各階共にIso値を大きく下回っている。これは、C通りの架構に第2種構造要素の柱があるために、F値を0.8としてIs値の算定を行っていることに1つの要因がある。梁間方向のIs値は、1階で若干不十分であるが、2, 3階では満足していた。

地震発生前までに施された耐震補強により、1階及び3階のIs値がIso値より高くなっており、耐震性能が改善されたことがわかる。しかし、2階については、耐震補強したにも関わらず、Is値がIso値より

計通りに施工されていた場合、建物の被害をさらに小さくすることができたと思われる。

#### 4. 被害を受けなかった建物の耐震性能

##### (1) 対象建物の概要

本章では、新潟県中越地震で軽微な被害を受けた耐震補強中の建物の耐震性能について報告を行う。対象とした建物は旧耐震設計法で設計され、2003~4年に耐震補強をしているT高校のAC棟とした。

対象建物の概要を表-4に、2階伏図を図-9に、G通りの軸組図を図-10に示す。また、図-11に主な柱の断面と配筋を示す。この校舎は旧耐震設計基準で設計されており、1973~79年に建設された。校舎の平面計画はT型となっており、校舎タイプは片廊下型となっている。構造は、RC造4階建て、桁行方向が耐震壁付ラーメン構造(23スパン) 梁間方向が耐震壁付ラーメン構造(8スパン)となっている。G, 9, 10及び12通りの架構では、梁に腰壁、垂壁がついており、柱が短柱となっていた。E通りの架構の梁は、壁梁となっていた。22, 23通りの架構は、中柱のない10mのスパンとなっている。図-11の柱の配筋に示したように、1~8通りの柱の主筋には異型鉄筋を、9~24通りの柱の主筋には丸鋼が使われていた。基礎構造は、杭基礎となっている。

耐震補強設計は、2003年に行われた。補強工事は3カ年計画で行われ、2005年の夏に工事が完了する予定となっている。地震発生前までに、1~16通り間の補強工事が完了していた。耐震補強の方針は、建物内に存在する脆性柱を構造スリットの設置により解消し、建物の耐力の不足を新設鉄骨ブレース等により補強するとしている。採用した耐震補強工法は、新設鉄骨ブレース、腰壁垂壁への構造スリットの設置(各階)、炭素繊維巻きによる柱のせん断補強(1階のみ)及び柱へのコンクリート増し打ち補強(1階のみ)となっている。新設鉄骨ブレースは、K型ブレースとW型ブレースを採用しており、A通りの1, 2階にはW型ブレースを設置している。E通りとHとおりにはK型ブレースが設置されている。

##### (2) 被害概要

本建物は被災したことにより、校舎内の家具の転倒やEXP.Jに損傷が見られた。しかし、構造の被害はヘアークラックが見られる程度の軽微であった。腰壁にスリットを設けたG通りの柱では、曲げひび割れを確認することができたが、せん断ひび割れは確認できな

表 - 4 建物概要

建物名称	: T高校 AC棟
構造	: 鉄筋コンクリート造
階数	: 4階
架構形式	: 桁行方向: 耐震壁付ラーメン構造(23スパン) 梁間方向: 耐震壁付ラーメン構造(8スパン)
基礎形式	: 杭基礎
建設年	: 1973~79年
耐震補強設計	: 2003年実施
補強内容	: 新設鉄骨K型, W型ブレース(一部完了) 構造スリットの設置(一部完了) 増設有開口耐震壁(1Fのみ, 一部完了) 柱の炭素繊維巻き補強(1Fのみ, 完了) 柱のコンクリート増し打ち補強(1Fのみ, 完了)

