

新潟県中越地震被害調査報告

寺井 雅和* 清水 弥一** 南 宏一*

Disaster Investigation of the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

Masakazu TERAJ* Yaiti SHIMIZU** Koichi MINAMI*

ABSTRACT

On October 23, 2004, at 5:56pm, a huge earthquake with a magnitude of 6.8 in JMA Magnitude (Japan Meteorological Agency Magnitude) hit the Mid Niigata area in Japan. In Ojiya City, Niigata prefecture, Shindo (JMA seismic intensity scale) hit 6+ (out of 7). The JMA named the earthquake "The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004." As of the morning of October 27th, thirty-one were killed, more than 2,200 were injured and more than 100,000 people were in evacuation, according to the report. We (the writers) conducted this disaster investigation. A main subject describes the outline of the damage of the construction structure by the earthquake.

キーワード：新潟県中越地震，被害調査

Keywords : the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, disaster Investigation

1. はじめに

平成16年10月23日17時56分頃、新潟県中越地方にマグニチュード6.8の大規模な地震が発生した。福山大学ハイテク・リサーチ・センター構造・材料開発研究センターでは、被害調査対象地域を長岡市、小千谷市、十日町とする調査を12月3日-5日に実施した。

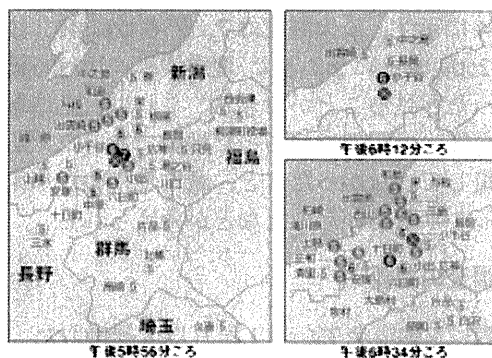
2. 地震の概要

平成16年10月23日17時56分頃、新潟県中越地方の深さ13kmでM6.8(暫定値、以下同様)の地震が発生

し、新潟県の川口町で震度7、小千谷市、山古志村、小国町で震度6強、長岡市、十日町市、栃尾市、越路町、三島町、堀之内町、広神村、守門村、入広瀬村、川西町、中里村、刈羽村で震度6弱を観測したほか、

表-1 各地の震度分布

新潟県	7	川口町
	6強	小国町、山古志村、小千谷市
	6弱	刈羽村、中里村、川西町、入広瀬村(現・魚沼市)、守門村(現・魚沼市)、広神村(現・魚沼市)、堀之内町(現・魚沼市)、三島町、越路町、栃尾市、津南町、大和町(現・南魚沼市)、六日町(現・南魚沼市)、塩沢町、小出町(現・魚沼市)、出雲崎町、和島村、与板町、中之島町、見附市、松之山中之口村、月潟村、巻町、吉田町、分水町、弥彦村、燕市、西山町、高柳町、広神村(現・魚沼市)、湯之谷村(現・魚沼市)、栄町、加茂市、柏崎市、三条市、三和村、吉川町、頸城村、柿崎町、牧村、蒲川原村、上越
	5強	
	5弱	
長野県	5弱	三水村
埼玉県	5弱	久喜市
群馬県	5弱	北橋村、高崎市、片品村
福島県	5弱	柳津町、西会津町、只見町



凡例
 ● は震源地
 ⑦ は震度7
 ⑥ は震度6強
 ⑥ は震度6弱
 ⑤ は震度5強
 ⑤ は震度5弱

図-1 本震および余震の震度分布

*建築学科 **KS 設計

表-2 人的被害および住家被害

	人的被害			住家被害			建物火災 件
	死者 人	行方不明 人	負傷者 人	全壊 棟	半壊 棟	一部損壊 棟	
新潟県	40		2859	2572	5250	57076	9
長野県			3				
埼玉県			1				
福島県						1	
群馬県			6			650	
合計	40	0	2869	2572	5250	57727	9

