

# 2003年7月26日宮城県北部の地震による公立文教施設の被害調査報告

前田匡樹

東北大学大学院都市・建築学専攻助教授

西田哲也

秋田県立大学建築環境システム学科講師

田子茂

(株)堀江建築工学研究所

梅園雅一

(有)万建築設計事務所

## 1. 調査方法と地震の概要

### 1.1 調査の目的および方法

5月26日に宮城県沖を震源とする地震が発生した宮城県では、7月26日も県北部において内陸直下型の地震が連続して発生し、震度6弱以上の揺れが1日に3回観測された。この地震の規模は5月の宮城県沖地震と比較すると小さかったものの、震源が内陸で深さが約10kmと浅く、震源付近を中心に大きな被害をもたらした。

日本建築学会東北支部では、地震直後に災害調査委員会(委員長:田中礼治東北工業大学教授)を設置し、被害調査を行った。その調査の活動の一環として、筆者らは公立小中学校施設の被害調査を行った。調査対象は、災害救助法の適用を受けた5町のうち、南郷町を除く4町(鹿島台町、鳴瀬町、矢本町および河南町)の公立小中学校25校のうち鳴瀬第二中(未確認であるが被害なし)を除く24校のRC造校舎および体育館とした。調査した学校施設と震源などとの位置関係を図1に示す。調

査は、8月1日(金)から3日(日)の3日間で行い、まず各町の教育委員会などから被害状況の情報収集を行った後、各学校の現地調査を行った。部材の損傷度や建物の被災度の判定は、(財)日本建築防災協会の「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」<sup>1)</sup>に基づいて行った。調査団は、以下の2グループで構成し、各町内の学校を分担して調査した。

#### ■調査団の構成

グループ①: 前田匡樹, 堀 則男, 康 大彦, 四十万智博, 西川和明, 赤沼芙美子(以上、東北大学)、梅園雅一(万建築設計事務所)

グループ②: 西田哲也, 寺本尚史, 菅野秀人, 石山 智, 斉藤 剛, 志田宏樹(以上、秋田県立大学)、田子茂(堀江建築工学研究所)、伊藤拓海(東京大学)

表1 地震の概要

	前震	本震	余震
発生日時	7月26日 0:13	7:13	16:56
震央地名	宮城県北部 N 38.4° E 141.2°	N 38.4° E 141.2°	N 38.5° E 141.2°
震源深さ	約12km	約12km	約10km
規模(マグニチュード)	5.6	6.4	5.5
震度	6強	鳴瀬町 矢本町 南郷町	
	6弱	鳴瀬町 矢本町	河南町 鹿島台町 ほか
	5強	鹿島台町 南郷町	石巻市 古川市 ほか
人的被害	重傷50名、軽傷625名		
住家被害	全壊1075棟、半壊2961棟、一部損壊9387棟		
被害額	346億6000万円 うち文教施設17億53000万円		

(10月3日現在の宮城県の報告)



図1 調査対象地域

## 1.2 地震の概要

地震の概要を表1に示す。前震・最大余震をあわせた3回の地震のうち本震（7時13分）がM=6.4と最も大きく、建築物の被害も本震によるものが大部分であるといわれている。この地震により、木造住宅は約4000棟が全壊または半壊する被害を受けた。後述する学校建築を除いた非木造建築の大きな被害としては、RC造の病院2棟（鹿島台病院、深谷病院）が大破した事例<sup>2)</sup>が報告されている。

## 2. 学校施設の被害の概要および耐震化の状況

### 2.1 RC造校舎

前述の4町の公立小中学校24校にはRC造校舎38棟（原則としてエキスパンションジョイントで区画された建物は別棟とした）があり、それらの被災度は大破が1棟（北村小）、小破6棟（鹿島台小2棟、鹿島台中2棟、小野小、矢本第一中）で、その他の31棟は軽微または無被害（部分大破1棟）であった。建物階数は、鹿島台小及び鹿島台中校舎が4階建であるが、その他のほとんどは3階建（一部は2階建）である。各建物の建設年代を建築基準法の改正時期により分類すると、図2に示すように1971年以前の建物が11棟（小破3棟）、1972～81年が16棟（大破1棟、小破3棟）、1982年以降が11棟で、1982年以降の建物は全て軽微または無被害であった。また、1972～81年で小破の3棟は全て4階建である。

