

平成 23 年 4 月 21 日

国土交通省国土技術政策総合研究所

独立行政法人建築研究所

平成 23 年東北地方太平洋沖地震による建築物被害第一次調査
水戸市の旧耐震基準による小・中学校体育館等の被害概要調査（速報）

1. 調査目的

地震後に避難所として重要な役割を持つ学校体育館等について、構造、非構造の被害概要を把握し、過去の地震被害との相違点等を明らかにすることを目的として、調査を実施する。既に、3月30日～31日の調査では、茨城県内で震度が大きかった地域の、いわゆる新耐震基準（昭和56年施行）以前（以下、旧耐震基準と呼ぶ）の高等学校の体育館を中心に、被害概要を把握した。本調査では、前回の調査で比較的被害が大きいことが判明した水戸市を調査地域とし、高等学校に比べて規模が小さいと考えられる小・中学校の旧耐震基準の体育館を中心に、被害概要調査を行う。

2. 調査者

第1班

国土交通省国土技術政策総合研究所

岩田善裕

独立行政法人建築研究所

長谷川隆、脇山善夫

第2班

独立行政法人建築研究所

森田高市、石原直

3. 調査日程

4月11日（月）

第1班

8:00 つくば市を出発

9:20～16:50 A～E校の被害概要調査

18:10 つくば市に到着

4月12日（火）

第1班

8:00 つくば市を出発

9:10～17:00 F～L校の被害概要調査

18:15 つくば市に到着

第2班

8:00 つくば市を出発

9:05～15:00 M～S校の被害概要調査

17:40 つくば市に到着

4. 調査結果概要

水戸市内の旧耐震基準の体育館を有する小・中学校は合計 19 校であり、それらの学校の体育館等（武道場を含む。以下同じ）について調査を行った。結果として、調査対象となった体育館等は 22 棟であり、そのうち旧耐震基準のものは 20 棟である（新耐震基準のものは D 校の武道場、K 校の武道場の 2 棟である）。旧耐震基準の 20 棟については、全て耐震補強は実施されていない。以下、調査対象 22 棟の体育館等について被害概要を示す。

4. 1 A～E 校の調査（第 1 班 4 月 11 日調査分）

(1) A 校

・体育館

建物概要：昭和 47 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.1-1）。柱は日の字型断面と思われる。桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：根巻柱脚のコンクリートにひび割れが見られた（写真 4.1-2）。張間山形ラーメン頂部付近の梁ウェブに降伏によると見られる塗装の剥がれがあった（写真 4.1-3）。

非構造被害概要：外壁にコンクリートのひび割れ及び剥落（写真 4.1-4）、金属サイディングの外れ（写真 4.1-5）が見られた。舞台の内壁にコンクリートのひび割れが見られた。硬化性パテで取り付けられた窓ガラスが 4 枚割れていた（写真 4.1-6）。

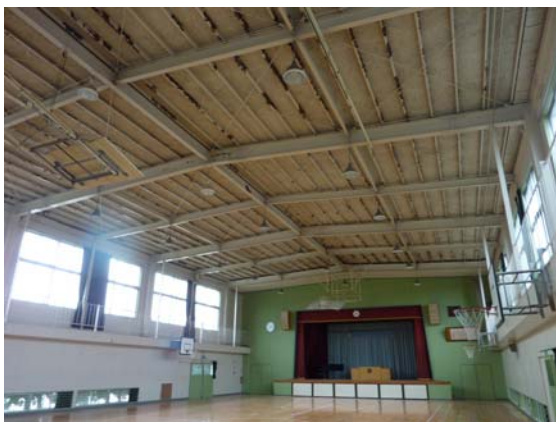


写真 4.1-1 内観



写真 4.1-2 根巻柱脚のコンクリートのひび割れ



写真 4.1-3 降伏によると見られる
塗装の剥がれ



写真 4.1-4 コンクリートのひび割れ及び
剥落 (外壁)



写真 4.1-5 金属サイディングの外れ (外壁)



写真 4.1-6 窓ガラスの割れ

(2) B校

・体育館

建物概要：昭和 40 年竣工。構造種別は下部 RC 造、上部 S 造 (写真 4.1-7)。上部の柱は変断面 H 形鋼。上部の桁行方向はブレース構造 (X 型、山形鋼シングル)。

