

大地から学ぶ越路の

おいたち



妙見道路復旧現場（対岸より）

【主な内容】

・平成18年度講座開催報告

「宅地の地盤被害と地盤補強工法」・・・・・・・・小野寺 功氏

「宅地地盤の地盤調査と改良」・・・・・・・・高田 晋 氏

「木造住宅の耐震診断と補強」・・・・・・・・内藤 幹雄氏

野外巡検報告「地盤改良と中越地震の復旧工事現場」

「中越地震による建物被害と地盤との関係」・・・吉越 正勝氏

・地域復興交流会議参加報告・・・・・・・・中野 雅子

中越地震から学ぶわが家の地盤補強と耐震対策

平成 18 年度の地学講座は中越地震から 2 年が経過しようとしており、各地で災害復旧工事が最盛期を迎えた時期での開催となりました。今回は中越地震を教訓に住宅建築はどのように変わったか、地震の被災者である我々の生活に直接かわる住宅の地盤や基礎、耐震対策についての講座のプログラムを組みました。

講師の各先生方にはご多忙のところ時間を割いて頂き、また、貴重な資料をご用意頂き分かりやすくご講演頂いたことに感謝します。

日程・内容

回・開催日	内 容	講 師
第 1 回 9 月 26 日	講演「宅地の地震被害の特徴と地盤補強方法及び地盤改良工事の事例」	応用地質(株) 小野寺 功氏 オムニ技研(株) 高田 晋氏
第 2 回 10 月 3 日	講演「木造住宅の耐震診断と補強」	内藤構造建築事務所所長 一級建築士 内藤 幹雄氏
第 3 回 10 月 14 日	巡検「地盤改良と中越地震の復旧工事現場」 地盤改良現場(長岡市寿)・妙見・旧山古志村	新潟第四紀グループ オムニ技研(株)
第 4 回 10 月 24 日	講演「中越地震による建物被害と地盤との関係」 ー長岡市越路・小千谷市街地を中心にしてー	新潟県立小千谷高等学校 教諭 吉越 正勝氏

各講座には 40～45 名程度の受講者があり、既に住宅を再建された方、これから住宅の補修を考えておられる方、親戚・知人が住宅新築を計画している方などが多く、地盤改良や耐震補強について、また、自分の住んでいる地域の地盤について、毎回予定時間を超えて活発な質疑応答が交わされ有意義な講座開催であったと感じています。

また、大地の会として巡検では初めて一般の住宅の基礎地盤の改良工事現場を視察しました。住宅の基礎地盤の改良を行う業界でもこのような講演会も現場視察も初めて実施するとのことでした。施主様の理解と建築に携わっておられた(株)高田建築事務所の関係者の皆様、現場作業を止めて詳しい説明と作業を見学させて頂きましたオムニ技研(株)の社長様をはじめ担当技術者の皆様に、そして熱心に整然と視察して頂いた参加者の皆様にあらためて感謝します。



巡検当日の山古志支所では休日にもかかわらず地震から 2 周年の記念行事の準備などが行われていました。また、当日は横浜からのコーラスグループが山古志の人たちの癒やしにとボランティアですばらしい歌声を披露されていました。多くの人の中越地震の復興を支援して頂いていることを実感できた巡検でもありました。

宅地の地盤被害と地盤補強工法

応用地質(株)新潟支店 技術士 小野寺 功氏

1. 淀川の震災と堤防復旧

平成7年1月17日午前5時46分、神戸市を中心とした京阪神地方を襲った「兵庫県南部地震」では高架橋の落下など土木構造物に大きな被害をもたらした。淀川の河川堤防も最大3.5mも沈下するなど大きな被害を受けた。

被災の主な原因は堤防直下の砂層の液状化であり、復旧には液状化対策として堤防の下に10～15mのセメントの地盤改良の杭を設置している。工事費は2.5kmで約1,000億円程度、なんと1m当たり250万円となっている。杭を設置する機械は全国で約90台しかなく、その内の60数台を集めて2年間で施工。構造は信濃川の関屋大川前堤防で実験的に行われた工法で実施した。

2. 地盤と木造構造物簡易診断

日本技術士会では地盤の危険度及び木造住宅の耐震診断のチェックリストを試験的に公表している。東京用に作成されたもので全国版ではないが今回の揺れを体験された皆さんの自宅の診断に役立ててほしい。(表1,2,3)

3. 宅地地盤の改良(補強)方法

一般的な一戸建て住宅の基礎は「布基礎工法」と「ベタ基礎工法」が用いられるが地盤が軟弱な場合、セメント系の改良を行う。

軟弱な地盤が厚い場合にはセメント系の改良ですと横揺れや曲げに弱いので鋼管を打設することにより補強が行われる。



4. 紙ぶるるの紹介

今日は、はてなんだろうという物を持ってきた。簡単に作ることができる紙の建物模型を揺すすることで、補強による耐震効果が理解できる教材で、平成18年4月の中央防災会議で紹介された。この教材は名古屋大学の福和先生と応用地質(株)が共同で開発したもので、筋交いのあるなしで大きく揺れ方が違うことがよくわかり、子供達に建物の揺れ方について説明する際にも有効であり参考にされたい。

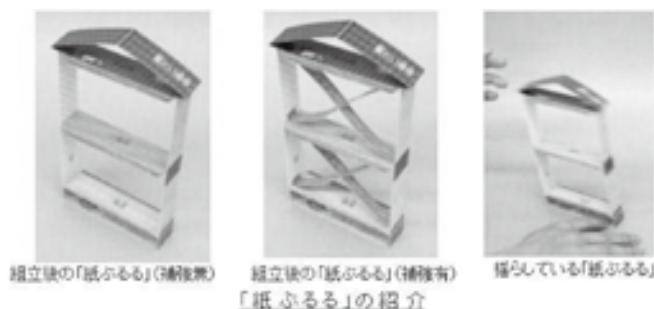


図1 紙ぶるるの紹介

表1 地盤危険度チェックリスト(宅地ケース別)

敷地地形・地盤評価①		揺れやすさ評価②			液状化評価③	評価 ①+②+③
		かなり揺れる 10点	揺れる 7点	揺れにくい 6点	○:液状化 10点 □:非液状化 2点	
平地	河川沿いの平地地盤 7点		○		○	24
地盤	平地地盤 2点			○	□	9
	低湿地・池・水田等の埋立地 7	○			○	27
盛土	谷底低地の埋立地 7点		○		○	24
	大規模造成による盛土地盤 5	○			□	17
	平地地盤上の盛土 2点		○		□	11
斜面	造成地で盛土 5点		○		□	14
	造成地の地山 5点			○	□	12
崖	崖の上・崖の下 5点		○		□	14
地盤危険度の判定						
危険度レベル		点数	危険度の評価			
Ⅲ		24以上	かなり危険です			
Ⅱ		14～23	やや危険です			
Ⅰ		13以下	問題ありません			

