



三陸南地震（2003年5月26日） 被害建物調査 速報

東京都立大学大学院 北山和宏

調査者：北山和宏，岸田慎司，森田真司（D3），森山健作（M2）

目的： 兵庫県南部地震（1995）以降、耐震性能の劣っている建物を耐震補強することが社会的な要請となり、国家事業として推進されつつある。しかしそのようにして耐震補強された建物が大きな地震を経験した例は今までほとんどなく、補強建物の地震時挙動を実地に調査した報告も少ない。

耐震補強された建物の地震被害状況を調査（あるいは被害がないことを確認）することによって、耐震診断および耐震補強法の妥当性を検証できると考えた。そこで震度6弱の^{かなり}金成町および^{わくや}浦谷町、震度5強の築館町にある小中学校のうち、文教施設協会に設置されている「学校建物の耐震診断・耐震補強設計等判定委員会」（委員長：岡田恒男東京大学名誉教授）で耐震判定された学校建物を対象として調査を実施した。調査は2003年6月12日（木）と13日（金）の二日間に分けて行い、13日には東北大学前田匡樹助教授のチーム（学生3名）、文教施設協会・梶田尚令氏、万建築設計事務所・木村秀雄氏と合同で行った。なお報告内のひび割れ幅はクラック・スケールによって測定したものである。