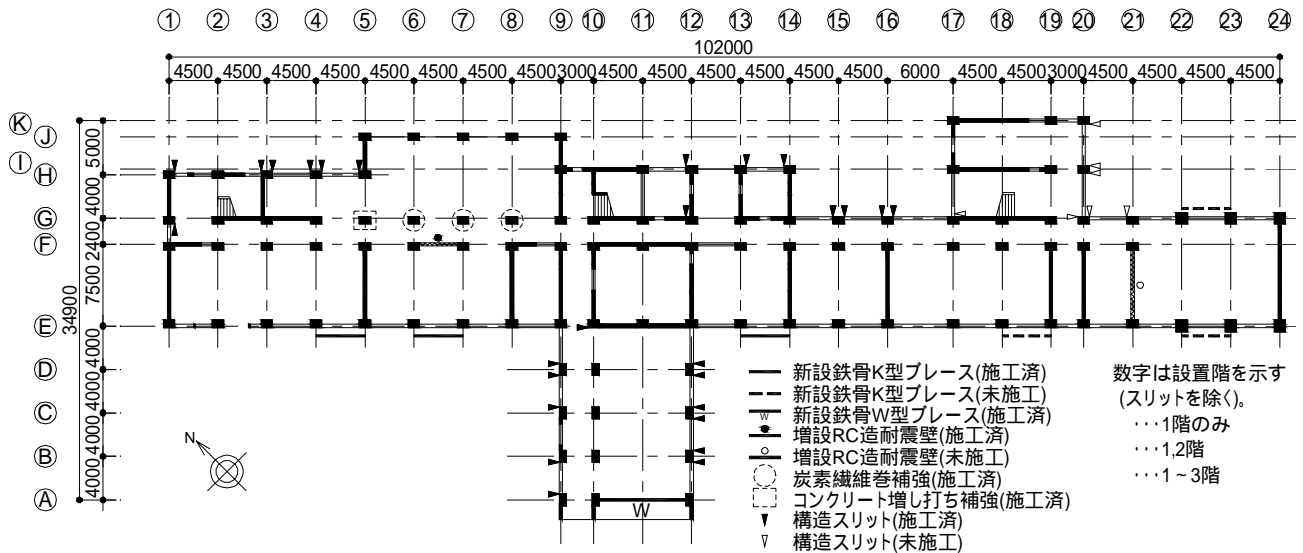


図 - 9 1階伏図

単位: mm

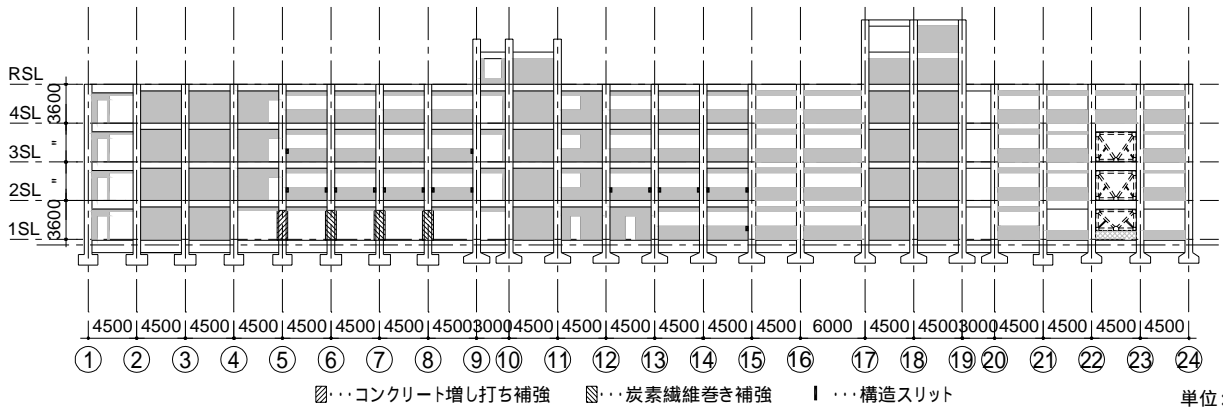


図 - 10 G通り軸組図

単位: mm

かった。

(3) 耐震診断結果

表 - 5 に被災前の校舎の桁行方向の耐震診断結果を耐震診断は、改訂版耐震診断基準<sup>3)</sup>により2次診断を行っている。被災前の耐震診断は、耐震補強設計の耐震診断結果を基に、被災時に補強されていない部材の性能を補強前の耐震診断結果における部材の性能に置き換えて行っている。診断時に用いた材料強度は、コンクリートの圧縮強度を18N/mm<sup>2</sup>、鉄筋の引張強度をSR235は294N/mm<sup>2</sup>とし、SD295は345N/mm<sup>2</sup>としている。診断の結果により得られたIs値としては、他の地域との比較を容易にするために新潟県の地域係数0.9で除している。図 - 12には、補強前と耐震補強設計後のC<sub>T</sub>-F関係についても示している。表 - 6は補強部材の強度とF値を示している。