消防庁調べ 11/24 9:00現在

東北地方から近畿地方にかけて震度1から5強を観測した(表-1,図-1)。

また、同日18時11分頃にM6.0の地震が発生し、新潟県小千谷市で震度6強を、18時34分頃にM6.5の地震(最大余震)が発生し、新潟県の十日町市、川口町、小国町で震度6強を観測した。この地震活動は、10月23日17時56分頃発生した地震(M6.8)を本震とする本震-余震型であると考えられる。本震発生直後1時間以内に震度6強の余震が2回発生するなど活発な余震活動があった。これらの震源は、北北東-南南西方向に長さ約30kmの範囲で分布している。その後、余震活動は減衰傾向にあるが、10月23日19時45分にM5.7(最大震度6弱)、10月27日にM6.1(最大震度6弱)、11月8日にM5.9(最大震度5強)の地震が発生するなど、引き続き大きな余震が発生している。

11月24日9時00分現在、総務省消防庁によると表-3のように、この地震により、死者40名、負傷者2,869名、住家全壊2,572棟、住家半壊5,250棟、住家一部破損57,727棟、建物火災9棟などの被害が発生した。

気象庁は10月23日17時56分頃に発生した地震を「平成16年(2004年)新潟県中越地震」(英語名: The Mid Niigata prefecture Earthquake in 2004)と命名した。本地震の概要を、過去に発生した主要な地震と比較して表-4に示す。最大震度は7、死者数は40、住宅の全壊は2500棟ということで、地震規模に比べて被害は小さかったと見ることができる。これは、鳥取県西部地震と同様、山間部で起こった地震であったため、住宅が密集していなかったこと、豪雪地帯のため家の造りがしっかりしていたことなどが考えられる。

3. 調査の概要

調査は、地震発生から1ヶ月以上経過した、平成16年12月4日から6日まで行った。主な調査地および調査対象は、次の通りで、図-2に調査した地域の詳細図を示す。

長岡市: SRC造、RC造

小千谷市: RC造、S造、免震建物

川口町: 木造住宅、新幹線橋梁

表-3 地震の概要と過去の地震との比較

	兵庫県南部地震	鳥取県西部地震	2001年芸予地震	新潟県中越地震**
発生年月日	1995/01/17	2000/10/06	2001/03/24	2004/10/23
発生時分	05:46	13:30	15:28	17:56
震源緯度	北緯34.6度	北緯35.3度	北緯34.1度	北緯37.17度
震源経度	東経135.0度	東経133.4度	東経132.7度	東経138.52度
震源深さ	17km	11km	51km	13km
気象庁マグニチュード	7.2	7.3	6.7	6.8
モーメントマグニチュード	6.9	6.4	6.9	6.5
最大震度	7*	6強	6弱	7
死者数	6,310	0	2	40
全壊家屋数		431	69	2499
半壊家屋数	20万以上	3068	558	4801



図-2 調査対象地域と主な調査構造物の位置



図-3 中越地区の被害状況(2004. 11. 22 読売新聞より)

調査全般の目的は地震一ヶ月後における建築、土木構造物の復旧状況を確認することである。

4. 構造種別被害の概要

毎日新聞(平成16年10月22日)に掲載された被害状況として、10月21日午前9時現在、新潟県が取りまとめたものを、図-3に示す。地震被害は、新潟県中越地域全域にわたっており、特に震源に近い川口町、

そして、人口が多い長岡市と小千谷市に集中していることがわかる。

4. 1 土木構造物の被害

震源に近く、信濃川の支流である魚野川にかかる上越新幹線の鉄筋コンクリート造高架橋が、写真-1 左上のような被災を受けた。我々が調査に行った 12 月 5 日には、すでにひび割れ面にアクリル樹脂が注入された後(同右上)で、これから鉄筋コンクリートによる厚さ 50cm の増し打ちが行われるための施工中であった(同左下)。この高架橋の前後にも 13 本の高架橋があり、ほとんどが補修・補強される工事を行っていた。