表 2 木造住宅外観耐震簡易診断チェックリスト No.1

(社)日本建築士会-防災対策委員会			
番号	設問	設問に対する補足説明	答え
1	家屋の立っている付近の地盤は悪くありませんか、悪いと思われる場合は「はい」	別の地盤危険度簡易チェックリストによって「やや危険」以上のランクの場合や、地盤直下で基礎の一部が露出している土地、湧水の悪い土地、急傾斜地にある土地等は悪い地盤に該当すると考えましょう。	はい:5点 不明:3点 いいえ:0点
2	建物の建築時期は古くありませんか、目安として昭和46年以前の耐震基準で建築された場合は「はい」	阪神大震災では昭和46年5月以前の耐震基準で建てられた住宅の約60%が大破または中破したと報告されています。古く老朽化が進んでいる建物は、外壁のひび・割れ、屋根性上げ時の割れ、棟、軒先のうねり、建具の建付け不良、柱・梁の腐き、風呂場等水周りの腐り等が見られます。老朽化した建物に耐震性は期待できないと考えましょう。 (昭和46年に建築基準法が大改正され、その後は耐震基準が強化されています。)  特に基礎基礎が玉石やコンクリートブロック等の場合は、建屋とアンカーボルトなどでしっかりと固定できません。鉄筋コンクリート製の布基礎やベタ基礎のような堅固な基礎が耐震性に役立っています。	はい:5点 不明:3点 いいえ:0点
3	屋根垂木材は本瓦など比較的重いものですか、重い材料の場合は「はい」	強い風に対しては本瓦は優れた屋根材ですが、地震に対する耐震性を考えると、スレート瓦き、鉄板瓦き、鋼板瓦きの方が優れています。	はい:1点 いいえ:0点
4	建屋平面は複雑ですが、複雑な形の場合は「はい」	 L字形に近い 左図のように四角形に近く凹凸の無い建屋平面が地震に強い形といえます。  複雑な形 右図のようにL型やT型などの平面形は地震時に偏心やねじれを生じる恐れがあります。	はい:1点 いいえ:0点
5	2階の壁と1階の壁位置がずれていませんか、ずれている場合は「はい」	 壁がある 上階の地震力をそのまま直下の壁に渡すことが合理的な構造です。外壁位置がずれている場合は床面を介して地震力を渡すために、床の補強を必要とします。外壁位置が3尺以上ズレている場合はずれていると考えましょう。  壁がない	はい:1点 いいえ:0点

5. 建物の被害と地盤

中越地震で建物の被害と地盤で一番特徴的な事例は見附市における被害分布と思う。

1948 年米軍による航空写真では刈谷田川の旧河道が明瞭に見えているが、2004 年の写真ではそれがわからないように建物が建っている。(図2) 噴砂の状況や建物、道路の被害の状況を見るとこの旧河道に沿って集中していることがわかる。(図3)

隣同士の家で自分の家が壊れてなぜ隣の家が壊れなかったという事例があるが、原因の参考として、一部の盛土地盤に基礎をおいている場合や、宅地が旧河道の部分にかかっている場合などはそうでない地盤の宅地・建物とは明らかに被害に差がある。同じように大型造成地の場合はどうしても谷埋盛土となることから、盛土の厚さ、地下水の排水性を如何にきちんと工事をしてあるかによって選ぶ区画によって差がでてくることが考えられる。

表 3 木造住宅外観耐震簡易診断チェックリスト No.2

(社)日本建築士会			
番号	設問	設問に対する補足説明	答え
6	建屋外壁が、出入り口、窓などによって大きな開口部がある場合は「はい」	 壁が薄い 建屋外壁は東西南北の4面にバランスよく配置することが耐震性の向上に繋がります。片地の窓間などのように2面が開放されていると屋根にバランスが悪くなり、ねじれに対し不安定な構造といえます。また、1階が車庫等の場合で1階が開放されている場合も不安定と考えましょう。建築基準法では屋根材の軽重に依って建屋開口・軒行方向での必要最低壁長さが規定されています。	はい:1点 いいえ:0点
7	建屋の1階外壁がなく柱だけになっている場合は「はい」	 1階の外壁が薄い 建屋の1階を車庫にするため、外壁を削ぎ削ぎしていない場合は、地震時の水平力を外壁の代わりに柱が受け持つため大きな地震力がかかる、危ない構造と考えましょう。	はい:1点 いいえ:0点
8	大きな吹き抜けがあり、ある場合は「はい」	 2階床 1階壁 吹き抜け 建屋の外観が崩れていても、2階床面に1階の長さ4mを超える吹き抜けがあると、地震時に大きな水平力がかかり、建物が高まります。	はい:1点 いいえ:0点
9	増築はしていませんか、また、増築した時に必要な手続をしましたが、手続をしない場合は「はい」	屋根構成の変化や強い揺れをよける等の理由で建屋を増築される場合がありますが、増築時には建築申請の手続が必要となります。既存部分の耐震性強化に、既存部分と増築部分との接合がきちんと行われることが大切です。	はい:1点 いいえ:0点
10	今までに大きな災害等に遭遇したことがありますか、ある場合は「はい」	建屋を建てて以来、浸水災害、車の突入事故等に遭遇し応急処置で修繕してきた場合や、地震の変位などによる変形が生じている場合は、地震による影響を大きく受ける場合があると考えましょう。	はい:1点 いいえ:0点

木造住宅耐震危険度の判定

危険度レベル	点数	今後の対応案
Ⅲ	8点以上	心配がありませんので、早急に専門家に相談しましょう
Ⅱ	4点～7点	専門家に見てもらうことをおすすめします
Ⅰ	3点以下	ひとまず安心ですが、年1回定期的にチェックしましょう

注意：家具など転倒の可能性がある家財は固定しましょう。また、テレビ・パソコンなどがおししの恐れのあるものは飛び出さないようにしましょう。



図2 刈谷田川と見附市街(左 1948年 右 2004年)



図3 見附市街の建物被害分布

6. 宅地造成規制法の改正と対策

阪神淡路大震災において大規模に谷を埋めた盛土造成地で地すべりの崩落による被害が多発し、芸予地震、中越地震でも同様の被害があったことから宅地造成等規制法が18年3月に改正され、10月に施行されることとなった。

その中で宅地ハザードマップの作成や宅地耐震補強工事の促進がうたわれ、大規模造成地については安全確保対策が求められる。

具体的な対策は、地下水の排水や抑止工などとなる。対策イメージは図に示すとおりである。（講演内容を大地の会で要約、文責：大地の会）

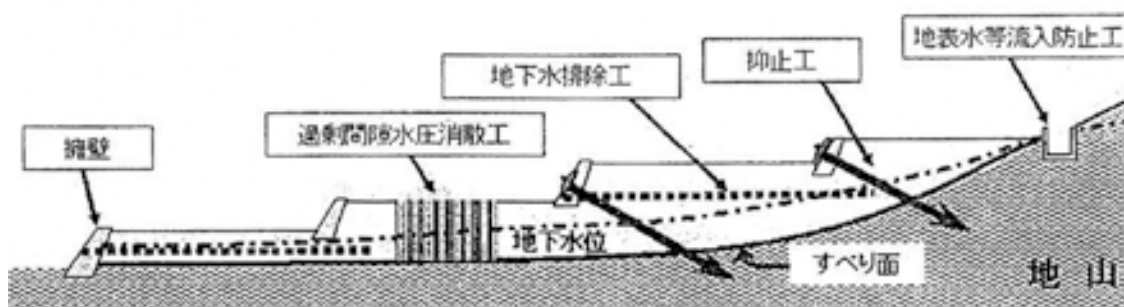


図4 大規模盛土の滑動崩落防止工事イメージ

2006 地学講座 No.1 (2006.9.26)

宅地地盤の地盤調査と改良

オムニ技研(株)経営企画室 室長 高田 晋氏

1. 宅地地盤を取り巻く環境

平成11年の「住宅の品質確保の促進等に関する法律」（品確法）の制定及び平成12年以降、建築基準法の改訂に伴い住宅基盤と密接に関わる諸基準の整備が進められた。その結果、事実上新築物件における地盤調査の実施と施工上における基礎地盤耐力品質保持と瑕疵担保10年保証が建築業者に義務づけられた。

