室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

# 北海道胆振東部地震における胆振・日高地方の建物の被害調査結果



| メタデータ | 言語: jpn<br>出版者: 室蘭工業大学<br>公開日: 2020-03-23<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En): Building Damage, Crack, Foundation, Ground, Lateral flow<br>作成者: 髙瀬, 裕也, 永井, 宏, 溝口, 光男<br>メールアドレス:<br>所属: |
|---|---|
| URL | http://hdl.handle.net/10258/00010179 |

室工大紀要第 69 号（2020）21～35

特　　集

# 北海道胆振東部地震における胆振・日高地方の建物の被害調査結果

髙瀬　裕也*1，永井　宏*1，溝口　光男*2

（原稿受付日　令和元年 12 月 2 日　　論文受理日　令和 2 年 2 月 20 日）

# Field Survey Results of Building damage in Iburi and Hidaka Regions by 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

Yuya TAKASE, Hiroshi NAGAI and Mitsuo MIZOGUCHI

(Received 2nd December 2019, Accepted 20th February 2020)

Abstract

On September 6, 2018, Hokkaido Eastern Iburi Earthquake was occurred. The center of this earthquake is Atsuma of Iburi region. Moreover, the maximum seismic intensity was 7. After this earthquake, the authors investigated RC buildings and foundation damages in Iburi and Hidaka regions. As the result of the survey, however very sever damages were not confirmed, there were minor damages at RC non-structural walls, RC expansion joints and foundations on banking. Therefore, a structural design methods are required for these members.

Keywords : Building Damage, Crack, Foundation, Ground, Lateral flow

## 1　はじめに

日本は世界有数の地震大国であり，我が国の建築構造物は，これまでにも何度となく強い地震動を受け，その度に大規模な被害を経験してきた。このような被害を克服すべく建築基準法が繰り返し改正され，耐震性の高い設計法が確立されている。しかしながら，2011 年の東北地方太平洋沖地震や，2016 年の熊本地震においては，古い規準で建設された建物（いわゆる，旧耐震建物）の被害や，天井や非構造壁，さらには基礎構造物の被害などが報告[例えば(1),(2)]されている。

*1 室蘭工業大学　もの創造系領域
*2 室蘭工業大学　理事（学術担当）・副学長

周知のように平成 30 年 9 月 6 日未明，厚真町を震源とする最大震度 7 の北海道胆振東部地震（以下，本地震と呼ぶ）が発生した。本地震による被害の特徴としては，斜面災害や液状化による被害，さらにはブラックアウトなどが多く報じられているが，建築物の耐震設計の発展のためには，揺れによる構造物の建物被害を把握することも重要であると考えられる。

そこで著者らは，震源近傍で震度 6 強から震度 7 の極めて大きな揺れが観測された，厚真町，むかわ町，安平町の 3 つの地域を対象に，本地震の直後から建物の被害調査を数回に分けて実施した。本報告では，これらの現地調査の結果について述べる。また建物の被害状況としては，木造建物の被害や，斜面災害による建物の被害も見られたが，まずは著者らの専門領域に主眼を置き，鉄筋コンクリート構造物（以下，RC 構造物と略記する）の被害（髙瀬が主担当）と，基礎構造物の被害（永井が主担当）を重点的に調査することとした。したがって本報告において，RC 構造物の被害については第 2 章で，基礎構造物の被害については第 3.章で，それぞれ概要を述べることとする。

## 2　RC 構造物の被害状況

### 2.1　調査方法

本調査では，厚真町，むかわ町，安平町の 3 つの地域の建物の被害調査を実施した。前述したように，主に RC 構造物を対象に調査を行うが，被災地域の特質上，大規模な RC 構造物が少ないことから，学校建築物や集合住宅を中心に調査を行った。また本調査結果の一部や，本報告では触れていない被害事例について，既に公開しているものもある[3]。