構造被害概要：ブレース構面に被害が見られた (写真 4.1-8)。ブレースの交差部および端部でのボルト破断 (写真 4.1-9～11)、ブレースの座屈 (写真 4.1-12)、接合部でのボルトの滑りや柱脚部でのコンクリートの剥離 (写真 4.1-13) が見られた。

非構造被害概要：ラスモルタル外壁のモルタル部分および仕上げボードが脱落していた (写真 4.1-14)。舞台の天井が 3 枚脱落していた (写真 4.1-15～16)。アリーナの天井に僅かな浮きが見られた。



写真 4.1-7 内観



写真 4.1-8 ブレース構面の被害



写真 4.1-9 ボルトの破断（交差部）



写真 4.1-10 破断したボルト



写真 4.1-11 ボルトの破断（端部）



写真 4.1-12 ブレースの座屈



写真 4.1-13 接合部でのボルトの滑り、
柱脚部でのコンクリートの剥離



写真 4.1-14 外壁の脱落



写真 4.1-15 天井の脱落（天井下地は木製）



写真 4.1-16 脱落したせっこうボード

・武道場

建物概要：昭和 53 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.1-17）。柱は日の字型断面と思われる。桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：柱脚にコンクリートのひび割れが見られた（写真 4.1-18）。

非構造被害概要：窓ガラスが 4 枚割れたとの情報があった（復旧済み）。外壁タイルの剥落（写真 4.1-19）、コンクリートブロック壁のひび割れ（写真 4.1-20）が見られた。



写真 4.1-17 内観



写真 4.1-18 柱脚のコンクリートのひび割れ



写真 4.1-19 外壁タイルの剥落



写真 4.1-20 コンクリートブロック壁のひび割れ

(3) C校

・体育館

建物概要：昭和 46 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.1-21）。柱は日の字型断面と思われる。桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった（写真 4.1-22～23）。

非構造被害概要：妻壁が外側へ傾斜し、天井と妻壁の取り合い部に隙間が見られた（写真 4.1-24）。



写真 4.1-21 内観



写真 4.1-22 屋根面水平ブレース（損傷なし）



写真 4.1-23 柱脚（損傷なし）

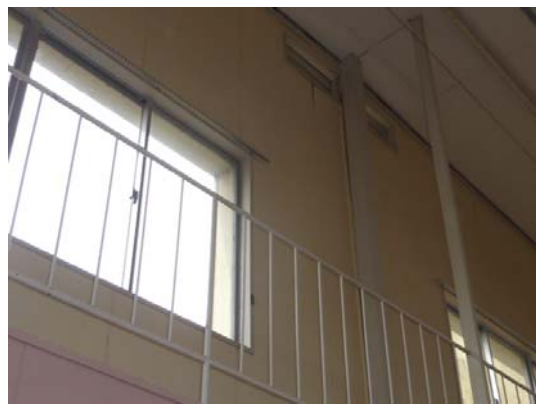


写真 4.1-24 妻壁の外側への傾斜および天井と妻壁の取り付け部での隙間

（4）D校

・体育館

建物概要：昭和 54 年竣工。構造種別は 1 層 RC 造、屋根は S 造（写真 4.1-25）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：屋根面水平ブレースの 2 箇所 bolts が破断したとの情報があった。屋根支承部には損傷は見られなかった（写真 4.1-26）。

非構造被害概要：窓ガラスが 2 枚割れたとの情報があった。



写真 4.1-25 内観



写真 4.1-26 屋根支承部（損傷なし）

・武道場

建物概要：平成 1 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.1-27）。柱は角形鋼管で、桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった（写真 4.1-28）。

非構造被害概要：照明の枠が 9 箇所落下、照明が 6 箇所垂れ下がったとの情報があった。



写真 4.1-27 内観



写真 4.1-28 角形鋼管柱（損傷なし）

（5）E 校

・体育館

建物概要：昭和 54 年竣工。構造種別は 1 層 RC 造、屋根は S 造（写真 4.1-29）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：屋根面水平ブレースにたわみが数箇所見られた（写真 4.1-30）。屋根支承部にコンクリートの亀裂が見られた（写真 4.1-31）。