瑕疵の対象は新築部分の基本構造部分（基礎、柱、屋根）であり施主が請求できる内容は①修補請求 ②損害賠償請求 ③契約解除である。

地盤に瑕疵が存在しなくても、地盤に見合った基礎になっていなければ設計施工上問題となり、地盤沈下に起因した住宅本体への損害が発生した場合、建築業者は施主に対して修繕費用を負担しなければならないとなっている。

具体的な判断基準は難しいが、住宅床面が6/1000以上傾斜し、細かなひび割れは別として鉄筋がむき出しになったり錆じるがでいたりなど著しく基礎部分にひび割れが発生している場合は建築業者の責任となる。



基準法改正及び品確法施行以前では宅地地盤の改良・補強技術に関しては認知度が低く、松杭による支持力確保程度であった。ところが品確法施行後は宅地地盤に特化した施工業者の設立、地盤調査機や地盤改良施工機の開発、設計・施工指針の整備、品確法に対応した住宅・地盤保証制度の整備により、宅地地盤に関する地盤調査・改良の需要が急激に増加している。

特に新潟県内においては中越地震による地盤災害が教訓となり、これまで重要視されなかった地盤に対して注目度が急速に高まってい

る。新潟県内の平成 17 年度の新築着工数約 1 万 8 千棟（全国約 125 万棟）のうち 90%（全国平均約 50%）が地盤改良を行っている。

なお、宅地地盤における地盤改良・補強は地震時を想定したものでなく、品確法を想定した地盤改良であり。ところがこの中越地震では地盤改良を行った物件では 1 件も被害がなかった。品確法対応ではあるが、実際は地震対策と認識していいと考えている。

2. 宅地地盤として問題になる地盤

地盤沈下とは外力（建物の重さ）を受けた軟弱な地盤が時間経過とともに圧縮（排水を伴って）する現象で、特に地盤が不規則に沈下する不同沈下が発生した場合に建物に及ぼす影響が大きい。

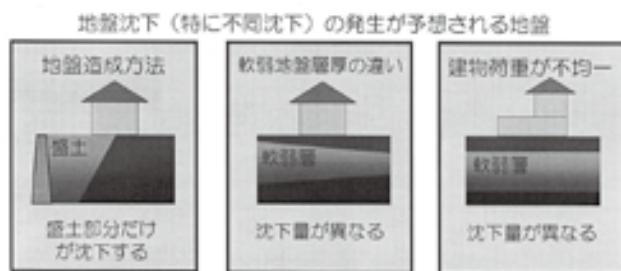


図1 不同沈下の発生が予想される地盤

名 称	地 形 的 特 徴	土質の傾向	予測される沈下状況	減り
谷底平野	谷底が山で埋まれている	水田	谷間に至るまで軟弱	×
扇状地	山地から平野部に広がる扇状地（扇状地の先端部）	砂・礫層	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○
河川扇状地	河川の扇状地の先端部	砂	良好な地盤	○

表1 地形による軟弱地盤の予測

3. 地盤調査

地盤調査の目的は敷地内の地層構造と基礎の支持力・沈下を検討するために必要なデータを採取、基礎施工に影響を与える地下水の状況を調べる。

宅地地盤では簡便で安価なスウェーデン式サウンディング試験が一般的に用いられる。費用は一棟あたり約 5 万円程度であり半日程度の時間で実施できる。

地盤調査の流れは以下の通りである。

- ① 予備調査：地形図・地盤図及び近隣データの収集
- ② 現地調査：地形、土壌、表土、敷地及び周辺、地下水の状況 等
- ③ 本調査：スウェーデン式サウンディング試験、ボーリング調査 等
- ④ 調査報告書作成
- ⑤ 基礎形式判定



■改良の必要が無い地盤：基礎工事

■改良の必要がある地盤：改良方法の検討・設計→改良工事→基礎工事

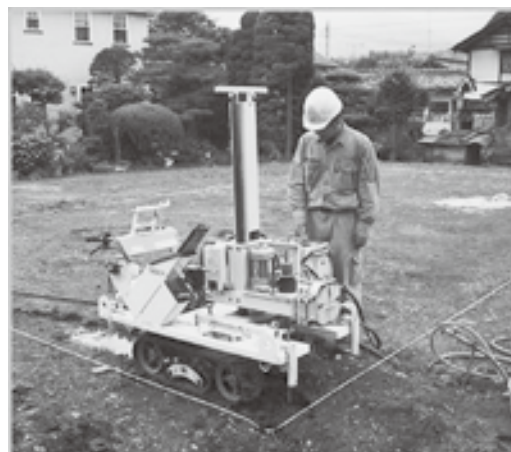
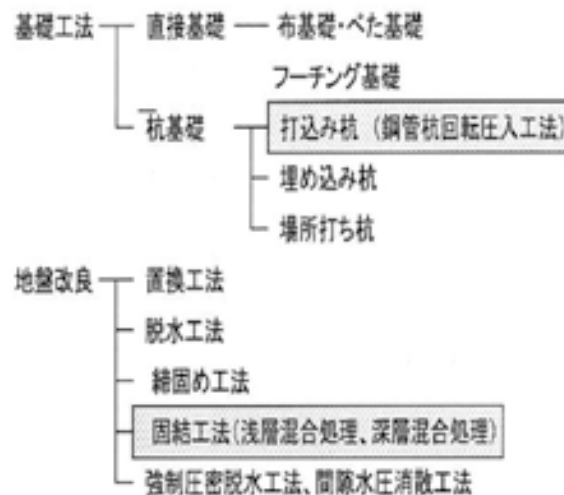


図2 全自動SS試験器

4. 基礎工法と地盤改良工事

地盤調査の結果から様々な基礎工法・地盤改良工法の中から地盤状況・コスト等を考慮し、当該地盤に適した基礎形状・工法及び地盤改良工法を選定する。



宅地地盤に関しては、施工の確実性とコストから、杭基礎の鋼管杭回転圧入港法と固結工法の浅層混合処理及び深層処理工法の 3 種類が採用される。

■浅層混合処理工法（表層改良）

地盤の表層（2m 程度まで）に軟弱層がある

場合に採用される。施工費用は建物の規模にもよるが、概ね 50～80 万円／1 棟である。施工方法はセメントと現地の土を混合攪拌し、セメントの硬化反応と締固め効果により地盤を改良するもので、短時間でかつ狭い場所でも施工が可能である。しかし、強風時にセメントが飛散することや掘削残土が発生し、処分費用がかかること、地盤中の埋設物や残地物に処分費用がかかることがある。



図 3 表層改良

■深層混合処理工法（セメントコラム）

地盤の深層部に渡って（2m～8m 程度）軟弱地盤層がある場合に行われるもので、セメントに水を加え液状（スラリー状）にした混合物（セメントミルク）を特殊な攪拌翼の先端部から地盤に注入しながら地盤とセメントミルクを混合攪拌しながら地盤中に強固なセメント混合物の柱（一般的に 60cm×長さ 2～8m）を築造する工法である。費用は概ね 70～140 万円／1 棟程度である。短時間で狭い場所での施工が可能なことと鋼管杭に比べて低コストで施工が可能である。

腐植土が含まれる場合、セメントの固化能力が低下すること、極まれに地下水を汚染することや表層処理と同様、地盤中の埋設物があると



図 4 深層混合処理工法（セメントコラム）

その処理に費用がかかることが問題点としてあげられる。

■鋼管杭回転圧入工法

地盤の深層部（10m 程度）まで軟弱層がある場合は鋼管杭による基礎工法が採用される。この工法は一般構造用炭素鋼管（ $\phi 114 \sim 165\text{mm}$ 程度、STK400 材）を回転・圧入させながら所定の深さまで貫入させるもので、排土が全くなく、材料の安定性が高いこと。また、家屋の建て替え時に撤去が容易であることが優れている。費用は概ね 80～120 万円／1 棟程度と見込まれるが、材料調達コストが不安定であることと、支持層が不確定の場合には適用ができないことが施工上の問題点である。