写真-2,-3 は、長岡市の中心部から少し郊外の街中の様子である。地震発生から 1 ヶ月以上経った後でも、このように復旧がなされていない所は多数見られた。

4. 2 木造建物の被害

写真-4 は我々が調査に入った 12 月 5 日に撮影した、震源に最も近い川口町の被災住宅である。一階が完全に崩壊しているが、川口町の木造住宅の多くは、大きな被害を受けていた(写真-5,6)。図-4 は、被災直後(11 月 18 日)の新聞に掲載された写真である。偶然、写真-4 と同じアングルから撮られた写真であったが、被災後 1 ヶ月近く経っていたのに、多くの住宅の復興にはまだ手がつけられていない状況であったことがわかる。写真-7 は、川口町役場であるが、駐車場の脇には自衛隊が駐屯して炊き出しを行っており、震災直後の生々しい様子が 1 ヶ月以上経ってもまだ残っていた。

信濃川およびその支流に沿った地域には長岡平野や十日町盆地をはじめとする低地帯が分布している。そしてこれら低地帯の地下には場所によって厚さ 5000m を超える新第三紀以降の比較的新しい時代の地層が発達しており、それら堆積層による地震動の増幅が予想される。大きな住宅被害を受けた地域は、山間部の町村で比較的古い建物が多かった。新潟県は豪雪地域で、冬には数メートルの積雪がある。そのため、この地域の住宅は『鉄筋コンクリート造高基礎形式』の住宅が特徴的である(写真-8)。基礎が鉄筋コンクリートでしっかり作られているので耐震性も高いと考えられ、このような構造形式の住宅にはあまり大きな被害は見られなかった。倒壊した住宅の多くは、耐震配慮に欠けた木造住宅であった(写真-9)。

被災した木造住宅への対応について、写真-10,-11 のような建物が数箇所で見られた。一見すると、被災を受け、解体途中のようにも見えるが、構造部材はそのままに、外装材のみ綺麗に取り除かれている。被災を受けた木造住宅でも、補修補強する傾向にあるのではないかと考えられる。これらの住宅がどのようになったのか、引き続き追跡調査を試みる必要がある。

4. 3 鉄骨造建物の被害

構造体の被害は軽微であった。しかし、新耐震以後に設計された建物でも、非構造部材の被害は顕著であり、今後の検討課題といえる(写真-12)。

写真-13 は、後述する RC 造の被害でも出てくる、小千谷市内にある民間会社の敷地内に造られた鉄骨造工場である。S 造 2 階建てであるが、鉄骨造柱脚の基礎が上下動により持ち上げられ、スラブのコンクリート部分が引き裂かれたようにひび割れている(写真-14)。写真-15 は、補修工事を前に、柱脚まわりのコンクリートをはつり取った状況である。図-10 はこの工場の平面図、図-9 は柱脚まわりの詳細図およびアンカーボルトの浮き上がりを実測したものであり、平均するとおよそ 8.75 mm アンカーボルトは伸びていた。このような上下動に対する配慮についても、今後検討しなければならない。

4. 4 鉄筋コンクリート造建物の被害

大地震時の被害として、鉄筋コンクリート造(以下、RC 造)建物によく見られるのが、短柱のせん断破壊である。このたびの新潟県中越地震では、このような破壊が少ないことが特徴的であった。

RC 造建物では、上部構造が振動によって直接被害を受けたものより、地盤変状によって上部構造が傾いたり、沈んだりという被害が多く見られた(写真-16,-17)。これまでの既存建築物の耐震診断の手法によると、建築物の耐震性能評価では、このような地盤変状は考慮されていない。崖地に対する配慮については、今後検討しなければ課題の 1 つであろう。

RC 造建物で最も大きな被災建物の 1 つが、小千谷市内にある病院である(写真-18)。この病院は増改築が繰り返され現在の姿になっているが、最も古くに建築された棟(RC 造 3 階)の 1 つが、写真-19,-20 のようにせん断破壊し、1 階は軸崩壊が生じていた。この病院の病棟は、それほど大きな被害は無かったものの、地震の揺れによりスプリンクラーが誤動作し、病室が水浸しになったため、入院患者の一部を別の病院へ移動することとなった(写真-21)。このような、設備に対する防災対策も今後検討しなければならない問題点の 1 つである。