調査方法は主に目視による外観調査とし，一部の許可が得られた建物（表 2.5 の学校 B1 および B2）で内観調査を実施した。調査時期は，地震発生から約 1 週間経った 9 月中旬から 12 月上旬であり，6 回に分け実施した。表 2.1 に各調査の目的や，調査ルートなどの概要を示す。また調査項目は，外壁の剥落の確認，ひび割れの有無およびクラックスケールによるひび割れ幅とした。なお本調査の結果報告について，現在も実際に使用されている建物がほとんどであることから，基本的には建物の固有名詞を伏せて記述することとする。

さらに RC 建物の被害の検証方法としては，文献(4)による損傷度を指標とする。表 2.2 に同文献より，部材の限界状態と損傷度および損傷の状態の関係を示す。表 2.2 より，残留ひび割れ幅が 0.2mm 程度以下であれば損傷度 I となり，そのまま継続使用が可能である。また，残留ひび割れ幅が 0.2～1.0mm 程度の範囲であれば損傷度 II となり，容易な補修により建物の使用が可能になる。

表 2.1　調査概要

| ー | 調査人数 | 調査目的 | 調査地域 |
|---|---|---|---|
| 1 回目 | 7 名 | 被害状況の全容確認 | 新ひだか町⇒むかわ町⇒厚真町⇒安平町 |
| 2 回目※1 | 8 名 | 被害状況の全容確認 | むかわ町⇒厚真町⇒安平町 |
| 3 回目※2 | 5 名 | 学校 B1 の内観調査 | 安平町 |
| 4 回目※2 | 12 名 | 学校 B2 の内観調査 | 安平町 |
| 5 回目 | 4 名 | 建物の外観調査 | むかわ町⇒厚真町 |
| 6 回目 | 2 名 | 建物の外観調査 | 安平町 |

※1　基礎構造物の調査チームと合同で実施
※2　北海道大学の調査チームと合同で実施

表 2.2　部材の限界状態と損傷度および損傷の状態の関係[4]

| 限界状態 | 部材の状態 | 損傷度 | 具体的な損傷の状態 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 鉄筋 | コンクリート | 残留ひび割れ幅 |
| 使用限界 ⇒ | 継続使用可能 | I | 弾性 | ほぼ弾性 | 0.2mm 程度以下 |
| | 容易に修復可能 | II | わずかに降伏する程度 | 健全 | 0.2～1.0mm 程度 (0.2～0.5mm)* |
| 修復限界 I ⇒ | | | | | |
| | 修復可能 | III | 座屈しない | コアコンクリートは健全 | 1～2mm 程度 (0.5～1.0mm)* |
| 修復限界 II ⇒ | | | | | |
| | 地震応答時および地震終了時鉛直荷重による応力を安定して維持 | IV | 破断しない | コアコンクリートの圧壊は生じない | |
| 安全限界 ⇒ | | | | | |
| | 耐力低下 | V | 破断 | コアコンクリートの圧壊 | |

＊：耐震壁および柱・梁接合部の残留せん断ひび割れ幅の目安

## 2.2　RC 建物被害調査の結果

### 2.2.1　学校建築物

本調査では，全 21 校の学校建築物（厚真町 5 校，安平町 7 校，むかわ町 9 校）の目視調査を行った。ここで，表 2.3 に北海道教育委員会の市町村別公立小・中学校の耐震化率の推移[5]から，調査地域の結果の欄を抜粋する。表 2.3 より，地震が発生する前の平成 30 年 4 月 1 日の時点で，調査地域の耐震化率が全て 100%であることから，調査地域の全ての学校において，耐震診断の結果，耐震性に問題がなかったか，あるいは耐震改修が実施されているものと判断される。

以下，地域毎に被害事例の概要を記述することとする。

表 2.3　調査対象地域の公立小・中学校の耐震化率の推移[5]

| 管内 | 市町村名 | 耐震化率 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H29.4.1 時点 | H30.4.1 時点 | H31.4.1 時点 |
| 胆振 | 安平町 | 100% | 100% | 100% |
| | 厚真町 | 100% | 100% | 100% |
| | むかわ町 | 100% | 100% | 100% |