図 5 鋼管杭回転圧入工法

ここまで新築の場合の地盤改良について説明したが、現在建っている家の沈下補修についても場合によっては必要となる。

既存住宅の復旧については大規模の場合「沈下家屋修正工法」として行うが、200～300 万円程度の費用が必要となる。なお、小規模の場合は樹脂注入などを行う工法（費用は 100 万円程度）がある。完全に直すことはできないが応急的な補修は可能である。

この業界は始まったばかりでスタンダードがない状態である。詳しく研究される場合は以下の図書を参考にされたい。

●ザ・ソイラー 建築家のための土質と基礎－

編集・発行：財団法人日本建築センター

●ザ・ソイルⅡ－住宅の基礎性能と地盤補強－

●DVD で見てわかる住宅の基礎と地盤

ザ・ソイルⅢ

（講演内容を大地の会で要約、文責：大地の会）

木造住宅の耐震診断と補強例

内藤建築構造事務所長 一級建築士 内藤 幹雄氏

1. 中越地震の被災建物の復旧

中越地震発生後、設計士他で応急危険度判定を行ったが、復旧にあたってはこれとは別に被災した建物について被災度判定区分を行う。

被災建物についてはその建物が修繕してさらに補強すれば使えるか否か被災度判定を行い、復旧が可能であれば補強を加味した補修に入るという手順で進める。

もともと被災前の建物が現行基準で必要とされる耐力を有していなく、さらに地震により壊れた場合は「補強」という行為が必要となるタイプと、もともと基準を満足している建物が地震により耐力が落ちたもので「補修」ですむ場合のタイプがある。実際にはひび割れの入り方によって損傷度をランク付け、柱や梁1本1本に損傷度をつけそのレベルに応じて耐力の低減率をかけて建物の耐力を数値として算定していく。

構造の世界では、軽微とか小破とかの被災度の区分は耐震性能残存率で表す。100%のものが95%では軽微、60%以下では大破、0は倒壊。

復旧の判断は、震度5弱という弱い地震にもかかわらず大きく壊れた建物は完全にダメであるが、大きな地震を受けて大破したものはまだ直せる。壊れ方と地震力によって判断の仕方が変わる。各地域によって震度が異なっており復旧できるか否かの判断はそれぞれの地域の震度と壊れ方によって違ってくる。

2. 復旧事例

建物の復旧にあたっては、元々地震前に持っていた耐力(I_s)が地震によりどの程度低下し、その建物を補強によって必要な耐震性能を確保することを施主に数字を示して納得してもらい施工する。ある寺院(鉄筋コンクリート2階、地震による残存率最大32%と判断された建物)の例では被災前(I_s)=0.304、被災後(I_s)=0.112、を補強後(I_s)=0.909として耐震性を確保した。



越路中学校では震度6弱の地震を受け被災した。もみじ園側のRC3階建ての2棟の校舎には一部が盛土となっていることから基礎杭が施工されていた。最も大きく壊れた特別教室棟は切土区域であったためか基礎杭が施工されていなかった。壁の配置や柱の鉄筋が異なっているため杭の有無が被害差になっているとは一概には言えない。校舎の被害調査では損傷度5の大破であり当初は新築を提案したが予算の関係からか補強設計となったもの。壊れ方は斜めの亀裂を伴う剪断破壊である。復旧にあたっては1階は壁を設置し柱を打ち換え、2、3階はブレースで補強した。

3. 住宅耐震化に向けた取り組み

国は阪神淡路大震災を受けて平成7年12月に耐震改修促進法を制定、耐震基準に満たない建築物に改修の努力義務を課するとともに市町村に補助事業や交付金により支援を行っている。これにより現在75%の耐震化率を10年間で90%にすることを目標としている。

耐震促進法の見直しが行われ、①密集市街地の住宅の耐震改修の指示や勧告ができるようになり、②事務所や賃貸住宅の建築物で耐震改修の指示に従わない者を公表するなどが盛り込まれた。特に賃貸住宅では入居者が耐震構造となっているか確認できるようになり、これが最近の流れとなっている。

越路中学校は壊れたから直したが、この制度はこれからの地震のために補強しようとする

もので、その中で学校は現在県立を中心として診断し改修がかなり進んできている。

4. 長岡市の木造住宅の診断補強の助成制度

長岡市では中越地震で多くの建物が被災したことを受け木造住宅の診断・補強に対して助成制度を創設した。

① 助成対象木造住宅

- ・ 昭和 55 年以前に建築されたもの
- ・ 壁、柱、など主要構造部分が木造
- ・ 一戸建ての住宅
- ・ 住居用であるもの

② 助成金額

延べ床面積	診断費用	自己負担額
70m ² 以下	70,000 円	10,000 円
70～175m ²	80,000 円	10,000 円
175m ² 以上	100,000 円	10,000 円

いずれも自己負担額は 1 万円である。この機会に是非診断を受けられるようすすめたい。

補強に関しても昭和 56 年 5 月 31 日以前の建築された柱、はり、壁等の大部分が木造の 1 戸建て住宅で耐震診断（大地震での倒壊の可能性についての診断）を行い、判定基準の総合評点が 1.0 未満と判定された住宅について①耐震改修工事 ②融雪装置設置併用耐震改修工事 ③シェルター補強工事について助成制度が講じられている

総合評点	判定
1.5 以上	倒壊しない
1.0 以上～1.5 未満	一応倒壊しない
0.7 以上～1.0 未満	倒壊する可能性がある
0.7 未満	倒壊する可能性が高い

助成金額

工事の区分	助成額（工事費の 1/3）
耐震補強工事	60 万円を上限
融雪装置設置併用耐震改修工事※	100 万円を上限
シェルター補強工事	30 万円を上限

※屋根を軽量化し、電気又は温水式の融雪装置の設置と壁等の改修補強により総合評点が 1.0 以上となる工事。

5. 診断と補強実務作業の流れ

所有者が市役所に診断の申し込むと市は建築設計事務所協会を通じて担当診断士を決定し診断士は所有者との何回かの打ち合わせを経て診断書を作成、結果を説明し今後の方針を

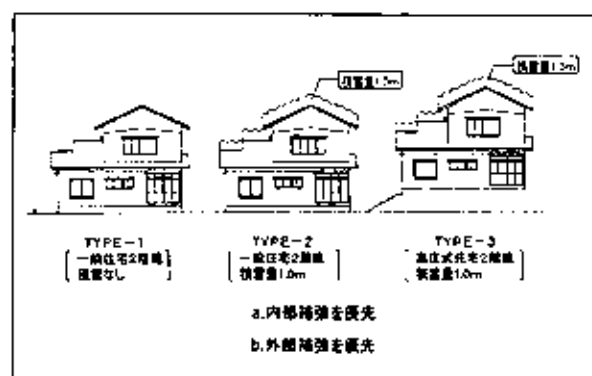
協議する。補強の実施は大きな金額を伴うことから所有者は慎重な判断が求められる。

補強の実施が決まると補強設計を行うとともに工事施工者と一緒に工事監理を行う。ここで大切なことは診断士が工事監理を行うことで施工中の建物の状態を常に把握し、再計算を繰り返し最終的な評点結果を算定することで必要な耐震性能を確保していくことである。

5. 雪国の実情に応じた耐震工法モデルと診断

雪国バージョンの耐震補強の例を県から委託されて実施した。タイプを 3 つに分けてそれぞれの補強例とコストを示した。

タイプ 1 は一般住宅 2 階建てで積雪なしの場合、佐渡地域がこれに該当する。タイプ 2 は一般住宅 2 階建てで設計積雪量が 1.0m の場合、タイプ 3 は高床式住宅 2 階建てで設計積雪量が 1.0m の場合である。