非構造被害概要：照明のカバーが一箇所脱落したとの情報があった（復旧済み）。



写真 4.1-29 内観



写真 4.1-30 屋根面水平ブレースのたわみ



写真 4.1-31 屋根支承部でのコンクリートの亀裂

4. 2 F～L校の調査（第1班4月12日調査分）

（1）F校

・体育館

建物概要：昭和52年竣工。構造種別は1層RC造、屋根はS造（写真4.2-1）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：屋根面コーナーの水平ブレースに若干のたわみが見られた（写真4.2-2）。

非構造被害概要：窓ガラスが数枚割れたとの情報があった（復旧済み）。



写真 4.2-1 内観



写真 4.2-2 屋根面水平ブレースのたわみ

(2) G校

・体育館

建物概要：昭和 57 年竣工。構造種別は下部 RC 造、上部 S 造（写真 4.2-3）。上部の柱は角形鋼管で、桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。舞台上部に屋根面水平ブレース（山形鋼）が設置されているのを確認した。

構造被害概要：柱脚部のコンクリートに僅かな亀裂が見られた（写真 4.2-4）。舞台上部の屋根面水平ブレースや鉄骨屋根に被害は見られなかった（写真 4.2-5～6）。

非構造被害概要：妻壁等との取り合い部に天井の損傷が多数見られた（写真 4.2-7）。天井（せっこうボード直張り）が部分的に脱落していた（写真 4.2-8）。



写真 4.2-3 内観



写真 4.2-4 柱脚部でのコンクリートの亀裂



写真 4.2-5 屋根面水平ブレース（損傷なし） 写真 4.2-6 鉄骨屋根の接合部（損傷なし）



写真 4.2-7 天井の損傷



写真 4.2-8 脱落した天井（せっこうボード）

（3）H校

・体育館

建物概要：昭和 52 年竣工。構造種別は 1 層 RC 造、屋根は S 造（写真 4.2-9）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった。

非構造被害概要：妻面の内壁が一部破損したとの情報があった（復旧済み）。

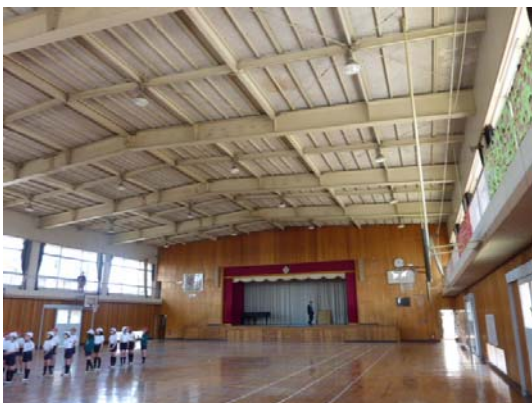


写真 4.2-9 内観

(4) I校

・体育館

建物概要：昭和 56 年竣工。構造種別は 1 層 RC 造、屋根は鉄骨トラス（写真 4.2-10）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった（写真 4.2-11）。

非構造被害概要：構造体との取り付け部で天井の損傷が見られた（写真 4.2-12）。せっこうボード片と合板片が脱落していた（写真 4.2-13）。天井の回り縁が脱落していた。窓ガラスが 1 枚割れたとの情報があった（復旧済み）。



写真 4.2-10 内観



写真 4.2-11 屋根面の鉄骨トラスと水平ブレース
(損傷なし)

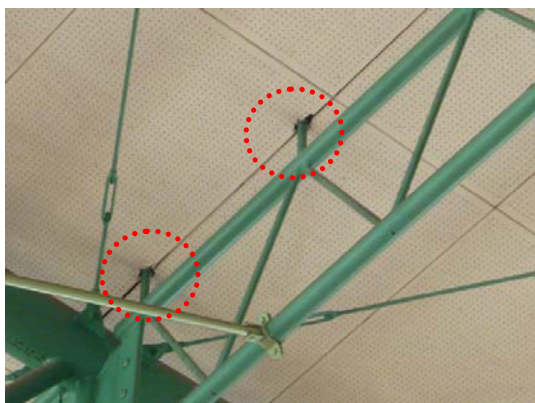


写真 4.2-12 天井の損傷



写真 4.2-13 脱落したせっこうボード片と合板片

(5) J校

・体育館

建物概要：昭和 48 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.2-14）。柱は H 形鋼で、桁行方向はブレース構造（X 型、ターンバックル）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：柱脚部にコンクリートの亀裂が見られた（写真 4.2-15）。張間山形ラーメン頂部付近の梁ウェブに降伏によると見られる塗装の剥がれがあった（写真 4.2-16～17）。