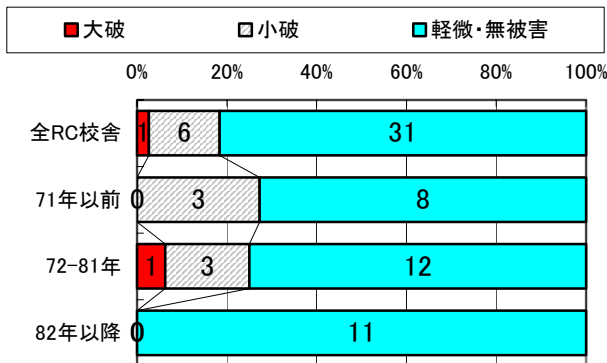


図2 RC学校校舎の建設年代別被害率

図2に示したように、1981年以前の古い耐震基準により設計された既存建物に被害が集中することは、1995年兵庫県南部地震などの近年の地震被害で毎回指摘されている傾向とまったく同じである。1995年に施行された耐震改修促進法により、1981年以前の旧基準による既存建物の耐震診断・改修は国家事業として推進されている。今回調査したRC造校舎38棟のうち、1981年以前の建物は約70%の27棟あるが、耐震診断が実施されていた

のは表2に示す3校4棟であった。これら4棟は全て補強が必要と判定され、耐震補強設計も実施済みである。うち2棟は補強工事が完了しており、残り2棟は今年度に補強工事を予定していた。耐震補強が完了していた2棟に被害は生じなかった。また、未補強のうち野蒜小校舎は、後述するように1978年宮城県沖地震による被災後に補修、及び、柱の袖壁増設による補強が行われており、 $I_s=0.30$ と低い値（袖壁補強を無視した値）にもかかわらず被害がなかったのは、耐震補強がある程度有効に機能したためとも考えられる。

表2 耐震診断と改修実施の状況及び被災度

学校名	棟名	建設年	補強前 $I_s$ 値	耐震補強	被災度
矢本東小	東棟	1977	0.51	補強済み	無被害
	西棟	1978-79	0.64	未補強	軽微
矢本2中	旧校舎	1970-72	0.46	補強済み	軽微
野蒜小	校舎	1968	0.30	未補強	軽微

※補強前  $I_s$  値は、最小値で全て1階桁行方向

### 2.2 体育館

体育館（格技場2棟を含む）は26棟あり、被災度は大破1棟（北村小）、小破4棟（小野小、浜市小、野蒜小、須江小）で、その他の21棟は軽微または無被害である。建設年代別の被害を示すと、図3のようにRC造校舎と同様に1981年以前の建物に大きな被害は集中している。ただし、これらの被災度は主に構造躯体の被害程度を調査したものであり、軽微の建物の中にも、天井ボードや照明器具の破損・落下などの2次部材に被害を受けたものが含まれている。筆者らが行った5月26日の宮城県沖の地震による学校体育館の被害調査<sup>3)</sup>でも、これらの2次部材の被害は1982年以降の新しい建物でも生じており、体育館の避難所としての機能の面を考慮すると、点検と対策を要する重要な課題である。

体育館の構造種別の内訳は、図4のように鉄骨造（S造）が9棟、ギャラリー部分までの1階がRC造で2階及び屋根がS造（RC+S造）が4棟、RC造（SRC造も含む）が13棟であった。RC（SRC）造体育館は、全て1975年以降の比較的新しい建物であり、特に大きな被害は見られなかった。大破したS造体育館では、桁ブレース接合部の溶接部の破断が生じた。また、小破したRC+S造体育館は、全て同様の構造形式で、1階RC部分は無被害であり、桁ブレースの一端が間柱に偏心接合されており、ブレースの座屈および間柱脚部のねじれなどの被害が生じた。