設計積雪量は 1.0m であるが地震時では積雪量は 35cm しか見込んでいない。屋根に 1.0m 雪が積もっている時に地震がくると想定していない。雪が 1.0m ある状態で地震がくる確率は非常に小さい。この小さな確率の時に建物をすべて丈夫にすることは経済的な意味でできない。1.0m の積雪は、梁がたわんでその時に梁が壊れないとか基礎が沈下しないとか鉛直成分のチェックの時に見込むものである。地震時ではその 35%としている。

実際に 1.0m の積雪がある場合に地震がきたときには確かに怖い。計算ではここまでは見込んでいないことを理解して欲しい。

補強は内部補強を優先した場合と外部補強を優先した場合の 2 例を示している。外部補

強は外壁リフォームを兼ねた場合であって、主に外壁を補強するので室内では生活ができる。これに対し内部補強では一時室内では生活ができないこととなる。

耐震診断の評価については評点で表す。

$$\boxed{\text{評点} = \text{保有耐力} / \text{必要耐力}}$$

その建物の持つ性状や重さや大きさによって必要耐力が決まり、これに対して筋交いの壁が多い少ないとかから決まるその建物が持つ保有耐力がある。これは姉歯問題で0.5しかないなどと報道されたものと全く同じもので、0.7未満では倒壊する可能性が高いと評価される。

モデルでの評価結果は

- ・積雪がある場合は無い場合に比較して2～3割低くなる
- ・高床の場合一般2階建てと比較して2割ほど低くなる。これはRCの堅いものに柔らかい木造が2層乗っているために地震がくると「むちふり現象」が生じその増幅エネルギーが2割ほど大きくなる。
- ・重い建物（瓦葺き土壁）と軽い建物（鉄板葺き角波鉄板外壁）では耐震性の評点が1～1.5割低くなる。

コスト概算比較

モデル住宅	タイプ1 一般2階建て 積雪量 0.0m	タイプ2		タイプ3 高床2階建て 積雪量 1.0m
		内部補強優先 一般2階建て 積雪量 1.0m	外部補強優先 一般2階建て 積雪量 1.0m	
工事費	997,000 円	2,655,000 円	3,680,000 円 補強 1365,000 円 外壁 2315,000 円	4,109,000 円 補強 1772,000 円 外壁 2337,000 円

※工事期間はおおよそ1～2ヶ月程度となる

一般的な補強方法

住宅の補強方法は様々な種類があるが、住む方と建築関係者が相談して耐震補強の方法を検討していくことが重要である。

- ①耐力壁の設置による補強・・・既存の壁面や開口部に筋交いや構造用合板を設置
- ②柱と梁等の接合部の補強・・・金物等で外れないように緊結
- ③水平面の補強・・・床に合板や火打ち梁で補強
- ④添柱、控柱の設置による補強・・・建物外部に添柱、控柱等を設置して補強
- ⑤基礎の補強・・・既存の布基礎に抱き合わせて補強
- ⑥その他・・・制震工法、免震工法

コストの比較

各タイプ別モデル住宅の補強の概算工事費は以下ようになる。

なお、ここで算出した工事費はあくまで一事例であり、建物の老朽度や仕上げ材の種類、各地域の状況や社会情勢により変わる。

（講演内容を大地の会で要約、文責は大地の会）

野外巡検報告「地盤改良と中越地震の復旧工事現場」

10月14日(日)は好天に恵まれ絶好の巡検日和となりました。各地で住宅再建の槌音が響き、道路や河川、地すべり・崖崩れの復旧工事が最盛期を迎え大きくと変貌する地域の巡検となりました。

山古志地域では地震発生から2年が経過しようとしています、工事への影響から未だ一部の地域に立入が制限されています。昨年に引き続き、山古志支所のご厚意から通行許可証を発行して頂き実施することができました。

参加者は40人、マイクロバス2台での巡検となりました。

■巡検ルート

長岡市寿(住宅地盤改良工事現場)→小千谷市三仏生(長岡市妙見道路工事現場対岸)→山古志竹沢(山古志支所・油夫地すべり)【昼食】→山古志芋川(土砂崩れダムとR291復旧工事現場)→山古志小松倉(中山隧道)→木箆經由山古志檜ノ木

①長岡市寿 地盤改良工事現場

第1回の講演で説明された住宅の地盤改良工事をオムニ技研(株)様と(株)高田建築事務所様のご厚意で見せて頂きました。ここは栖吉川に「近く、サウンディング試験の結果、N値が1.5～3の軟弱地盤の層が3m弱あるとのことで、柱状改良工事(深層混合処理工法)が施工されていました。この住宅では総数46本の柱状改良体(3m)を施工するとのことで、既に約半分の施工が完了していました。