地震の概要：

発生日時 2003年5月26日18時24分ころ

震央地名 宮城県沖

震源の深さ 約71km

規模 マグニチュード7.0

人的被害 負傷者143名

- (1) 金成（かなり）町の耐震診断・補強状況 説明：教育委員会 加藤氏
小学校5校・中学校1校 そのうち耐震補強したのは沢辺小学校のみ

金成町立金成小学校 6月12日14:40～15:10 説明：小野寺先生

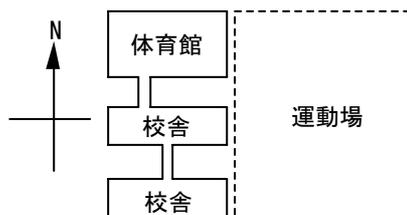
緩やかな山の中腹に位置している。

体育館（S55） RC造一階建て ギャラリーより上S造

被害： 窓ガラス27枚破損 ブレースL-65×65×5（X型、桁行方向計8枚）は無被害
一階耐震壁にせん断ひび割れ（幅0.4mm：損傷度Ⅱ）

校舎（S55） RC造二階建て

被害： 軽微なひび割れ



金成小学校建物配置図



金成小学校・体育館

金成町立金成中学校 6月12日 15:13~15:55 説明：教頭高橋先生

高台に設置されている。体育館のみ崖の脇に位置している。

南校舎 (S46) RC造三階建て

被害： 腰壁の縦ひび割れ

トイレのタイル剥落

張り間方向耐震壁に水平ひび割れ（打ち継ぎ面）およびせん断ひび割れ（幅 0.4mm）

桁行き方向耐震壁にせん断ひび割れ（幅 0.3mm）

北校舎 (S46) RC造二階建て

被害： 北校舎と南校舎の間のエキスパンション・ジョイント（間隔なし）の衝突によるコンクリート塊の落下

柱に曲げひび割れ（幅 0.2mm 以下：損傷度 I）

体育館 (S47) RC造二階建て/S屋根 崖地に建っている 平成4年に大規模改修

被害： ガラス破損

二階のギャラリー柱に曲げひび割れ（幅 0.3mm）

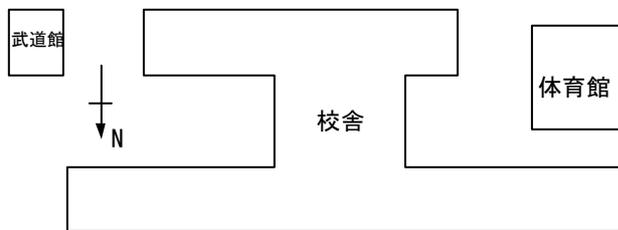
二階の開口付き耐震壁にせん断ひび割れ（幅 1mm 以上：損傷度 III）

一階耐震壁にせん断ひび割れ

二階開口付き耐震壁脚部(200mm の位置)に水平ひび割れ（幅 1mm）

建物外側では表面仕上げ材（ゴム系）のためにひび割れを観察できなかった。

体育館全体としては「小破」と判断される。



金成中学校建物配置図



金成中学校・校舎東入り口



南北校舎間のエキスパンション・
ジョイントの衝突



体育館と周辺地形

金成町立沢辺（さわべ）小学校 6月12日 16:05～18:00

説明：教育委員会加藤氏および校長中川肇先生

国道4号沿いに位置している。南側には小高い丘がある。

平成14年12月 大規模改修および耐震補強工事完了

地盤の被害状況 北側浄化槽の浮き上がり 50mm ぐらい／南側地盤変状／渡り廊下の鋼管柱の一部沈下

校舎 (S54) RC造三階建て

耐震補強：北面柱に袖壁補強（一、二階：

各6カ所、三階：1カ所）

補強前桁行き方向 I_{sx} ：一階：

0.66、二階：0.72、三階：1.23

→ 補強後一階：0.75、二階：

0.80、三階：1.23

被害：袖壁に曲げひび割れ(ヘアクラック)