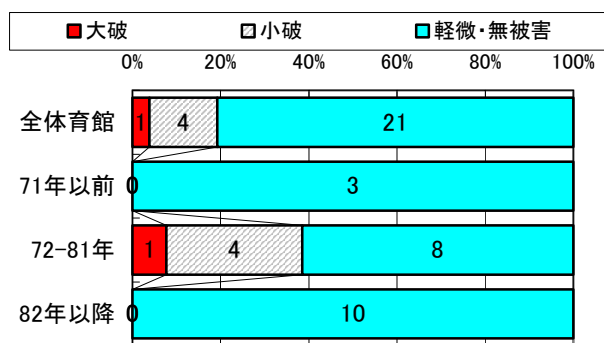


図3 体育館の建設年代別被害率

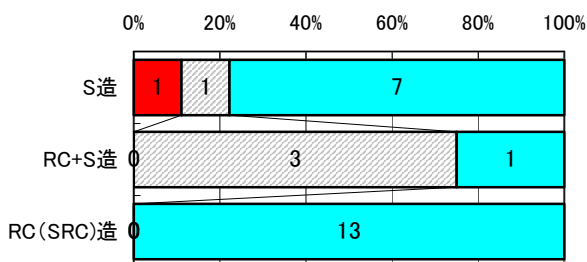


図4 体育館の構造種類別被害率

### 3 個別建物の被害

以下、大きな被害を受けた学校施設を中心に、個別建物の被害事例を示す。なお報告内のひび割れ幅はクラック・スケールにより目視で測定したもので、部材の損傷度は「被災度区分判定基準」<sup>1)</sup>によるものである。

#### 3.1 河南町立北村小学校

所在地：宮城県桃生郡河南町北村字幕ヶ崎 17 番地

敷地は、この地震の震源となった旭山撓曲北端の旭山麓の小さな丘の中腹に位置しており、北から南および東へ緩やかに傾斜している。

##### (1) 校舎 (RC造3階建、1972年建設) [大破]

校舎の全景を写真1に、平面図及び軸組み図をそれぞれ図5及び図6に示す。1階平面図には柱・壁などの鉛直部材の損傷度も示した。桁行方向は9mスパンで、中廊下を挟んで南側に教室、北側に階段室、トイレ、給食室などが配置され、張間方向は基本的に4本の柱が配置されるタイプとなっている。1階柱の断面は全て共通で、650×900mmと比較的大きい断面に、主筋10-D22、せん断補強筋9φ@150(柱頭・柱脚は@100)が配筋されている(図7)。

最も深刻な被害は1階の桁行方向に生じており、南構面の柱3本がせん断破壊し(損傷度IV~V、写真2、写真3)し、その他の構面でも多くの柱や袖壁付き柱にも大きなせん断ひび割れが多数生じた(写真4)。1階桁行方向の損傷度一覧を表3に示す。被災度区分判定の結果、略算による残存耐震性能率 R=46%となり被災度は[大

破]に区分される。せん断破壊した柱のうち南構面の1本は、主筋が座屈して2階の床スラブがやや沈下し危険な状態であった。また、1階床スラブには多数の亀裂が生じていた。2階も、1階よりは軽微ではあるが、柱、壁などの鉛直部材に大きな損傷が生じた。写真5のように階段室の防火扉が外れて転倒しており、学校使用時の発災であれば重大な人的被害をもたらしていた可能性も考えられる危険な状況であった。

この校舎は、5月26日の地震でも壁のひび割れや、今回と同様に防火扉の転倒などの被害が生じたとのことである。防火扉の現状復旧などを行った校舎として使用し、夏休み中にひび割れ補修などの復旧工事を予定していたが、今回の被害により復旧を断念し改築を計画し、使用を停止した。