図1 工事現場の巡検の様子

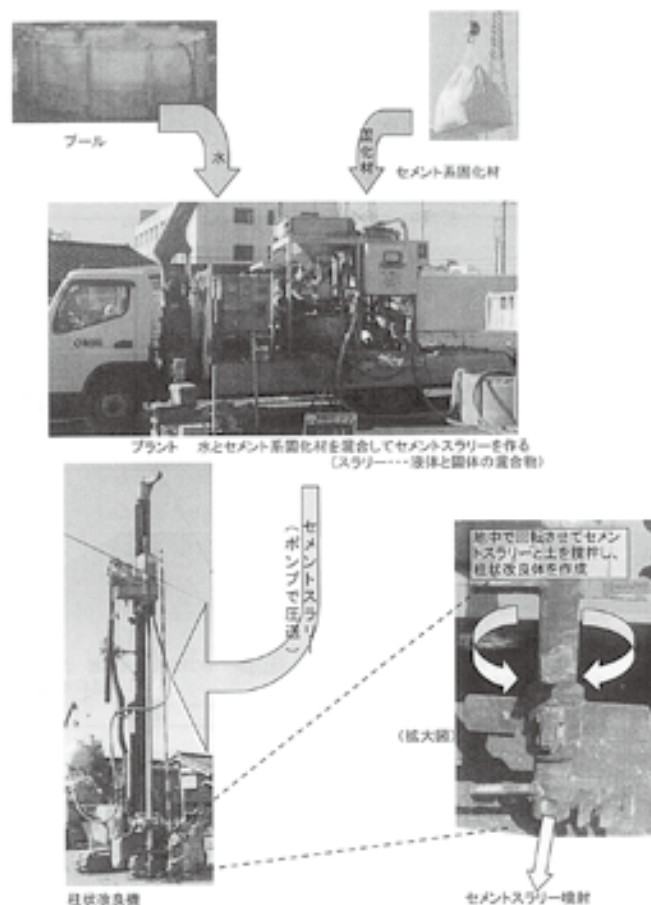


図2 柱状改良工事の流れ

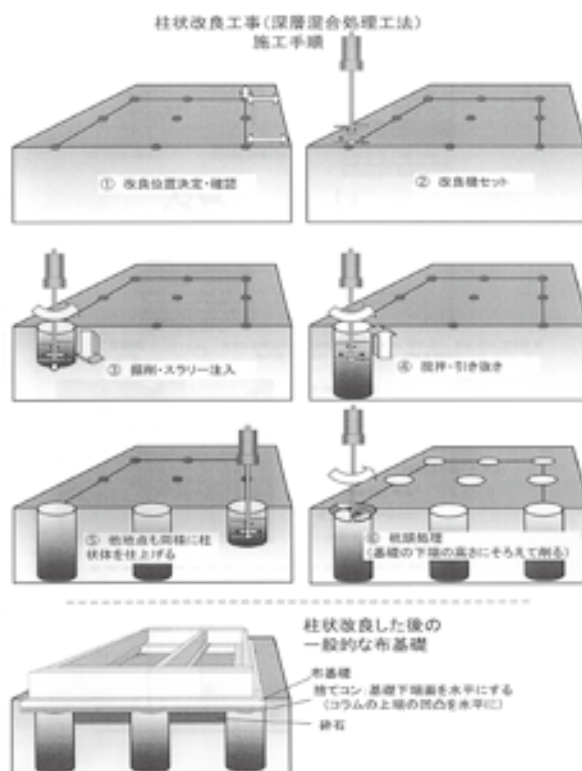


図3 施工手順

参加者は初めて見る工事に、柱状改良の効果や工事費用、工期のことなど熱心な質問があり今後の住宅建築の際に参考となる有意義なものでした。

②小千谷市三仏生（妙見道路復旧工事現場）

妙見の大規模な岩盤崩壊の現場でその復旧工事について、対岸から長岡地域振興局災害復旧部の高峰課長より詳しく説明して頂きました。崩壊は幅 250m、長さ 140m、厚さ 30m で崩壊土砂量は約 50 万 m^3 、復旧にあたってはほぼ現道復旧で掘削約 27 万 m^3 、崩壊防止のグラウンドアンカー945本を施工するもので工事費は約 26 億円程度とのことでした。平成 19 年 3 月の開通を目指して昼夜敢行の工事が行われていました。



図4 標準横断面図



図5 対岸から妙見復旧工事現場

③山古志竹沢（山古志支所・油夫地すべり）

旧山古志村役場であった建物は昨年の巡検時では周囲の地盤が沈下し階段が大きく壊れていましたが、修繕され山古志支所として使われていました。

対岸の油夫地すべりは昨年は手つかずでしたが、法枠工と約 35 万 m^3 の押さえ盛土を主体とした地すべり工事が、油夫川の砂防設備災害復旧工事と共に大幅な進捗をみせていました。工事費は合わせて約 24 億円との事でした。



図6 油夫地すべりと油夫川



図7 油夫地すべり現場

④山古志芋川（土砂崩れダムとR291 復旧工事）

国道 291 号が山古志トンネルと新宇賀地橋及び接続する区間の道路工事の完成で 9 月 3 日に開通し、竹沢から広神への交通は解放されました。土砂崩れダムは法面整形が進み、下流には新たな砂防ダムが建設中でした。かつて、土砂崩れダムにより湛水した水の排除するために体育館の中に何本ものホースを通した映像が大きく報道された東竹沢小学校はどこにあったか想像することすらできないほどの変貌ぶりです。

今後、この平坦な地域が如何に活用されていくのかと考えさせられるものでした。



図8 芋川土砂崩れダムとR291

⑤山古志小松倉（中山隧道）

中山隧道は地震の数年前に隧道巡検にきたところです。16年の歳月をかけた手掘りの隧道はこの地震では、ここに至る川沿いの斜面が大きく崩壊している中で無傷でした。今回は時間の関係で中を歩くことはできませんでしたが、あらためて地域の人達の手のみで900mの隧道を掘った意思の強さに感銘を受けます。その小松倉集落も地震後10数戸になるとのこと。中山間地域の地域復興の難しさも感じました。



図9 中山隧道

⑥木箆から山古志榎ノ木

木箆、榎木、池谷、大久保の各地域は未だ立入が制限されている地域です。芋川から木箆を通り榎木へ。昨年の巡検では通ることができなかったところです。土砂崩れダムで水没したという木箆集落は、その後の土砂の流出で建物が土砂に埋まっていました。なんとすさまじい光景でしょう。この家の持ち主はこの光景をどのように受け入れるのかと思うと心が傷みました。



図10 木箆 土砂に没する家屋

榎ノ木集落は昨年池谷地区から遠望したところです。山古志地域で唯一地震の直接被害でなくなられた方があったところです。榎ノ木集落は旧池谷小学校への移転が決まり、ほとんどの家屋が取り壊されて、丸屋根の車庫が散在していました。



図11 榎ノ木集落の様子

榎ノ木では地震時、多くの牛を空輸で救出した牛舎の崖の地すべり対策工事が急ピッチで行われていました。ここに牛が戻って来る日はいつになるかと考えさせられました。



図12 榎ノ木地すべり工事

榎ノ木から羽黒トンネルを抜けましたが、羽黒トンネルは昨年のままで、隣に新たな1本のトンネル工事が行われていました。

山古志地域、特に南平地区は復旧工事が最盛期とはいえ他の地域に比べると復旧工事が遅れている。この地域の方々には地震から3年目の仮設住宅暮らしとなっている。一日も早くふるさとに帰ることができ、穏やかな山の暮らしを取り戻す日が来ることを願わずにはいられない巡検でした。

中越地震による建物被害と地盤との関係

新潟県立小千谷高等学校 教諭 吉越 正勝氏

1. 小千谷市街地の建物被害と地盤との関係

小千谷市の地形と地質

小千谷市は褶曲した5000mもの厚い1000万年位前から海に堆積した地層からなる地域である。小千谷市の市街地は図1のように河岸段丘に囲まれている。河岸段丘は主として5～10mの段丘土層より構成されており、人口の一番多い市街地は信濃川の右岸(東側)も左岸(西側)も小千谷段丘面上にある。

小千谷段丘は今から1万年前に信濃川の川原であったが、その後の地殻変動により土地が相対的に隆起し、10mの段丘崖を形成するようになった。また、小千谷段丘に東西方向に高い丘、船岡山と上の山の2つの段丘が並んでいることが小千谷市の特徴となっている。

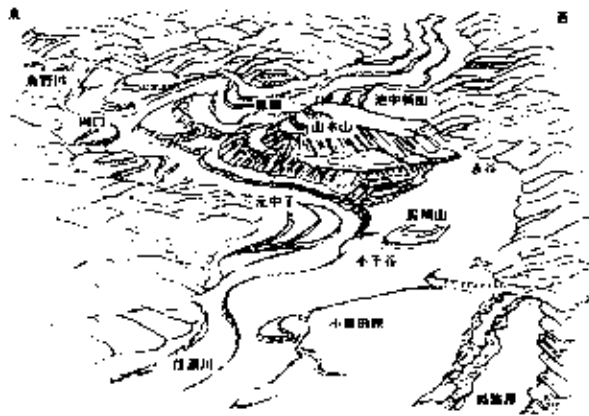
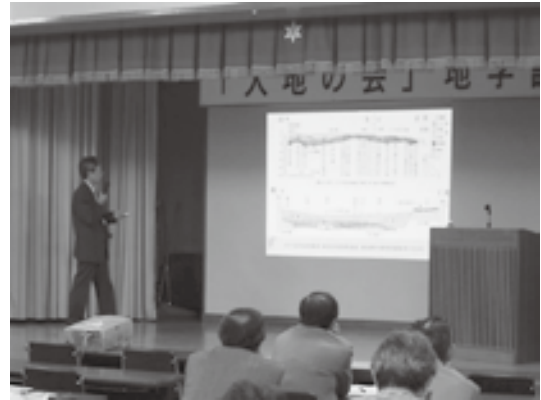


図1 小千谷市街地鳥瞰図

小千谷市の被害の様子

小千谷市の揺れの状況は「谷高生のさけび」では以下のように表現されている・

- ・いきなり店全体が浮かび上がった。体が左右にグツングツと揺り動かされ、周りの棚にしがみついた。
- ・洗濯機の中にいるかのような揺れにより倒れてきた食器棚に挟まれて、身動きが取れなくなった。
- ・頭上のテーブルの上に置いてあった包丁がいつ落ちてくるかと、恐ろしくてしょうが