非構造被害概要：アリーナの内壁が少し傾斜していた（写真 4.2-18）。



写真 4.2-14 内観



写真 4.2-15 柱脚部のコンクリートの亀裂



写真 4.2-16（左）、写真 4.2-17（右） 梁ウェブの降伏によると見られる塗装の剥がれ



写真 4.2-18 アリーナの内壁の傾斜

（6）K校

・体育館

建物概要：昭和 47 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.2-19）。柱は H 形鋼で、桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった。

非構造被害概要：窓ガラスが 26 枚割れていた（写真 4.2-20）。窓サッシの屋内の方立カバーが 1 箇所脱落していた。妻面の内壁にひび割れが見られた。



写真 4.2-19 内観

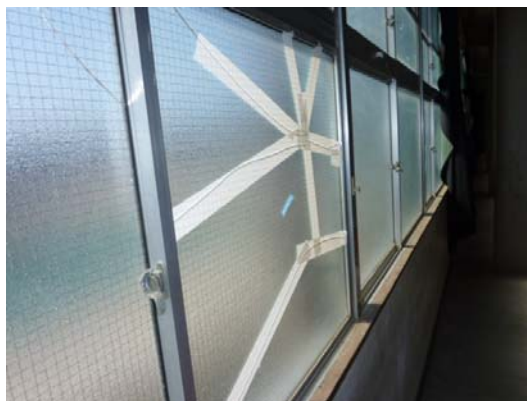


写真 4.2-20 窓ガラスの破損

・武道場

建物概要：平成 2 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.2-21）。柱は角形鋼管で、桁行の構面にブレースはなく、両方向ともラーメン構造である。

構造被害概要：構造的な被害は見られなかった（写真 4.2-22）。

非構造被害概要：非構造部分の被害は見られなかった。

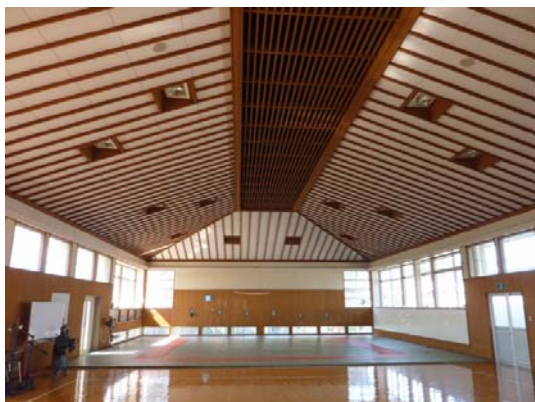


写真 4.2-21 内観



写真 4.2-22 角形鋼管柱（損傷なし）

（7）L 校

・体育館

建物概要：昭和 52 年竣工。構造種別は 1 層 RC 造、屋根は S 造（写真 4.2-23）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：屋根支承部にコンクリートの剥落が見られた（写真 4.2-24）。屋根面水平ブレースがほぼ全箇所で大きくたわんでおり（写真 4.2-25）、1 箇所破断していた（写真 4.2-26）。