(1) 厚真町

表 2.4 に厚真町における学校建築物の被害状況の一例を示す。厚真町は震源地域でもあり，観測された最大震度は震度 7 と，当該地域の建物は，極めて大きな地震動を受けたと推察される。

表 2.4 より多くの学校建築物で被害が確認されるが，ひび割れ幅が大きいものでも 0.5mm 程度であり，表 2.2 の損傷度区分では損傷度 I から II の範囲になっていると考えられる。

写真 2.1 に学校 A1 の被害状況を示す。同写真を見ると，梁や開口部周囲の外壁にひび割れが散見される。しかしながら，ひび割れの一部で錆びのような形跡が確認されるものもあり，本地震が発生する前に既に生じていたひび割れもあるものと推量される。

表 2.4　厚真町における学校建築物の被害状況の一例

| 記号 | 地域 | 最大震度 | 校舎の諸元 | 被害状況の概要 |
|---|---|---|---|---|
| A1 | 厚真町 | 震度 7 | 3 階建<br>RC 構造 | 梁に斜めひび割れ，柱に曲げひび割れ，基礎にひび割れ($w$=0.4mm 程度)，開口部にひび割れ |
| A2 | | | 3 階建<br>RC 構造 | 古いひび割れ多数，吹き付けタイル・外壁が損傷 |
| A3 | | | 2 階建<br>RC 構造 | 吹き付けタイル剥落，基礎にひび割れ |

$w$：ひび割れ幅



(a)　梁および柱のひび割れ



(b)　開口部周囲のひび割れ

写真 2.1　学校 A1 の被害状況

(2) 安平町

表 2.5 に安平町における学校建築物の被害状況の一例を示す。安平町の学校建築物においても，被害は散見されるものの，損傷度区分としては厚真町と同様に，損傷度 I から II の範囲であると考えられる。

表 2.5　安平町における学校建築物の被害状況の一例

| 記号 | 地域 | 最大震度 | 校舎の諸元 | 被害状況の概要 |
|---|---|---|---|---|
| B1 | 安平町 | 震度 6 強 | 3 階建<br>RC 構造 | ひび割れ多数，非構造壁損傷，地震後使用中止になったが補修して三学期から再開 |
| B2 | | | 3 階建<br>RC 構造 | 柱曲げひび割れ，スラブ段差，EXP. J.損傷，非構造壁損傷，再建[6] |
| B3 | | | 2 階建<br>RC 構造 | 体育館にひび割れ($w$=0.4mm 程度)，腰壁にひび割れ，柱に曲げひび割れ，仕上げ損傷 |
| B4 | | | 3 階建<br>RC 構造 | 柱に曲げひび割れ，腰壁にひび割れ，体育館の屋根損傷，壁に斜めひび割れ |
| B5 | | | 2 階建<br>RC 構造 | 道路の割れ，体育館危険判定（天井落下，内壁の損傷など） |

$w$：ひび割れ幅

写真 2.2 に学校 B1 の被害状況を示す。本建物では，外観調査だけでなく内観調査も実施している。(a)に示すように，当該建物は外付けブレースなどにより耐震補強されている。当該建物においては，(b)に示すエキスパンションジョイント（以下，EXP. J. と略記する）およびその周囲のタイルやの損傷や，(c)および(d)に示すように非構造壁の損傷が確認された。さらに地震前は，時計付きの飾り壁が屋根部分に取り付けられていたが，(e)に示すように本地震によって大きく損傷したため，現在は撤去されている。



(a)　建物全景



(b)　EXP. J.の損傷




(c)　非構造壁の損傷-1



(d)　非構造壁の損傷-2



(e)　時計付き飾り壁の損傷



(f)　飾り壁の撤去後(H30.11 撮影)