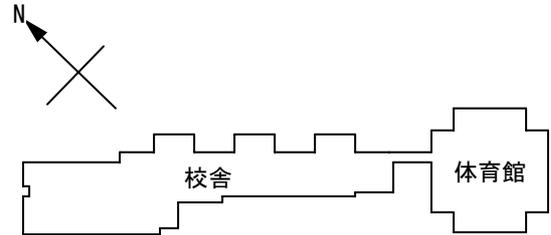
二階の妻壁（厚さ120mm）にせん断ひび割れ（幅0.25mm）

教室の張り間方向耐震壁にせん断ひび割れ

中廊下の柱曲げひび割れ

張り間方向の方立て壁にせん断ひび割れ（ひび割れ幅0.2mm）

鉄骨渡り廊下の屋根（デッキプレート）の座屈



沢辺小学校建物配置図

体育館 (S54) 一階RC造 二階以上S造

耐震補強：構面ブレース4面をL-65×65×6に交換／屋根面ブレース両側丸鋼22φに取替え

補強前最小 I_{sy} （二階）0.47→補強後 1.17

被害無し



沢辺小学校・校舎



校舎・南側地盤変状



北面柱（1F～3F）の袖壁補強
（曲げひび割れ発生）



体育館・ブレース部材交換による補強

(2) 築館町の耐震診断・補強状況 説明：教育委員会 氏家氏
小学校4校・中学校1校 耐震補強設計まで行うも未着工であった。

築館町立築館小学校 6月13日 9:25～11:00 説明：教頭佐藤純一先生

高台に設置されている。全ての建物が耐震補強未着工であった。

体育館 (S61 竣工) 一階RC造 ギャラリーより上S造 桁行き方向9スパン・張間方向5スパン
構面ブレースはL-75X75X6・ダブルが両側面に3枚ずつ

被害： 天井のグラスウール材の落下

桁行き方向極短柱（両側に掃き出し窓あり）に曲げせん断ひび割れ（幅0.4mm）

桁行き・張間両方向の耐震壁にせん断ひび割れ（幅0.3mm）

校舎 北棟西側 (S57) RC造三階建て 現状の最小 I_{sx} ：0.52（桁行き方向一階）

被害： 補強予定の妻面の下階壁抜け柱は無被害

桁行き方向一階の開口付き耐震壁にせん断ひび割れ（幅0.2mm）

張間方向一階の耐震壁にせん断ひび割れ（幅0.2mm）

東側とのエキスパンション・ジョイントに衝突によるひび割れ

階段室の周囲の耐震壁に水平なひび割れ（打ち継ぎ部と思われる）

桁行き方向の袖壁にせん断ひび割れ（幅0.2mm）

天井に設けた暖房用温風パイプの金属製グリルが多数落下

校舎 南棟 (S57) RC造二階建て 現状の最小 I_{sx} ：0.89（桁行き方向一階）

被害： 桁行き方向一階の耐震壁にせん断ひび割れ（幅0.2mm）

張間方向一階の垂れ壁に曲げひび割れ、腰壁にせん断ひび割れ（幅0.2mm）

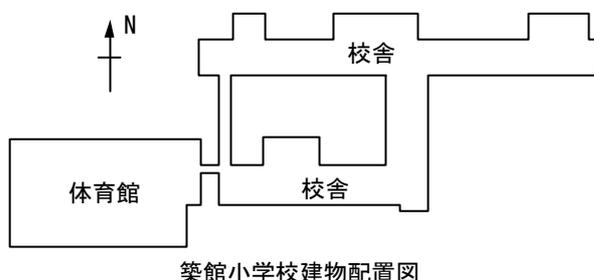
張間方向一階の妻壁（耐震壁）にせん断ひび割れ

張間方向二階の耐震壁に曲げせん断ひび割れ

階段室の周囲の耐震壁に水平なひび割れ（打ち継ぎ部と思われる）

渡り廊下 鉄骨造二階建て

被害： 柱脚の根巻きコンクリートの割裂



築館小学校建物配置図



築館小学校・南棟



築館小学校体育館・全景



南棟・全景
(手前は築館町役場の車庫)



南棟妻壁
(せん断ひび割れ発生)



体育館・内部
(天井のグラスウール材落下)

築館町立築館中学校 6月13日 11:05~12:30 説明：校長後藤先生、教頭藤原先生

高台に設置されている。全ての建物が耐震補強未着工であった。

体育館 (S45) RC造二階建て/S屋根

屋根面の剛床が成立しないため、屋根面水平ブレースの増設が提案されていた。

被害： 屋根面ブレース2本の垂れ下がり (ガセット接合部の片側のリベットが破断して落下したため)

上部のコンクリート片剥落
窓ガラス3枚破損

南校舎 (S42) RC造三階建て

東側建物 (②-2)：現状の最小 I_{sx} : 0.68 (桁行き方向二階および三階、一階は 0.98)

西側建物 (②-1)：現状の最小 I_{sx} : 0.62 (桁行き方向二階、一階は 1.12)

被害： 階段室回りの耐震壁にせん断ひび割れおよび水平ひび割れ (コンクリート打ち継ぎ部と思われる)

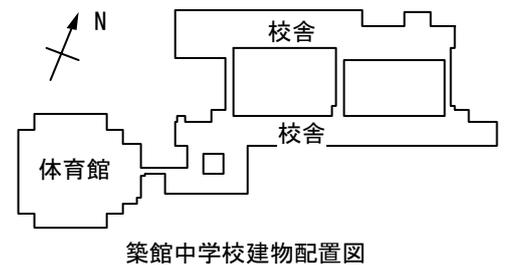
一階隅柱に縦ひび割れ

北校舎 (S42) RC造三階建て

被害： エクスパンション・ジョイント脇の柱に桁行き方向の曲げひび割れ (幅 0.1mm 以下)

張間方向一階の耐震壁にせん断ひび割れ (幅 0.2mm)

階段室の周囲の耐震壁に水平なひび割れ (打ち継ぎ部と思われる)



築館中学校建物配置図



築館中学校・南校舎



体育館全景（右手は南校舎）



南校舎・2F 隅柱
(縦方向ひび割れ)



張間方向 1F 耐震壁
(せん断ひび割れ発生)



体育館内部



体育館天井及び周辺からの落下物

(3) 涌谷町の耐震診断・補強状況 説明：教育委員会 教育長木村達夫氏、大橋昭範氏

小学校5校・中学校2校

新耐震以降に建設された笹岳（ののたけ）中学校の屋内体育館（S60）で窓サッシ押さえの金具が多数脱落した。また、涌谷中学校でも柔剣道場（H9）の天井板が落下して使用禁止になっている。

涌谷第2小学校 6月13日 15:00～15:30 説明：教頭先生

江合川のすぐ脇に設置されている。

地盤の被害状況 建物周囲の地盤の沈下（沈下量3cm）

校舎（S52） RC造三階建て

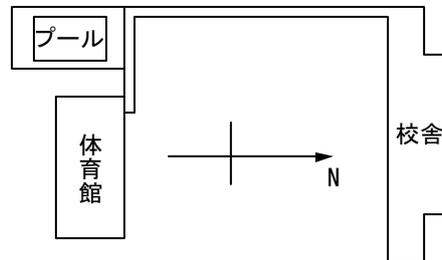
耐震補強：桁行き方向北面一階にRC増設壁1枚（厚さ250mm）、二階に開口付き増設壁1枚（厚さ200mm）／張間方向の下階壁抜け柱に袖壁補強4カ所、鉄板巻き立て補強2カ所。なお、図面にあったスリットは施工されていなかった。