ありませんでした。

- ・家がきしみ、テレビが宙を飛び、蛍光灯は鼻先をかすめ落下した。ガラスや食器の割れる音が混じり、母親の悲鳴が聞こえた。
- ・まるでこの世というおもちゃ箱を、大きな巨人が揺らしているんじゃないか、と正直思うほどだった。

小千谷市の家屋被害調査記録から被害率分布図を作成して被害を見てみると、信濃川右岸では、ひ生と小千谷駅～旭橋の地域で段丘崖の近くや盛土のところで被害が他の地域より10%程度大きくなっている。信濃川左岸では、関越道に沿ったところ、段丘崖の近く、小千谷段丘面に浅い谷を刻んで流れる小河川のところで被害が大きい。西の山麓、藤田沢では全建物の半分くらいが、水口、打越では6割強の建物が全半壊となっている。(図2)

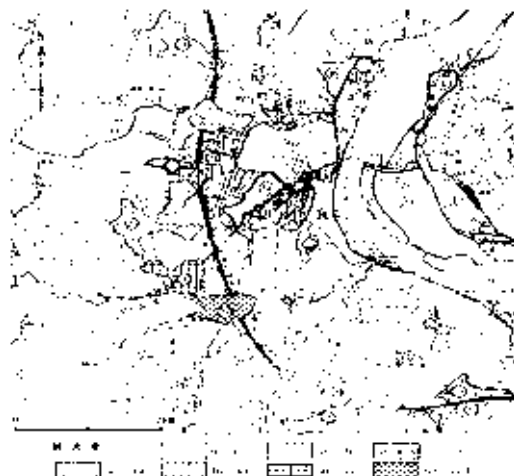


図2 小千谷市の建物の被害

信濃川左岸の関越道に沿った被害の大きいところは段丘面の上に軟弱な泥層が厚く（10m～25m）堆積している。

この部分是小千谷向斜の軸部に相当し、現在も盆状の凹地をつくるような運動が継続しているところである。また、西側の山地から流れ出してきた泥質の扇状地性堆積物もこの向斜構造軸部に厚く堆積しており、この地域に位置する建物の被害が大きくなっている。

2. 越路の建物被害と地盤の関係

地形と地質の概要

越路地域は信濃川と渋海川に挟まれた地域で、中央部には丘陵地形（越路原：北端は朝日原）が北にいくほど高度を下げ、渋海川で分断されている。越路原の基盤は褶曲した魚沼層により構成され、段丘堆積物が何段も分布する。

被害の大きい朝日地区の様子

朝日地区は十楽寺用水が流れている付近が被害が一番大きい。これはかつて大きく蛇行していた渋海川の後背湿地や三日月湖に堆積した軟弱な泥層が厚く堆積しているためと考えられる。（図3）

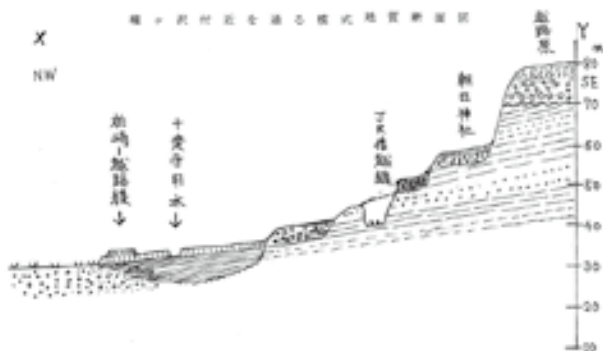


図3 朝日集落南北方向地質断面図



図4 朝日集落の被害

岩野・釜ヶ島地域

岩野集落と釜ヶ島集落は近接しているが建物被害は釜ヶ島は岩野の3倍になっている。釜ヶ島は沖積面からの比高が2mでかつての信濃川の中州が段丘化したもので離水からあまり長い時間が経っていないのに対し、岩野は比高7mで10万年前の段丘面に立地している。

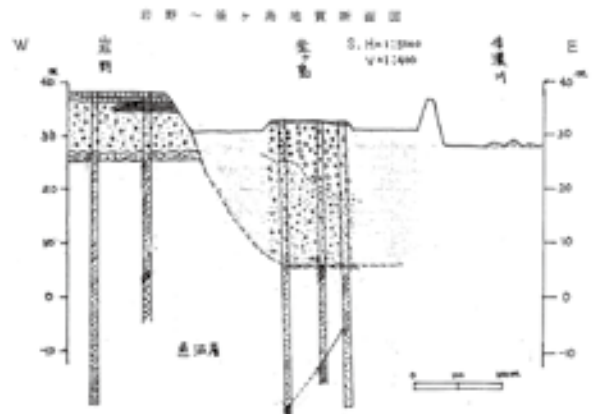


図5 岩野～釜ヶ島間の地質断面図

塚野山長谷川邸周辺の地震被害

長谷川邸は小千谷段丘に相当する段丘面（比高6m）上に立地している。塚野山地域では地表面下に厚い段丘土が分布するのが一般的であるが、長谷川邸の地下では図7に示すように地下4mまでN値が2程度の軟弱な泥層が堆積していることがわかる。このことが長谷川邸及びごくその周辺では地震の被害が一桁大きかった事の原因である。（図6）

西谷：居平・寺尾地域

町道282号線沿いの急傾斜面を形成している泥岩層を挟む砂岩層からなる魚沼層及びその上位に不整合で重なる親沢段丘相当層の端の部分が斜面崩壊し大きな被害を出した。

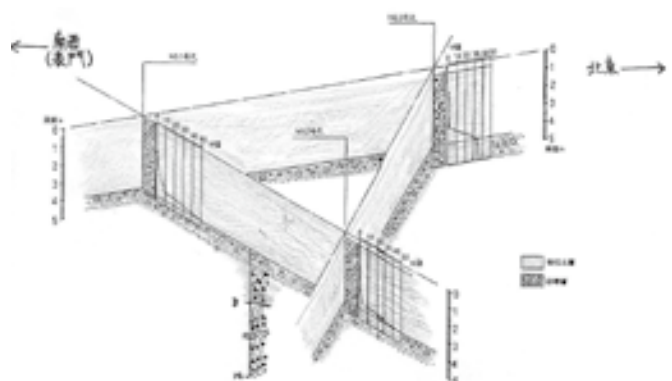


図6 長谷川邸地下地質断面図

被害原因はこれだけでなく、かつて発生した地すべりが谷を埋めて比較的緩傾斜面を形成している場所がある。人家は段丘面及びその緩傾斜面に立地しているものが多い。この古い地すべり地でも被害が大きかった。(図7)



図7 西谷の崩壊

岩田下地域

この地域には3段の地形面が分布している。
a:新しい(下)方から国道404号が通る小千谷段丘相当面 b:これより1段高く(4m)段丘崖が不鮮明な旧道が通る地形面 c:山際のさらに傾斜した扇状地面。

大きな被害はこのうちb地形面上に集中している。緩傾斜の段丘面の盛土が目につく。



図8 岩田下 応急のブルーシート

越路中学校

越路中学校では特別教室棟の被害が最も大きく幅75cmの柱のすべてが地面から2mほどの高さで大きく共役性の断裂でズタズタに壊れていた。小千谷高校は化粧柱の一部に断裂があった程度であり、これと比較して越路中学校が大きいことがわかる。着工年が1960年(小千谷高校は1977年)1971年に建築基準法が改