写真 2.2　学校 B1 の被害状況

写真 2.3 に学校 B2 の被害状況を示す。本建物においても，外観調査だけでなく内観調査も実施している。(a)に示すように当該建物では，床に大きなひび割れが確認された。また，(b)や(c)に示す通り，学校 B1 と同様に非構造壁や EXP. J.の被害も確認された。さらに，基礎梁の仕上げモルタルの剥落などの損傷も確認された。この他にも，建物内部において RC 梁の仕上げモルタルの剥落が生じていた。



(a)　床に生じたひび割れ



(b)　非構造壁の被害



(c)　EXP. J.の損傷



(d)　基礎梁の仕上げモルタルの剥落

写真 2.3　学校 B2 の被害状況

(3) むかわ町

表 2.6 にむかわ町における学校建築物の被害状況の一例を示す。厚真町と安平町の学校建築物と同様に，損傷度 III を超えるような被害は，目視による外観調査の範囲では確認されなかった。

表 2.6　むかわ町における学校建築物の被害状況の一例

| 記号 | 地域 | 最大震度 | 校舎の諸元 | 被害状況の概要 |
|---|---|---|---|---|
| C1 | むかわ町 | 震度 6 強 | 2 階建<br>RC 構造 | 柱に曲げひび割れ($w$=0.25mm 程度) |
| C2 | | | 2 階建<br>RC 構造 | 壁・開口部にひび割れ($w$=0.25mm 程度),<br>EXP.J. 15cm くらいのずれ |
| C3 | | | 2 階建<br>RC 構造 | エントランスの壁に斜めひび割れ，外壁が剥落，道路損傷，体育館の壁にひび割れ($w$=0.35mm 程度) |
| C4 | | | 2 階建<br>RC 構造 | 腰壁にひび割れ($w$=0.5mm 程度)，基礎にひび割れ |

$w$：ひび割れ幅

写真 2.4 から写真 2.6 に，むかわ町で確認された学校建築物の被害事例を示す。

写真 2.4 は学校 C2 において，校舎と体育館の間の渡り廊下の EXP. J.に生じた被害であり，このためか基礎梁で，仕上げモルタルの剥落が確認される。また写真 2.5 は，学校 C4 の腰壁に生じたひび割れを示している。さらに学校 C3 では，写真 2.6 に示すように外壁の剥落が確認された。



写真 2.4　校舎と体育館の渡り廊下の EXP. J.の被害(C2)



写真 2.5 腰壁に生じたひび割れ(C3)



写真 2.6　外壁の剥落(C4)

### 2.2.2　その他の建物

前項では，学校建築物の被害事例について報告した。前述のように本対象地域では，地域の特質上大規模な RC 構造物はほとんどないが，庁舎や集合住宅など，幾つかの RC 造建物があり，これらの建物においても，被害が確認された。そこで本項では，これらの被害事例について述べる。

写真 2.7 から写真 2.9 に，当該対象地域で確認された RC 造建物の被害事例の一部を示す。

写真 2.7 は外壁の被害事例である。この建物は，複数の倉庫が立ち並ぶ敷地の一角にあるものであり，躯体が RC 構造，外壁がレンガで構成されているが，同写真に示す通り，レンガの外壁がくずれ落ちている。同じ区域にあるこの他の倉庫においても，ブレースが座屈していたり，基礎にひび割れが生じたりするなどの被害が散見された。

写真 2.8 は，厚真町にある 3 階建の集合住宅の被害事例である。学校建築物においても，校舎と校舎の間，あるいは校舎と渡り廊下との間の EXP. J. で被害が確認された。これらと同様に写真 2.8 も EXP. J.の被害である。この集合住宅は，2 つの棟が平面的に「へ」の字形に並んでおり，これらをつなぐ渡り

廊下との間の EXP. J.周囲で被害が生じている。これまでに見た被害と異なり，RC 柱のかぶりコンクリートが，鉄筋が見えるほど大きく剥落している点に特徴がある。