補強前最小 I_{sx} : 0.62（桁行き方向二階および三階、一階は0.63）→補強後一階：0.73、二階：0.71

被害：一階RC増設壁にせん断ひび割れ（幅0.4mm）および梁下打ち継ぎ部に水平ひび割れ／増設壁の側柱に曲げひび割れ／増設壁のせん断ひび割れが側柱頭部まで連続して発生
北側の土間コンクリートの沈下

柱には軽微な曲げひび割れ

図1に一階伏図と各部材損傷度を示す。



涌谷第二小学校建物配置図



涌谷第二小学校・校舎



北側の土間コンクリートの沈下
及び鉄板巻き立て補強した柱



北面1F・RC増設壁
（せん断ひび割れ・幅0.4mm発生）



2F開口付き増設壁
（せん断ひび割れ発生）

涌谷中学校 6月13日 15:35～16:40 説明：教頭斉藤先生

ののたけ
籠岳丘陵の麓に設置されている。

柔剣道場 (H9) RC造二階建て/S屋根

被害： 天井板の落下
二階耐震壁にひび割れ

第1校舎 (南校舎) (S58) RC造四階建て 第2校舎よりも半階分ほどGLが低い

耐震補強：桁行き方向一階に鉄骨ブレース

(H-200×200×8×12) 1枚、開口付き増設壁 (厚さ250mm) を一階6枚

補強前最小 I_{sx} : 0.33 (桁行き方向一階、第2種構造要素がないとすれば0.63) →補強後一階 : 0.77

被害： 開口付き増設壁にせん断ひび割れ (ヘアクラック)

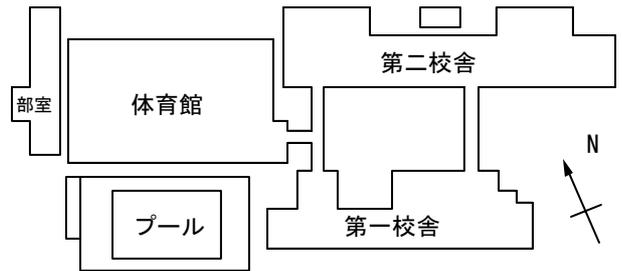
鉄骨ブレース周囲の間接接合部にひびわれ (一部は斜めひび割れ)

張間方向一階の耐震壁数カ所にせん断ひび割れ (幅0.5mm、0.4mm)

張間方向の梁に曲げひび割れ

柱は殆ど被害無し

図2に一階伏図と各部材損傷度を示す。



涌谷中学校建物配置図

体育館 (S54) RC造二階建て/S屋根 キール梁付き

耐震補強：屋根のシルバークール版を取り除いて、鉄骨屋根に交換した。天井仕上げ板があるため詳細は確認できなかった。工事は大変だった、とのこと。

被害： 桁行き方向一階の開口付き耐震壁にせん断ひび割れ

張間方向一階の耐震壁にせん断ひび割れ (幅0.1mm以下)

ステージ脇の垂れ壁にせん断ひび割れ

第2校舎 (北校舎) (S56) RC造三階建て

耐震補強：桁行き方向に開口付き増設壁 (厚さ250mm) を一階8枚、二階7枚、三階3枚

補強前最小 I_{sx} : 0.48 (桁行き方向一階、第2種構造要素がないとすれば0.73、二階 : 0.65、三階 : 1.19) →補強後一階 : 0.88、二階 : 0.72、三階 : 0.98

桁行き方向三階では、剛重比を改善しかつ耐力を増すために耐震壁補強を行った。

被害： 開口付き補強壁に軽微なせん断ひび割れ

張間方向の梁に曲げひび割れ

柱は殆ど被害無し



涌谷中学校・第一校舎



第二校舎



涌谷中学校・体育館
(屋根シルバークール版撤去)