最も被害の大きかった桁行方向1階の耐震診断結果の概要を表4に示す。耐震診断は、「2001年改訂版 耐震診断基準」に基づいて行った。建物の単位床重量は12 kN/m<sup>2</sup>と仮定し、コンクリート強度は設計基準強度である F<sub>c</sub> = 18 N/mm<sup>2</sup>、主筋 (SD30) は 295+49=344 N/mm<sup>2</sup>、帯筋 (SR24) は 295 N/mm<sup>2</sup>とした。診断の結果、独立柱の多くは主筋量が比較的小さいため曲げ柱(実際の破壊状況はせん断破壊型であるが)となるが、形状 (h<sub>0</sub>/D) やせん断余裕度から靱性指標 F=1 となり、袖壁付柱も F=1 の柱型付壁と判定された。その結果、建物の耐震性能は、F=1 での保有耐震性能 E<sub>0</sub>=0.73 で決定付けられ、経年指標 T=1 と仮定すると Is=0.69 と比較的高い値となる。5月26日の地震で被災したことを考慮して、経年指標 T=0.9 とみなしても Is=0.62 と耐震診断基準で示されている判定指標 Iso=0.6 を上回る。このようにこの建物は比較的高い耐震性能を有していたと考えられるにもかかわらず、今回調査した RC 造校舎の中で1棟だけ大破の極めて大きな被害を受けた原因について、今後検討が必要と思われる。

表3 部材の損傷度調査結果 (1階桁行方向)

損傷度	せん断柱	柱なし壁	柱型付壁	両側柱付壁
0	2	0	1	0
I	4	2	0	0
II	6	2	2	0
III	3	3	3	0
IV	1	2	2	0
V	2	0	1	0
計	18	9	9	0

表4 耐震診断結果

方向	階	C	F	E <sub>0</sub>	S <sub>D</sub>	T	Is	C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub>
桁行	1	0.62 0.15	1.0 2.0	0.73	0.95	1	0.69	0.69

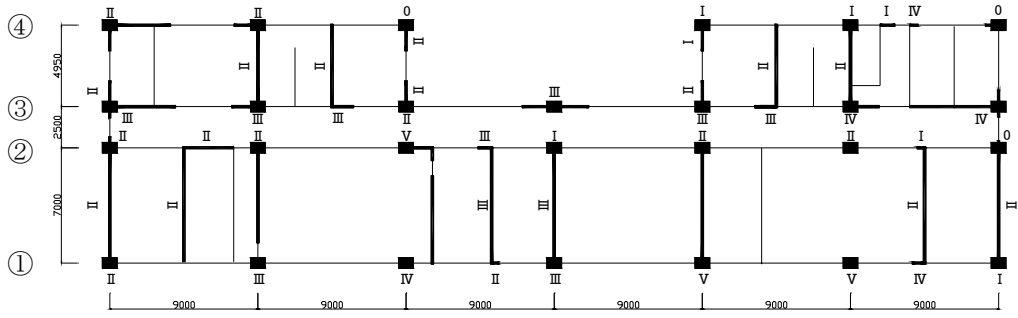
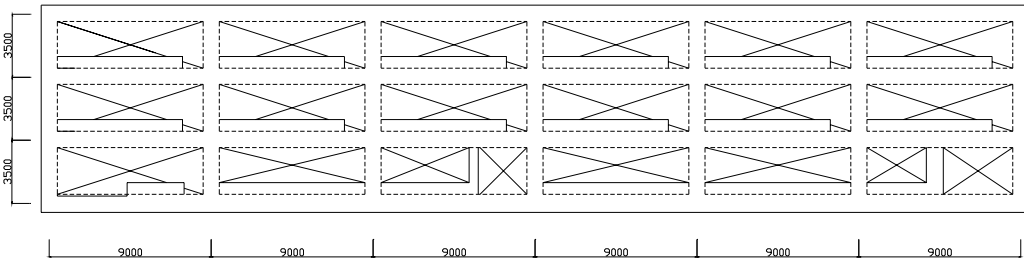
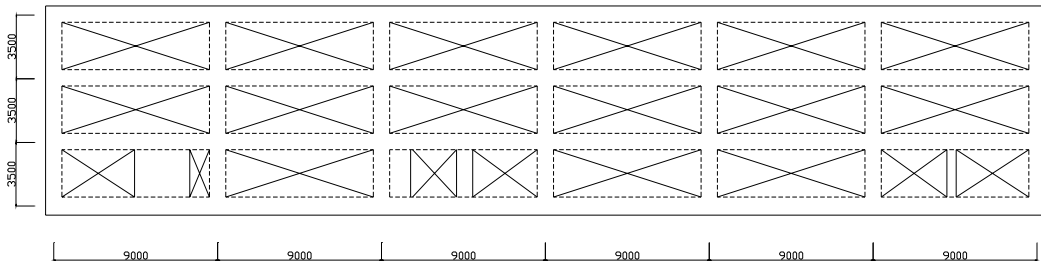