非構造被害概要：はめ殺し窓のガラスの破損が 12 箇所で見られた（写真 4.2-27～28）。



写真 4.2-23 内観



写真 4.2-24 屋根支承部でのコンクリートの剥落



写真 4.2-25 屋根面水平ブレースのたわみ



写真 4.2-26 屋根面水平ブレースの破断



写真 4.2-27 窓ガラスの破損

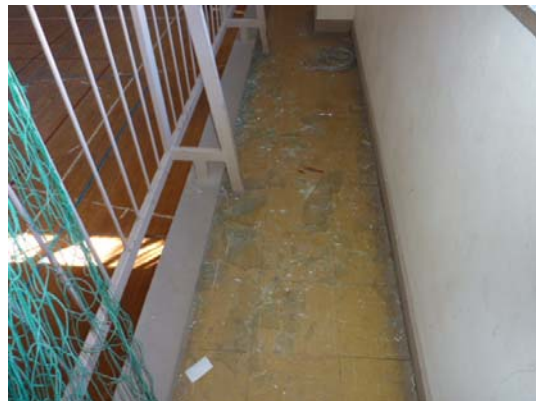


写真 4.2-28 割れた窓ガラス

4. 3 M～S校の調査（第2班）

（1）M校

・体育館

建物概要：昭和 56 年竣工。構造種別は RC 造、屋根版はプレキャストコンクリート（写真 4.3-1）。

構造被害概要：本震の際、モルタル片が落下した。調査時には片付けられていたが、屋根

支承部付近のモルタルの剥離（写真 4.3-2）によると考えられる。妻壁部分での外部の屋根支承部ではアンカーが露出していた（写真 4.3-3）。柱には桁行方向の曲げによるわずかなひび割れが見られた。

非構造被害概要：被害は見られなかった。



写真 4.3-1 内観



写真 4.3-2 屋根支承部のモルタルの剥離



写真 4.3-3 外部の屋根支承部

（2）N校

・体育館

建物概要：昭和 51 年竣工。構造種別は RC 造、屋根は S 造。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：屋根の梁の塗装が床面に落ちており（写真 4.3-5）、梁の振動・変形が比較的大きかったものと推察された。屋根の水平ブレースはほぼ全てがたわんだ状態であり（写真 4.3-6）、屋根支承部が損傷して（写真 4.3-7）、仕上げモルタルが落下した。

非構造被害概要：軒先のモルタル製の仕上げ材が落下した（写真 4.3-8～9）。内部ではボルトが 20 本以上落下した（写真 4.3-10）。



写真 4.3-5 内観



写真 4.3-6 屋根ブレースのたわみ



(a)柱頭



(b)柱頭



(c)妻壁

写真 4.3-7 屋根支承部の損傷



写真 4.3-8 軒先



写真 4.3-9 軒先から落下したモルタル仕上げ



写真 4.3-10 落下したボルト

(3) O校

・体育館

建物概要：昭和 51 年竣工。構造種別は RC 造、屋根 S 造（写真 4.3-11）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：柱頭の屋根支承部の仕上げモルタルが剥落したが、調査時点では修復済みであった（写真 4.3-12）。また地震によるものか不明だが、アリーナを支える束が転倒していた（写真 4.3-13）。

非構造被害概要：本震の際にはガラスが 7 枚破損し、4 月 11 日の余震でさらにガラス 1 枚が割れたとのことであった。



写真 4.3-11 内観



写真 4.3-12 屋根支承部
(灰色部分が修復箇所)



写真 4.3-13 束の転倒

(4) P校

・体育館

建物概要：昭和 50 年竣工。構造種別は RC 造で、屋根のみ S 造（写真 4.3-14）。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：今回の地震によるものか定かではないが、柱には軽微な曲げひび割れが見られ、舞台裏の妻壁には換気口から斜めにひび割れが生じていた（写真 4.3-15）。なお、地震の 2 週間前に耐震補強が終了した校舎に被害はなかったが、校舎や体育館まわりの地盤の変状が目立ち、通路や犬走り等が破損していた。

非構造被害概要：被害は見られなかった。



写真 4.3-14 内観

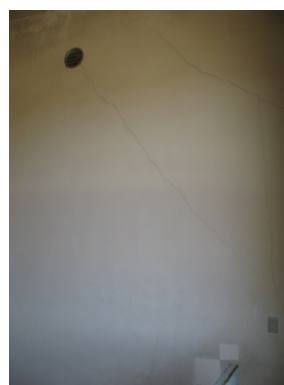


写真 4.3-15 妻壁のひび割れ

(5) Q校

・体育館

建物概要：昭和 56 年竣工。構造種別は下部 RC 造、上部 S 造（写真 4.3-16）。S 造の柱は日の字型断面と思われる。開口のあるスパンに桁行き方向のブレースはなく、四隅の桁行き方向に仕上げに覆われた壁部分があるが十分な長さがなく、桁行き方向もラーメン構造と見受けられた。ボールド状の屋根形状で、床面から天井面までの最大高さを計測すると 11.5m であった。以下の地震被害に関する補修工事は調査時点では全て終了しており、その週から使用しているとのことであった。