写真 2.9 は，むかわ町にある 4 階建の集合住宅の被害事例であり，基礎梁から壁に向かって大きなひび割れの発生が確認された。

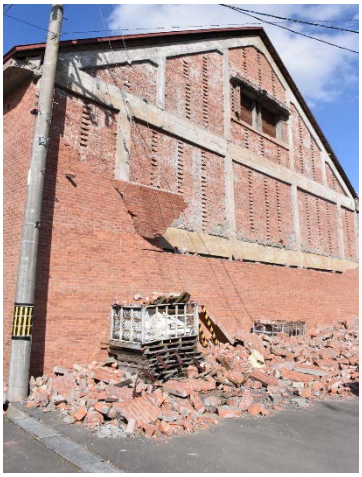


写真 2.7　外壁の被害事例（厚真町）



(a)　建物全景（渡り廊下）



(b)　EXP. J.の被害

写真 2.8　3 階建て RC 集合住宅の EXP. J.の被害（厚真町）



(a)　建物全景



(b)基礎梁から壁に伸びるひび割れ

写真 2.9　4 階建て RC 集合住宅の被害（むかわ町）

## 3. 基礎・地盤関連の被害状況

### 3.1 まえがき

本章では，主に地盤変状とそれに起因する建築物の基礎を対象として実施した地震被害調査について報告する。調査地域は震央に近い胆振・日高地方の厚真町，安平町，むかわ町および新ひだか町である。

調査は 9 月 13 日に上記 4 つの市町に赴き，初動調査として被害状況を把握した。また，12 月 25 日と 12 月 26 日に追加調査として厚真町豊沢地区の分譲地における戸建て住宅の被害調査を実施した。本調査結果の一部は文献(7)において報告している。

### 3.2 被害状況と被害要因

#### 3.2.1 厚真町

厚真町は最大震度 7 を観測した地域であり，新町と豊沢の 2 つの地区の調査を実施した（図 3.1）。

(1) 新町地区

厚真町新町地区は，中心市街地から南東方向に位置し，標高が市街地よりも 10～20m 程高く，傾斜地が多い。この地区では，写真 3.1～写真 3.2 に示すように，道路や建物敷地内に地盤変動に伴う地割れの被害が多数発生していた。