本建物の桁行方向の被災前のIs値は0.44~0.71であった。1, 3階は第2種構造要素となる脆性柱が存在しないためにF値を1.0でIs値を算定している。一方、2, 4階は補強完了後に解消されるはずの第2種構造要素の脆性柱が存在するために、F値を0.8でIs値を算定している。被災前のIs値より学校建物の構造耐震判定指標(Iso=0.7)で、被災前の時点で必要な耐震性能を確保していたかを判断すると、1, 3階ではIs値がIso値を上回っており、耐震性能が

確保されていたことがわかる。一方、2, 4階ではIs値がIso値より小さくなっており、耐震性能が不十分であったことがわかる。

図 - 12によると、補強前と被災前でC<sub>T</sub>-F関係があまり変わっていないことがわかる。これは、ブレースにより建物の強度が上昇

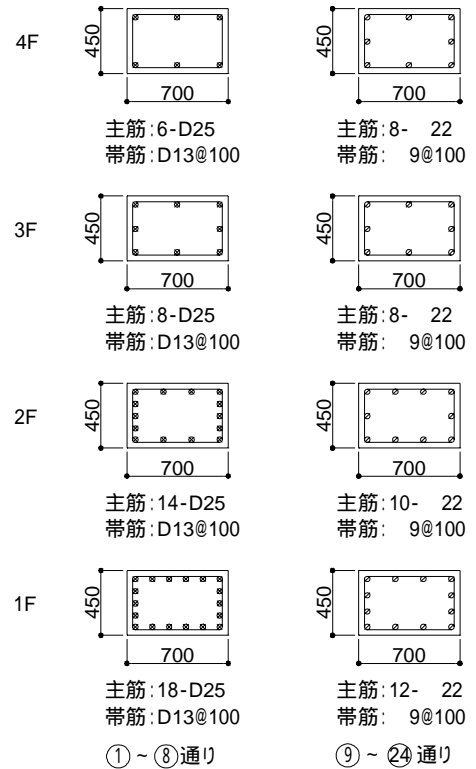


図 - 11 主要な柱の配筋

単位: mm

したが、せん断破壊をおこす短柱にスリットを設置したために部材の強度が低下し、建物全体として強度に変化がなかったことによる。

図 - 13 は補強前、被災前及び補強設計の桁行方向と梁間方向の  $I_s$  値の関係が推移していく様子を示している。図中の1点鎖線は  $I_s$  値 0.7 を示している。被災前の桁行方向の耐震性能は、2, 3, 4 階で補強前とほぼ同じであった。これは、建物の強度の上昇があまり見られなかったことによる。2, 4 階で梁間方向と桁行方向ともに耐震性能が不十分であったことがわかる。しかし、本建物の地震による被害は軽微であった。軽微な被害となった要因として、地震時に極脆性柱が被害を受けるほどの変形、つまり、 $F$  値 0.8 相当の変形に達しなかった、もしくは、応答変形は大きかったが極脆性柱の最大強度時の変形が  $F$  値 0.8 相当の変形より大きいために損傷を受け

表 - 5 被災前の耐震診断結果(桁行方向)

階	C	F	E0	SD	T	$I_s$	CTUSD	
4	0.118	0.80	0.576	0.90	0.95	0.55	0.70	
	0.794	1.00						
	0.833 (0.044)	1.0-3.2 (0.80)						<0.909>
3	0.579	1.00	0.747	0.90	0.95	0.71	0.73	
	0.578	1.0-3.2						
	0.073 (0.041)	0.80 (0.80)						0.460
2	0.604	1.00	0.460	0.90	0.95	0.44	0.53	
	0.034 (0.041)	1.0-3.2 (0.80)						<0.726>
	0.546	1.00						0.746
0.287	1.27-3.2							

- 1, 3 階は極脆性柱を無視し、 $F$  値 1.0 で計算している。
- 2 < > は第 2 種構造要素を無視し、 $F$  値 1.0 で計算した場合を示している。