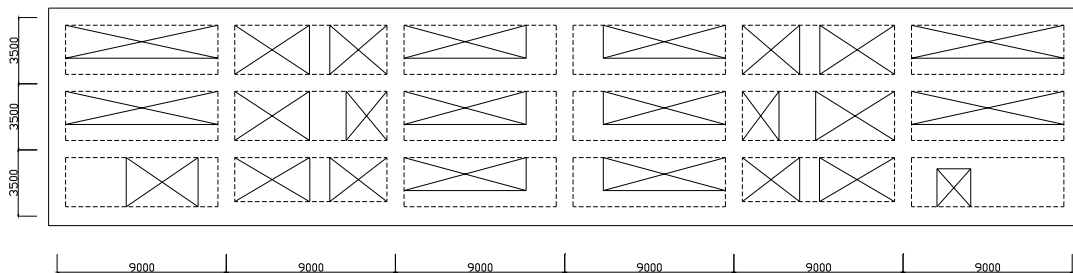
図5 北村小学校校舎の1階平面図及び鉛直部材の損傷度



(a) ①通 軸組図



(b) ②通 軸組図



(c) ③通 軸組図



(d) ④通 軸組図

図6 北村小学校校舎の桁行方向軸組み図



写真1 北村小学校校舎の全景



写真2 南構面の柱の被害状況

桁行方向のX型ブレース (28φ) の4構面のうち3構面でガセットプレートの溶接部の脆性破断 (溶接不足と思われる) が生じ (写真6)、残り1構面もブレース材が座屈した。柱脚部のかぶりコンクリート (無筋) の剥離の他、外装材パネル、雨どい及び開口部の変形・湾曲が生じ、窓ガラスも多数破損するなど、大きな被害が生じた (写真7)。

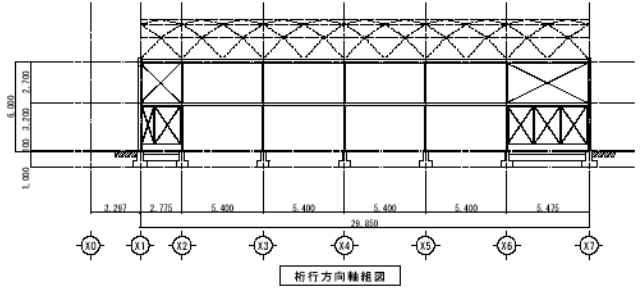


図8 北村小学校体育館の桁行方向の軸組み図



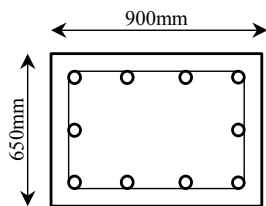
写真3 せん断破壊した柱



写真4 袖壁付柱の損傷



写真6 ブレース接合部の破断



主筋：10-D22  
Hoop：9φ@150  
(柱頭・柱脚は@100)

図7 1階柱断面



写真5 転倒した防火扉



写真7 開口部・窓ガラスの損傷

(2) 体育館 (S造、1973年建設) [大破]

桁行方向は、キャットウォークより下部層はブレース材を内蔵する構造パネル、上部層は丸鋼を用いたX型ブレース構造 (図8)。梁間方向は妻面がデブスの高いトラスラーメン構造で、屋根はラチスシェルである。

3.2 鹿島台町立鹿島台小学校

所在地：宮城県志田郡鹿島台町平渡字上戸1

敷地は小高い丘の麓に位置しており、西側が高く東へ傾斜している。学校の東側は国道346号線に面しており、向かい側に大きな被害を受けた鹿島台病院がある。敷地北側に東西方向の新校舎、西側に南北方向の旧校舎 (木造)、その西側の1段高い所に体育館 (S造平屋建、1968年建設) がある。体育館及び旧校舎は無被害であった。