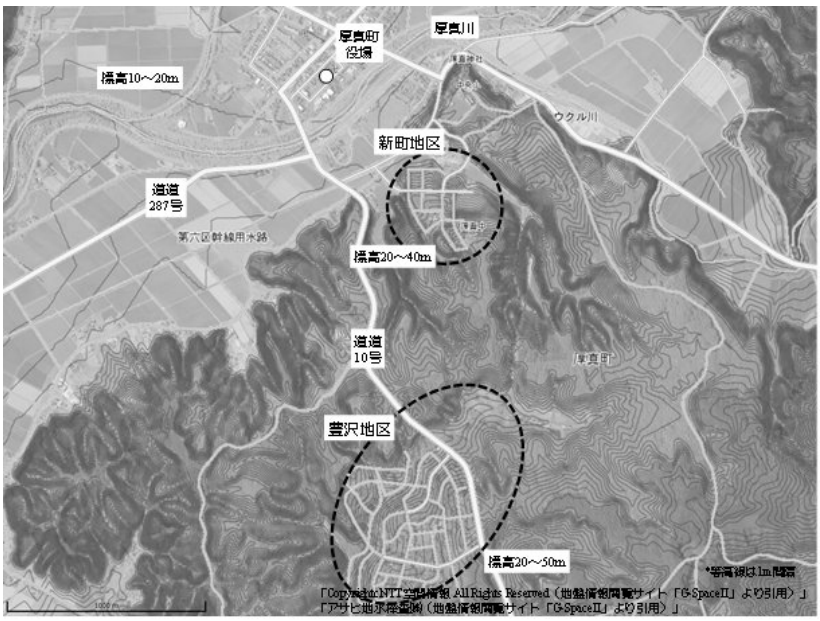



図 3.1　厚真町の調査エリア（航空写真・標高コンター）



写真 3.1　整備中の道路に生じていた地割れ



写真 3.2　建物敷地内に生じていた地割れ



写真 3.3　擁壁の沈下・水平移動



写真 3.4　建物の背面地盤での地割れ

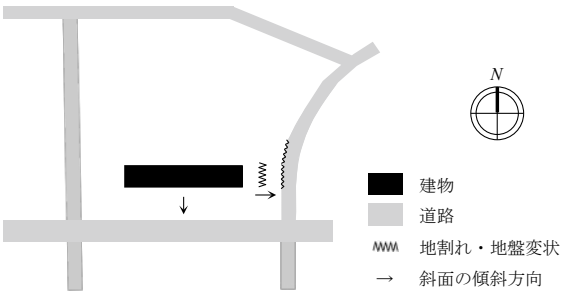



図 3.2　RC 造 3.F 建物の配置図



写真 3.5　RC 造 3.F 建物の全景



写真 3.6　1F 出入口の損傷



写真 3.7　敷地東側での地割れ



写真 3.8　基礎隅角部の損壊



写真 3.9　基礎に一部ひび割れ

写真 3.3 に示す 2 階建ての戸建て住宅では，建物自体の沈下や傾斜は外観上からはほぼ確認できなかったが，建物前面の擁壁が 3.0cm 程度沈下および水平方向へ動いた形跡が見られた。建物の前面道路の先には斜面があり，また建物の背面地盤で地割れ（写真 3.4）が見られたことから，地盤が斜面方向へ大きく動いたことで被害が生じたと思われる。

写真 3.5 は RC 造 3.階建てアパートの全景である。この建物は，図 3.2 のように南・東側の周辺道路よりも数 m 高い場所に建てられており，1 階出入口で基礎部材の損傷（写真 3.6）が確認された。また，建物の敷地東側で地割れ（写真 3.7）が生じると共に，東側アプローチの斜路では 20cm 程度の段差が発生，道路との境界となる歩道では隆起が生じていた。建物周辺の地盤変状によって軽微な被害は確認されたものの，建物自体の沈下や傾斜は認められなかった。

その他に，傾斜地において住宅の基礎部材の損傷（写真 3.8，写真 3.9）や擁壁のはらみ出し，ブロック塀の倒壊などの被害が確認された。

(2) 豊沢地区

厚真町豊沢地区は中心市街地から南方向に位置し，そのうちの一つは 1980 年代に分譲が開始された地区である。この地区は，天然の樹木や自然の地形を残した場所であるため，起伏に富んだ地形で傾斜地が多い。そのため，地盤のすべりや地震時の地盤変動が隣地と差が大きくなったことが要因と思われる被害が見受けられた。

写真 3.10 は玄関側のデッキ部分が損壊した平屋の住宅である（写真はデッキ部分が撤去後）。この敷地は住宅の南側と東側（写真の手前側と右側）が傾斜しており，東側には沢が流れている。地盤が斜面方向に変動したことが要因で住宅に大きな被害を及ぼしたと思われる。

写真 3.11 は傾斜地に建つ平屋の住宅であり，谷側にある柱が中央の梁との接合部で折損する被害が確認された。被害が生じた柱の脚部が谷側へ水平移動していることから，斜面のすべりに伴う地盤変位の影響が建物の位置によって差異が生じたことで断面欠損した柱の弱部に被害が生じたと思われる。