表 - 6 補強部材の強度と  $F$  値

	階	概要	強度 (kN)	$F$ 値
新設鉄骨ブレース (K 型)	3	H-200×200×8×12	2282	1.50
	2	H-200×200×8×12	3080	1.50
	1	H-200×200×8×12	3066	1.50
新設鉄骨ブレース (W 型)	2	H-175×175×7.5×11	3193	1.50
	1	H-175×175×7.5×11	3914	1.50
増設有開口耐震壁	1	t=200 珪砂 D13@200 グラブル	1455	1.00

使用材料 コンクリート:  $F_c=21$ 、鉄筋: SD295A、鉄骨: SS400

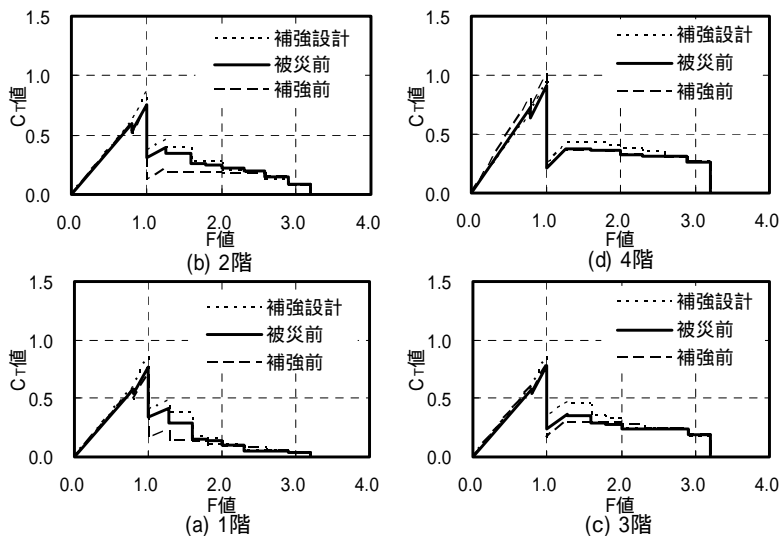


図 - 12  $C_T$ - $F$  関係図

なかったと考えられる。

今後、既存建物の耐震改修を行うための資料とするためにも、応答解析を行い、地震時の応答変形と被害の関係を検討していく必要があると思われる。

#### 4. まとめ

新潟県中越地震で被災した耐震補強した RC 造校舎の耐震性能について検討した結果、以下のことがわかった。

建物の被害と補強前と現状の耐震性能の推移の関係より、耐震補強の効果を確認することができたと思われる。

小破の被害を受けた建物では、廊下側の補強されていない壁柱では、せん断破壊の被害をうけていた。一方で、設計通りに耐震補強した部材においては、軽微な被害であった。建物の耐震性能残存率を算定した結果、2 階の損傷が大きいことがわかり、耐震性能残存率  $R$  は 89.0% で、建物の被災度区分は小破だった。被災前の耐震性能指標  $I_s$  値を算出した結果、2 階だけが  $I_s$  値が 0.7 より小さくなっており、耐震性能が十分確保されていなかったことが被害となった原因の 1 つであることがわかった。

軽微な被害を受けた建物では、地震発生時の耐震性能は高くなかったが、軽微な被害となった。今後、この建物が軽微な被害となった要因を検討していくことが必要と思われる。

#### 謝辞

本報告をまとめるにあたり、新潟県設計共同組合でまとめた耐震診断報告書および耐震補強設計報告書を参照した。地震動のスペクトルの作成においては、防災科研の K-NET 強震観測記録を利用した。また、TS 高校及び T 高校においては被災後の建物調査を快く引き受けていただいた。ここに、感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針，2001.9
- 2) 日本建築防災協会：2001 年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準，2001.10
- 3) 日本建築防災協会：改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準，1990.12

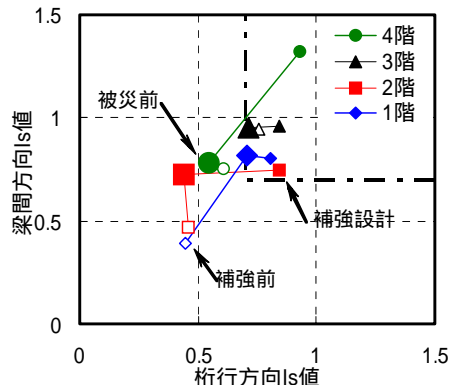


図 - 13 耐震診断結果