図9 越路中学校の被害

正されていることや越路中学校が段丘崖に近いところに位置していることが震央からの距離が離れているにもかかわらず被害が大きかったものと想像される。

中越地震の教訓

被害調査や体験から以下のことを提案したい。

- 地震の備え、連絡方法、避難場所、災害グッズ、携帯の充電器等 家族内で話し合う
 - すぐにできる対策 家具類の転倒防止対策
 - 家の耐震補強
 - 地盤改良
 - ハザードマップづくりとその公表(地方自治体)
 - 地震は忘れないうちにやってくる
 - 地震は広範囲にまんべんなく被害を与える
 - 国に対しては自然災害対策に金をかけてもらう
 - コミュニティーのあり方の再検討
- 中越地震の被災地・中山間地は地域コミュニティが比較的残っており、助け合いや避難後の共同生活がうまくできたと言われている。しかし、新興住宅地では同じようにはいかなかった。

この地震は家族内コミュニケーションの取り方やボランティア活動の大切さについても考えさせられた体験であった。

(講演内容を大地の会で要約、文責は大地の会)

「地域復興交流会議」参加報告

大地の会 中野雅子

2月17-18日、一泊二日の日程で「地域復興交流会議」が蓬平温泉で開催されました。大地の会からは、小川会長と中野が参加したので、ご報告いたします。

そもそも、地域復興交流会議って何？と思われる方が多いと思います。この会議は、中越復興市民会議が主催したイベントで、主に中越地域でがんばっている NPO 団体などに声がかかりました。そのねらいは、団体どうしが横に繋がり、おたがいが良い刺激を受けることでさらに地域を盛り立ててゆきましょう！ということにあります。

2日間の日程では、専門家や行政、市民会議のスタッフの方々による「復興」をテーマとする講演、各 NPO 団体の自己紹介・自己アピール、懇親会、ワークショップなどが行われました。総勢約 150 人、中越地域の人だけではなく、地震の時にボランティアとして現地入りしてくれた県内外の人たちが集まりました。

大地の会ではちょうど中越地震体験集の発刊直前というタイムリーな時期でもあったので、会長と二人、体験集を精一杯アピールしてきました。が、ちょうど宴席の最中にやってしまったために聞く人はちらほら。そんななか、数名の方からのご注文をいただきました。また、同時にマップも販売し、好評のうちに 10 部が売れた次第です。

商売(?)の話はともかく、この会議に参加してもっとも印象的だったのは、地震で生活に大きな被害を受けたはずの中山間地の人たちが、予想以上に元気だったことです。川口町の田麦山、木沢、十日町の池谷、山古志の竹沢、小千谷の人たちがおられました。どの方たちも共通して、自分たちの地域にある「宝」を再発見し、これを大いに活かして外からの人たちとの交流を深めよう、という意欲にあふれていました。

地震がなかったら、山の暮らしは平穏だった



団体の自己紹介タイム。写真は「ながおか三尺玉ネット」のお母さん方の寸劇。あまりのすごさに一同、圧倒されました。

かもしれませんが、過疎化と高齢化の問題は同じです。地震によって図らずも「ボランティア」という外との交流が生まれたことで、地域が活性化しているような気がします。さらに、ボランティアをきっかけに新たに若い人たちが移り住んできたことで、過疎化・高齢化にも歯止めがかかっている地域もみられます。地震後に着実に元気を取り戻しているのは、こうした外部からの「風」をうまく取り入れている地域なのかもしれないと感じました。

なお、「復旧」と「復興」の違いについて、講師の上村靖司先生は、「復旧」とは道路や建物などの「物」が元の通りにもどること、「復興」とは漠然としたものではあるが地域やそこに住む人たちが元気になること、そして「復興」には終着点はない、とお話されました。

今はまさに「復旧」がほぼ終わり、あとは「復興」をどうしていくかという時期です。復興への鍵は、地元の人とのふりさとへの愛着と外からやってきた人たちの新しい視点、そして若い力。一筋縄では行かないかもしれませんが、これらがうまくかみ合うと地域が元気づいていくのかなと思いました。大地の会も地域の活性化に一役買えるようになればと、強く感じた2日間でした。

語りつぐ 10.23ーふるさとの大地と中越地震ー発刊

大地の会では昨年から編集を進めていました中越地震体験集を2月末に発刊しました。1993年、会の発足から大地の成り立ちを学習してきた私たちの視点で、中越地震体験をとりまとめ、被害と地盤の関係について解りやすく解説しました。この体験集に綴られた体験をご自身の体験と重ねあわせ、今後の防災について考えてみましょう。

一冊 頒価500円です。多くの方々からお読み頂きたいと思います。
是非お近くの方々にお知らせいただきますようお願いいたします。

内容紹介

第1部 中越地震体験

- [1] 地震体験 89編の体験を以下に分類して掲載
- [2] アンケートでみる中越地震
- [3] 第1部のむすびとして ～地震への備え～

第2部 地質の目から見た地震災害

- [1] 中越地震の発生とその背景
- [2] 地震の被害と地盤の関係

第3部 私たちの取り組みと大地の会のあゆみ

- [1] 大地の会と中越地震
- [2] 大地の会のあゆみ

本書表紙



下記の役員にご連絡ください・

小川 幸雄 (篠花) 090-4672-7681
永井千恵子 (来迎寺) 92-2407
大谷 晴男 (西谷) 090-2532-1330
丸山 哲 (飯塚) 090-5439-9416
遠藤よつえ (来迎寺) 92-6739
松井 直子 (朝日) 92-3453
金子 秀樹 (岩田) 92-3049
鷺山 厚 (上除) 47-2316
小林 和子 (来迎寺) 92-6069
中野 雅子 (中沢) 090-5509-8371
山後 栄子 (来迎寺) 92-4882

■申し込み

購入申し込みはFAX。メールまたはお近くの大地の会役員まで。

FAX 92-2407 大地の会事務局 永井千恵子

mail: chieko-n@m2.nct9.ne.jp

長岡・妙見 絶滅ほ乳類カイギュウ 200 万年前の化石発見

2月10日付け新潟日報に標記の記事が掲載されました。内容は巡検で視察した中越地震で土砂崩れが発生した県道の復旧工事現場で大型の海生哺乳類海牛の一種とみられる化石が発見された。調査にあっている長岡市科学博物館(本会顧問の加藤正明さん担当)では見つかった化石はろっ骨や前腕骨など破片を含め百点以上、ろっ骨は太いもので直径7cmほどあった。発見された場所は白岩層と呼ばれる砂が混じる泥岩の地層で、かつては水深数10mから100mほどの海だった。地層から化石の年代は200～250万年前と推定されている。北海道、山形などで化石が見つかったが、県内では初めて。

発掘にかかわった古生物研究者の堀川秀夫さん(本会顧問)は「国内で大海牛の化石が見つかったのは数例で、発見自体が珍しい。新種の可能性もある」とのこと。

大地の会では、調査が進んだ段階で顧問の両氏にお願いして報告して頂きたいと考えています。ご期待ください。

賛助会員紹介

帝国石油株式会社国内本部
朝日酒造株式会社
株式会社エコロジーサイエンス
有限会社越路地計
大原技術株式会社
有限会社広川測量社
高橋調査設計事務所
株式会社長測
有限会社中越測量社

大地の会会報 おいたち 49・50 合併号

2007.3 発行

問合せ先 〒949-5493 長岡市浦 715 番地

長岡市教育委員会越路分室

担当 桑原浩志 TEL 0258(92)5910

ksj-kyoiku@city.nagaoka.lg.jp

大地の会代表 小川幸雄 携帯: 090-4672-7681

y-ogawa@m2.nct9.ne.jp

http://www10.plala.or.jp/wai2club/daitchi