写真 3.10　地盤の変動によって損壊したと思われる住宅（正面のデッキ部分の撤去後）



写真 3.11　地盤のすべりによって谷側の柱が折損したと思われる住宅

### 3.2.2　安平町

安平町は最大震度 6 強を観測した地域であり，調査を実施した早来大町地区は JR 安平駅から北東に位置する。

この地区の比較的平坦な敷地に，RC 造 2 階建ての集合住宅が図 3.3 のように全体で 3 棟配置されていた。写真 3.12 に示す建物 A では，西側の地盤で建物の長辺方向（北西－南東方向）に沿って最大幅 40cm 程度の地割れが見られた。また，建物の南側では地盤が 3.0cm 程度沈下し，地下埋設物が地上に突出していた（写真 3.13）。基礎部材においては，建物西面の出隅部で水平方向のひび割れ，南面では鉛直方向のひび割れが多数生じていた。基礎部には軽微な被害が確認されたが，建物自体の沈下や傾斜は認めら

れなかった。建物 B でも周辺地盤が 10cm 程度沈下し，建物北側の共用部分の床・壁の境界部では水平方向に大きなクラックが発生（写真 3.14）していた。また，建物 B と建物 C の住棟間の通路において多数の変状が見られ，周辺道路でも 5cm ほどの段差が生じていた。

写真 3.15 は丘陵地に建つ神社における被害の状況である。社殿が完全に崩壊し，屋根が地上にある状態であった。参道にある石柱が東側へ転倒し，また神社の南側に位置する住宅地の斜面ですべり（写真 3.16）が見られたことから，地盤変動が大きかったと思われる。

写真 3.17 は神社の西側の傾斜地に建つ 2 階建ての戸建て住宅の被害状況であり，外壁が損壊して一部が剥落していた。敷地は建物の南西側と北西側に斜面があり，北西側の擁壁がはらみ出していた。地盤変動によって基礎が大きく動き，変形が上部構造物にも及んだと思われる。

その他に，写真 3.18 に示すように住宅の基礎部材に一部ひび割れや損傷などが見られたが，比較的新しい住宅では外観上からは大きな被害は確認できなかった。

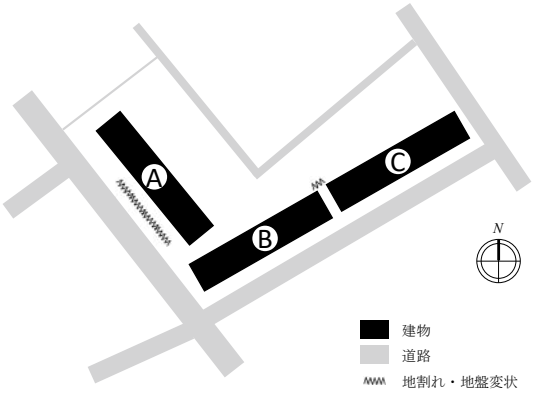


図 4.3　RC 造 2F 建物の配置図



写真 3.12　RC 造 2F 建物 A の全景と地割れ


写真 3.13　地盤沈下と基礎に一部ひび割れ


写真 3.14　建物 B の共用部分での損傷


写真 3.15　社殿の崩壊（手前側）


写真 3.16　神社の南側斜面のすべり



写真 3.17　傾斜地に建つ住宅と擁壁の被害



写真 3.18　基礎に一部ひび割れ

### 3.2.3　むかわ町

むかわ町は最大震度 6 強を観測した地域であり，調査を実施した美幸，末広，大原地区はむかわ駅の南側～東側に位置する市街地である。地盤の水平変位に伴うインターロッキングの変状が至る所で発生していた。

むかわ駅の南側の道道 10 号線沿いで写真 3.19 に示すように，比較的古い店舗併用住宅の 1 階部分が倒壊していたケースが多く見られ，倒壊を免れた建物でも大きく変形するなど被害が大きかった。そのため，それらの建物の基礎・地盤の状況を確認することが困難であった。一方，比較的新しい住宅では，無被害または基礎の一部にひび割れ（写真 3.20）や損傷が生じる軽微な被害であった。その他に，擁壁の損傷などが確認された。