構造被害概要：柱脚部のモルタルが割れたが、修復済みであった（写真 4.3-17）。

非構造被害概要：ガラスが 28 枚割れ、水銀灯にずれが生じた。また舞台上の電球が落下した。外部では外装材のパネル 1 枚が落下した。



写真 4.3-16 内観



写真 4.3-17 柱脚部（修復済み）

(6) R校

・体育館

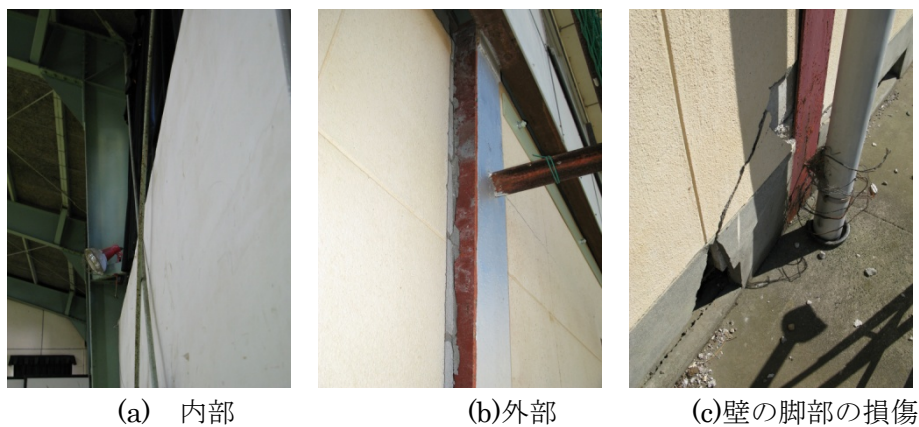
建物概要：昭和 41 年竣工。構造種別は 1 層 S 造（写真 4.3-18）。柱間にある 3m 程度の高さの壁は S 造柱とは特に接合されていないため、自立した壁と思われる。柱との境界部分で見たところ、壁はコンクリートブロック(CB)製のように見受けられた。出入り口のある四隅の 4 スパンには CB 製の自立壁を補強するための材を昨年設置した。屋根面には水平ブレース（ターンバックル）が設置されている。

構造被害概要：構造躯体としての S 造骨組に被害は見られなかったが、CB 製の自立壁が内側に傾いてブレースに寄りかかった状態となっており、壁の脚部に損傷が見られた（写真 4.3-19）。

非構造被害概要：被害は見られなかった。



写真 4.3-18 内観



(a) 内部

(b)外部

(c)壁の脚部の損傷

写真 4.3-19 S 造柱と傾いた自立壁

(7) S 校

・体育館

建物概要：昭和 41 年竣工。構造種別は上部が S 造でラチス柱とラチス梁で構成される。下部はラチス柱を内蔵した SRC 造と思われる。壁には CB が使われている（写真 4.3-20）。屋根面には水平ブレース（山形鋼）が設置されている。

構造被害概要：構造躯体としての S 造骨組に被害は見られなかったが、CB 壁にひび割れが見られた（写真 4.3-21）。

非構造被害概要：サッシが 1 つ外れかけているのを針金で留めているとのことであった。またサッシ上部のカバーが落下していた（写真 4.3-22）。



写真 4.3-20 内観

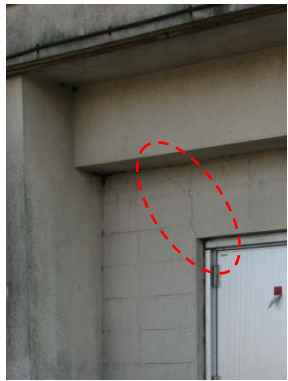


写真 4.3-21 CB壁のひび割れ

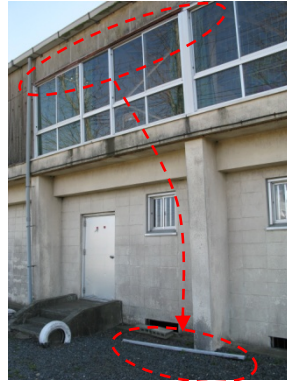


写真 4.3-22 カバーの落下

【問い合わせ先】

国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部
独立行政法人建築研究所 構造研究グループ

岩田善裕 (電話: 029-864-4261)
長谷川隆 (電話: 029-864-6662)