柔剣道場・全景



第一校舎 1F ブレース補強



第二校舎・開口付き増設壁
(軽微なせん断ひび割れ)



柔剣道場 (天井板の落下)



涌谷城から江合川を望む
(涌谷中学校は涌谷城よりも高所に
位置する)

まとめ：

耐震補強されていない校舎では柱や耐震壁に損傷度Ⅱ以下の曲げひび割れやせん断ひび割れが発生した。耐震補強された校舎の被害はおおむね軽微で、開口付き増設壁や補強袖壁に発生したひび割れも軽微であった。ただし桁行き方向に1枚だけ耐震壁（厚さ250mm）を増設した涌谷第2小学校の校舎では幅0.4mmのせん断ひび割れが発生し、側柱まで達していた。この増設壁にせん断力が集中することによって補強部材として十分に機能したと考えられる一方で、もう少し薄い増設壁を数カ所に分散して設置していれば涌谷中学校のようにヘアクラック程度の損傷ですんだとも予想できる。バランスよく補強部材を設置することの重要性を改めて認識した。

シルバークール版を取り除いて鉄骨屋根に掛け替える耐震補強を施した涌谷中学校体育館では一階耐震壁に損傷度Ⅱ程度のせん断ひび割れが発生したことから、建物重量の軽減がこの程度の被害に留まらせることに貢献したと判断できる。

このように今回調査した学校建物の耐震補強法は妥当であり、有効に機能したと考えられる。一方、非構造部材の被害は今回も多く発生し、ガラスの破損、教室の天井に設置された暖房設備のグリルの落下や体育館の天井材の落下が顕著であった。今回の地震では体育館内の落下物によって怪我をした児童・生徒は幸いにもいなかったが、学校の先生がたは地震が発生したらすぐに体育館外に避難すべきであると痛感されたようである。しかし地震時に多くの児童・生徒の行動を掌握して避難行動を円滑に行うことには困難が伴うであろう。体育館は地震時の避難場所になるような施設であるから、天井材の落下などは本来あってはならないはずである。早急な点検と対応とが必要である。

謝辞：

忙しいなか被害状況を丁寧に説明して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、貴重な体験談をお聞かせ下さった学校の先生方に厚く御礼申し上げます。末筆ながら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しております。