(1) 新校舎 (RC造4階建、東側は1969・1970年建設、西側は1977・1981年建設) [小破]

桁行方向は 4.5m スパンの片廊下型の校舎で、東側と西側校舎が Exp. Joint で接続されている。張間方向は 3 本の柱が配置され、廊下の北側に階段室、トイレなどが配置されている。

1 階及び 2 階で、廊下北側の柱の多くにせん断ひび割れが発生した。東側部分の被害は 2 階が最も激しく、柱 2 本がせん断破壊（損傷度Ⅳ、写真 8）したほか、非構造壁 1 枚もせん断破壊（損傷度Ⅳ）した。トイレ周りの袖壁や垂れ壁にも幅 2mm 程度のひび割れが生じた。1 階では、昇降口部分の桁行方向の耐震壁 2 枚に幅 2mm 程度のせん断ひび割れが発生したが、この耐震壁が有効に地震力を負担したと考えられ、その他の柱や壁の損傷は 2 階と比較すると小さかった。3,4 階についても柱のせん断ひび割れが見られたが、1,2 階と比較すると損傷は軽微であった。

西側部分でも 1 階および 2 階で、廊下北側構面の柱のほとんどに幅 1～2mm 程度のせん断ひび割れが発生した（損傷度Ⅱ～Ⅲ）。新校舎東側と比較すると、桁行方向に壁が少ないため、損傷を受けた柱の割合がやや多かった。また、東側と西側部分の間の Exp. Joint. にほとんど間隔がなく、衝突により損傷が生じた。特に 4 階バルコニーはコンクリートが大きく崩落し、鉄筋が露出した（写真 9）。被災度区分判定基準による残存耐震性能率（略算）は、東側 R=84%、西側 R=80% でいずれも [小破] に区分される。

被災後、夏休み中に大きなせん断ひび割れが生じた柱の補修（エポキシ樹脂注入および炭素繊維巻き補強）、及び、Exp. Joint. の拡幅による改修を行い、2 学期から使用している。



写真 8 せん断破壊した柱 写真 9 Exp. Joint の被害

### 3.3 鳴瀬町立小野小学校

所在地：宮城県桃生郡鳴瀬町小野字裏丁 39 番地

(1) 校舎（RC3 階建、1969・1970 年建設）[小破]

桁行方向は基本的に 9m スパンの片廊下型の校舎で、

張間方向は 3 本の柱が配置され、廊下の北側に階段室、トイレなどが配置されている。

1 階廊下北側の柱に損傷度Ⅲのせん断ひび割れ、1 階東側昇降口と家庭科室の間の柱 2 本に損傷度Ⅳ（写真 10）、1 階梁間方向の壁に損傷度Ⅱ程度のひび割れが生じた。残存耐震性能率（略算）は、R=85% で [小破] であった。この付近では建物周囲の地盤変動により地盤が沈下し、昇降口と家庭科教室の床スラブも多少沈下して傾斜した。また、3 階コンピュータ室のパソコンや蛍光灯が落下した（写真 11）。

(2) 体育館（1 階 RC 造、2 階 S 造、1972 年建設）[小破]

S 造部分の桁行方向は L 型鋼を用いた X 型ブレース構造、梁間方向は平面トラス梁・柱からなるラーメン構造で、屋根は L 型鋼を斜め格子状に覆う単層式立体架構（いわゆるダイヤモンドトラス）。

桁行方向の X 型ブレース（L-65×65×6、接合部ボルトは、F10T の 2-M16）は、梁間方向にラーメン架構を形成するメインの柱と間柱に偏心して取り付けられている。なお、メイン柱、間柱共に露出柱脚となっている。偏心接合の影響で 4 ヶ所のブレースのうち 1 ヶ所の間柱柱脚にねじれが生じ柱脚を固定するアンカーボルトの 2 本（1 箇所）が破断した（写真 12）また、アリーナ側のブレースの面外座屈（全体座屈、写真 13）、交差部の高力ボルトに滑りによると思われる塗装の剥がれが見受けられる。また、大梁ガセットプレートに歪が生じたと思われる塗装の剥がれが見られた。柱の傾斜角は最大で 1/250（梁間方向）であった。天井材、内壁および体育器具など、非構造部材の落下被害は見られなかった。