(1) 建築物 A



(2) 建築物 B

写真 3.19　建築物の倒壊・変形（基礎・地盤の被害状況の確認が困難）



写真 3.20　　基礎に一部ひび割れ

### 3.2.4　新ひだか町

新ひだか町は最大震度 6 弱を観測した地域であり，調査地は静内の山手・末広地区である。

盛土した部分での地盤変状が顕著であり，RC 造 5F アパートでは地盤沈下に伴う埋設管の隆起や基礎フーチング（またはパイルキャップ）周辺の地盤の沈下が確認された（写真 3.21～写真 3.23）。また，戸建て住宅の基礎梁の損傷（写真 3.24）なども見られた。



写真 3.21　地盤沈下に伴う埋設管の隆起



写真 3.22　地盤変動に伴う外階段の変状



写真 3.23　基礎フーチング周辺の地盤変状



写真 3.24　基礎梁の損傷

## 4 まとめ

著者らは，北海道胆振東部地震において，震央の周辺地域を対象に，建物の被害状況を把握するための現地調査を実施した。以下に，本調査結果による知見を述べる。

### 4.1 RC 建築物

第 2 章において，北海道胆振東部地震における，厚真町，むかわ町，安平町の鉄筋コンクリート造建物の被害調査の結果について述べた。学校建築物では，一部の学校が建て替え，取り壊しになったものの，目視調査の結果では最大でも損傷度 II であり，軽微な損傷であったと言えよう。

また，非構造壁やエキスパンションジョイントおよびその周囲の構造部材に，ひび割れやコンクリートの剥落等の被害が散見された。これらの部材については，明確な耐震設計法は確立されておらず，今後，何らかの対策や，設計法の提案が必要であるように思われる。

### 4.2 基礎構造物

震央に近い地域では，道路や建物敷地内での地盤の隆起や陥没の被害が非常に多かった。そのため基礎部材の損傷も多数見られ，平坦地に盛土をして建設された建物では基礎周辺の地割れや沈下が大きかった。更に，傾斜地では地盤の側方移動に起因すると思われる建物の被害だけでなく，異種基礎と思われる建物の被害も見られた。異種基礎や基礎の根入れに対する効果など地盤と基礎に関する被害を低減させる対策や設計法は今後の検討課題である。

### 謝辞

本調査では, 室蘭工業大学および東京工業大学の多くの学生に協力を頂きました。また一部の写真は，北海道大学・白井先生，越川先生よりご提供いただきました。ここに深い謝意を表します。

### 文献

(1) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会, 東日本大震災合同調査報告, 建築編 1　鉄筋コンクリート造建築物, 日本建築学会, 2015
(2) 高瀬裕也，池田隆明，鈴村武志，妹尾嘉章，阿部隆英，久保田雅春, 増幅機構付制震装置で耐震補強された 10 階建高層住宅建築物の補強効果の考察, 日本建築学会技術報告集, 第 18 巻, 第 39 号, 2012.6, pp.535-540
(3) 日本建築学会北海道支部被害調査 SWG（RC 造），北海道胆振東部地震の建物被害に関する初動調査報告（RC 造）, http://saigai.aij.or.jp/saigai_info/20180906_hokkaido/20181001_iburi_EQ_RC_hokkaidoB.pdf（2019.11.3 閲覧）
(4) 日本建築学会，鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針（案）・同解説，2004
(5) 北海道教育委員会, 市町村別公立小・中学校の耐震化率の推移，http://www.dokyoi.pref.hokkaido.lg.jp/hk/gst/kouritugakkousisetunotaisinnkaisyuujyoukyoutyousakekka5-2.pdf （2019.11.3 閲覧）
(6) 安平町，早来中学校の再建について，https://www.town.abira.lg.jp/oshirase/66/10471 （2019.12.2 閲覧）
(7) 飯場正紀，永井宏，北海道胆振東部地震の被害調査報告書（速報）基礎地盤関連，北海道胆振東部地震初期の被害調査に基づく報告会，http://saigai.aij.or.jp/saigai_info/20180906_hokkaido/20181001_iburi_EQ_Soil_hokkaidoB.pdf, 2018.9 (2018.12.26 閲覧)