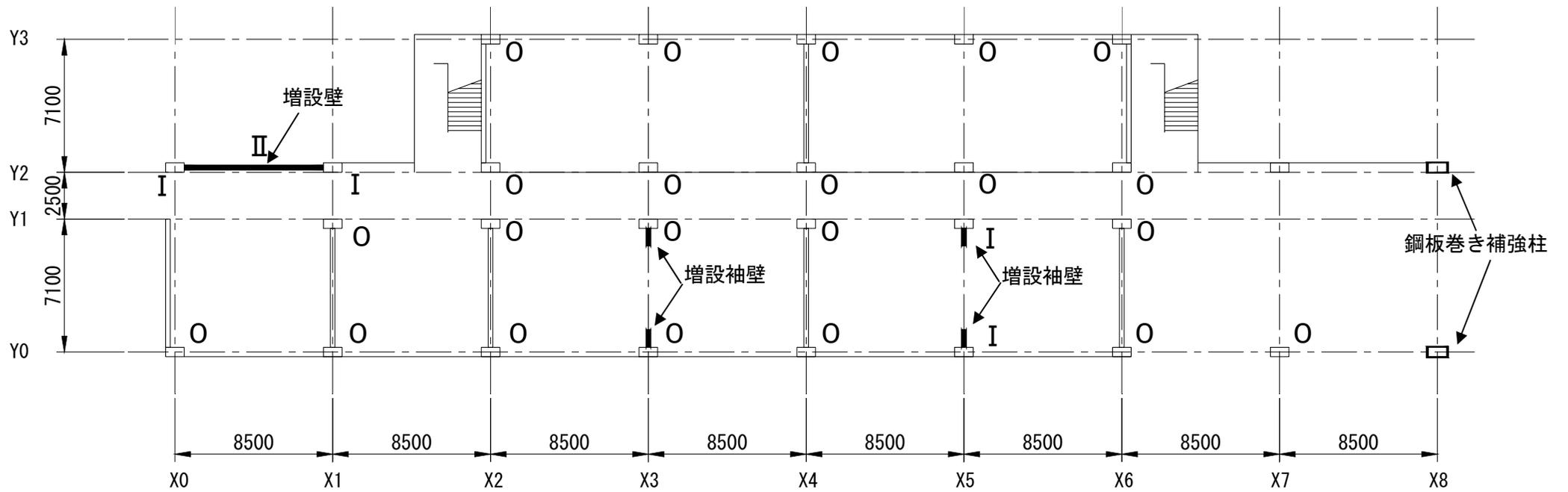


図1 涌谷第二小学校校舎の1階伏図（単位 mm）と部材損傷度

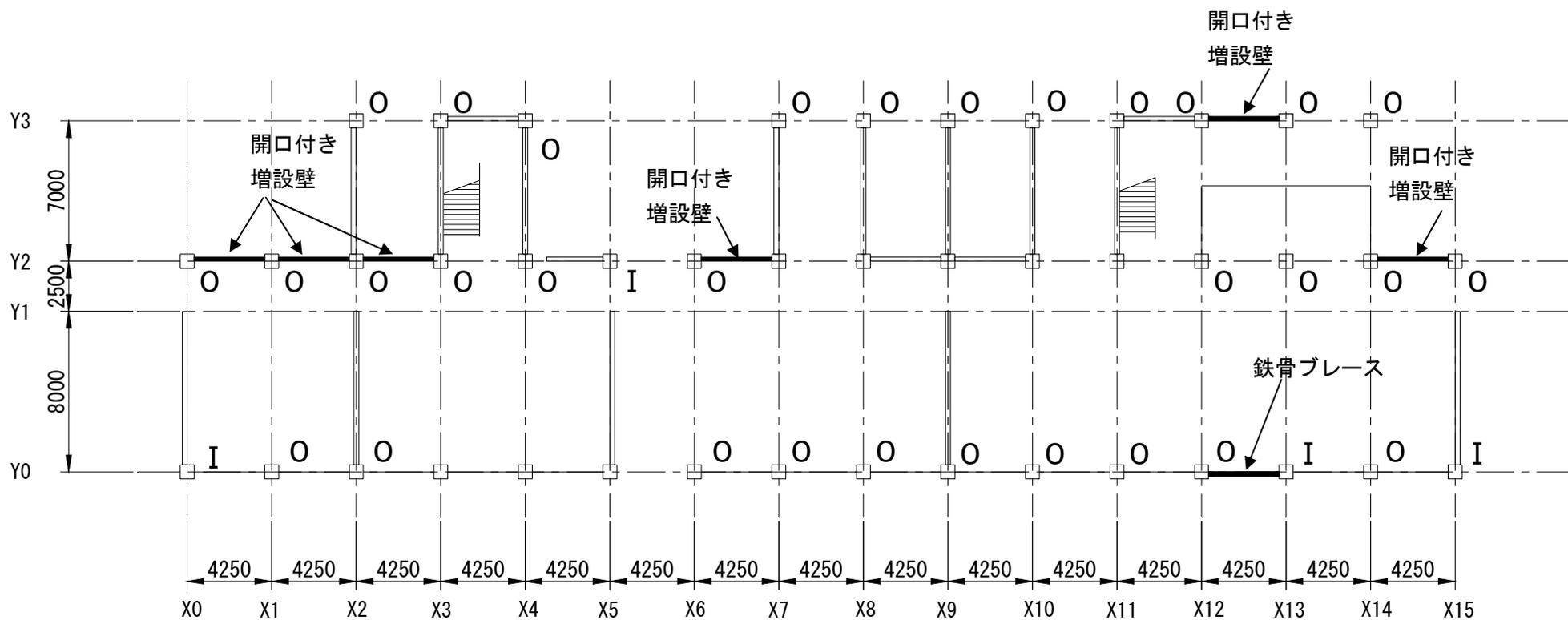


図2 涌谷中学校南校舎の1階伏図（単位 mm）と部材損傷度