写真 10 せん断破壊した柱 写真 11 コンピュータ室の被害状況



写真 12 間柱柱脚のアンカーボルトの破断



写真 13 座屈した桁ブレースの破断



写真 15 袖壁補強した南構面の柱



写真 16 柱にRC巻補強し袖壁及び腰壁・垂れ壁を補強（北構面）

### 3.4 鳴瀬町立野蒜小学校

所在地：宮城県桃生郡鳴瀬町野蒜字亀岡 80 番地

敷地は平坦地で、校舎北側約 10m が崖となっている。

(1) 校舎（RC 造 3 階建、1968 年建設、写真 14）〔軽微〕

1978 年宮城県沖地震により、1 階北側構面の柱がせん断破壊する被害が生じ、その後補修・補強工事が行われ使用されていた。補強工事の詳細に関する資料は保存されていないが現地での確認によると、南側構面（写真 15）で柱の両側の袖壁増設を 4 箇所、北側構面（写真 16）では柱断面を RC 巻き補強し、その両側に袖壁を増設し、さらに腰壁・垂壁を増し打ちしていた。

今回の地震では、柱や袖壁に軽微なひび割れが生じた程度で、被害は軽微であった。平成 14 年度に行われた耐震診断の結果（耐震補強の効果は考慮せず）によると、桁行方向の構造耐震指標  $I_s$  値は、1 階から順に 0.3、0.3、0.48 とかなり低い値であったにもかかわらず、被害が軽微であったこと、上記の耐震補強がある程度効果を発揮したものと考えられる。



写真 14 野蒜小学校校舎の全景

### 3.5 矢本町立矢本第一中学校

所在地：宮城県桃生郡矢本町小松字上浮足 194 番地

敷地は、田圃を埋め立てた平坦地であり、地盤はあまりよくないと考えられる。校舎は、図 9 のように L 字型平面を有する①-1,②棟に Exp. Joint を介して①-2 棟および①-3 棟が接続されている。

(1) 校舎①-1,②棟（RC 造 3 階建、1964・1965 年建設）〔小破〕

①-1 部分は、桁行方向 9m スパンの片廊下型の校舎で、張間方向は南構面と中通りの 2 本の柱が配置され、廊下の北側構面には 3m スパンで非構造壁がある。1 階の柱の断面は 500mm×700mm で、9m スパンで 2 本柱の割には柱断面が比較的小さい。

1 階北側構面・桁行方向の非構造壁の多数に大きなせん断ひび割れが生じた（損傷度Ⅲ～Ⅳ程度が 5 枚、損傷度Ⅰ～Ⅱが 3 枚、写真 17）。また、南側構面の柱にも、損傷度Ⅲが 1 本（写真 18）、損傷度Ⅰ～Ⅱが 3 本の損傷が生じた。なお、北側の 2 階桁行方向の非構造壁にも損傷度Ⅲ程度のせん断ひび割れが見られた。残存耐震性能率（略算）は、 $R=81\%$  で〔小破〕であった。

東側で L 字型に接続されている校舎②棟では、玄関部分の柱 1 本の脚部で地盤沈下（2cm）によるひび割れ（損傷度Ⅱ～Ⅲ）見られたほかには構造躯体の被害は特になし。

(2) 校舎①-2 棟（RC 造 3 階建、1984 年建設）〔軽微〕

桁行方向は 9m スパンの片廊下型の校舎で、新耐震設計以降の建物である。校舎①-1 との Exp. Joint 部分が衝突し、カバーが変形する被害を受けたが、構造躯体は無被害である

(3) 校舎①-3 棟（RC 造 3 階建、1994 年建設）〔無被害〕

桁行方向は 4.5m スパンの中廊下型の校舎で、新耐震設計以降の建物である。無被害。

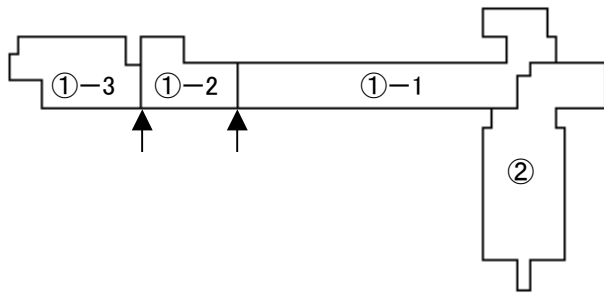


図9 矢本第一中学校校舎配置図



写真 17 北側構面の非構造壁のせん断ひび割れ (校舎①-1)



写真 18 南側構面の柱のせん断ひび割れ (校舎①-1)

#### 4. まとめ

今回の地震は、いわゆる直下型の地震であり、被災地域は震源付近の約 10~20km 四方の狭い領域であった。これらの地域では、約 4000 棟の住家が全・半壊するなどして多くの方々が避難生活を余儀なくされた。地域の防災拠点と位置づけられる学校施設の被害は、住家の被害と比較すると、大破した建物は RC 校舎、体育館それぞれ 1 棟ずつであり、比較的少なかったとも考えられる。幸いなことに、学校施設の被害による児童・生徒、教職員の方々の負傷もなかったと報告されている。しかしながら、これは今回の地震が夏休み期間の早朝に発生した（本震）ことによるところも大きい。もし、学校施設使用中に地震が発生していれば、北村小学校校舎の防火扉の転倒や、その他学校体育館のガラスの破損、天井ボードの落下などで、重大な人的被害は避けられなかったとも考えられる。また、被害を受けた学校施設の多くは、夏休み中に応急的な復旧工事を行い、2 学期の授業開始に支障をきたさなかったことも不幸中の幸いであった。しかしながら、避難所に指定されている体育館では、天井ボードの落下危険性のために使用できない施設もあったことは、地域の防災計画上の課題を残した。

2 章で述べたように、地震被害は 1981 年以前の古い耐

震基準で設計された建物に集中することは、今回の地震でも再度明らかとなった。また、これらの旧基準の建物でも耐震補強した建物には大きな被害が生じないことも、今回の被害調査で確認できた（残念ながら、耐震補強された建物は少なかったが）。宮城県では、今後 20 年以内に 90% という高い確率で 1978 年宮城県沖地震と同じタイプの地震が発生するとされている。その対策として、学校施設の耐震化をより一層推進することが望まれる。

今回地震では、発生後速やかに被災建物の応急危険度判定が宮城県の主導で組織され、約 1 週間で 7000 棟余りの判定が行われた（詳細は本誌の別稿）。筆者らが現地調査を行ったのは、地震発生約 1 週間後の応急危険度判定がほぼ一段落した段階であった。その時点では、被災建物の復旧をどうすればよいか、という次の問題を被災された方々の多くが抱えているように感じられた。教育委員会での情報収集の際には、各施設の被害の復旧対策として何が必要かの助言を各町で求められ、各施設の調査後に筆者らの意見を伝えたところ、大変感謝していただいた。住宅等の復旧についても各町で相談窓口を設けるなどの対応がなされたが、必ずしも組織的なものではなかったようである。被災地の速やかな復興のためには、被災建物の応急危険度判定に引き続き、復旧の可否や方法を判定・助言する判定士の制度作りが今後必要と思われる。このような目的から、宮城県では 9 月に「被災度区分判定基準および復旧技術指針」<sup>1)</sup>の講習会が行われ、受講者を被災度区分判定士として登録する制度を新たに設けるための検討が、宮城県の防災対策担当、設計事務所協会の技術者など中心に始められている。

#### 謝辞

地震災害直後の忙しいなか被害状況を丁寧に説明し、資料をご提供いただいた各町の教育委員会の方々、快く校舎内を調査させていただき、貴重な体験談を聞かせて下さった学校の先生方に厚く御礼申し上げるとともに、被害を受けた学校の教育活動が一日も早く旧に復することを祈願する。

#### 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) 日本建築学会東北支部：2003 年 7 月 26 日宮城県北部の地震災害調査速報、2003.8
- 3) 日本建築学会東北支部：2003 年 5 月 26 日宮城県沖の地震災害調査速報、2003.6
- 4) 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・同解説、2001.10