写真-22 は、小千谷市内にある民間の会社の事務所として使用されている RC 造 2 階建ての建物である。この建物は、1 階が工場、2 階は事務所として利用されていたが、同社敷地内に工場棟が建ったため、被災前に 1 階工場内の機器類はすべて運び出されていた。さらに 2 階の事務所も移転し、被災当時は 1 階が倉庫として利用されていたので、積載荷重はほとんどなかった。いずれ解体する予定でいたところで、大地震に見舞われたそうである。このたびの地震により、写真-23 のように大破の被害を受け、危険であること、そして

豪雪により建物が崩壊する危険があるので、積雪期を前に、すでに解体されている(写真-24)。

解体を前に、被災状況を確認するために、この建物の実測および被災調査を行った。さらに、柱から鉄筋の一部とコンクリートコアを抜き取り、被災当時の材料特性を確認することにした。建物の実測を元に、図面を復元した。図-6に梁床伏図および、柱と梁の断面リストを、図-7,-8にx,y通りの軸組図をしめす。鉄筋とコンクリートの材料試験により、材料特性が判れば、この建物の耐震診断および振動解析などを行い、新潟県中越地震の震動特性とこの建物の被災状況の関わりについて検討する予定である。

4. 5 鉄骨鉄筋コンクリート造の被害

新潟県第2の都市である長岡市において、鉄骨鉄筋コンクリート造とみられる建築物の全数調査をした(写真-25)。市内には、50棟近いSRC造建物が確認でき、これらの多くは新耐新以後の比較的新しい建物が多かった(表-4)。これらのうち数棟について、管理人がいて、立ち入ることができたものについて、被災調査を行った。また、共同住宅のように内部への立ち入りが困難な建物では、外観の目視や管理人からのヒヤリングを行った。ほとんどの建物で、構造体の被害はなく、外壁・タイルの軽微な剥落、ひび割れ程度であった(写真-26)。

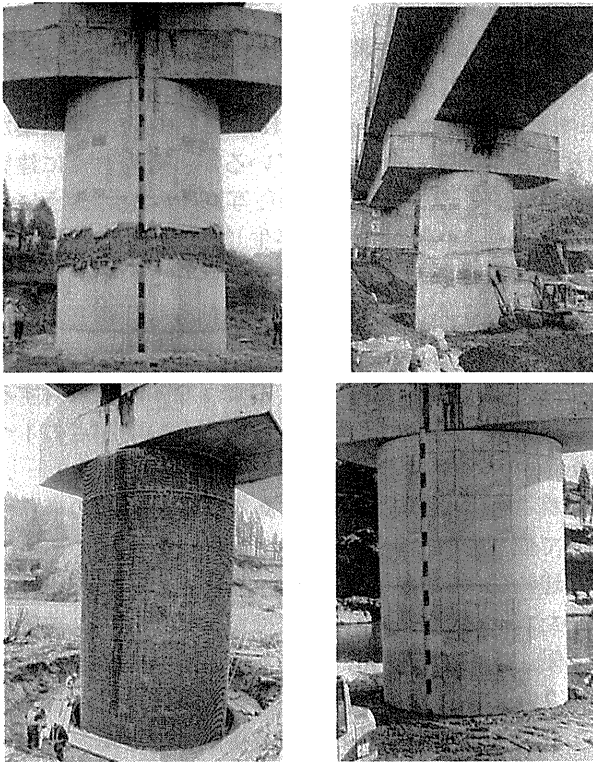


写真-1 新幹線魚野側橋梁の復旧状況

4. 6 免震建物の被害

長岡市内に1棟、小千谷市内に1棟ずつあった(写真-27,-28)。構造的な被害は無く、免震装置が有効に作用していたことが確認できた。しかし、上部構造が揺れることにより、周辺の設備配管や外構材にぶつかり、これらを破損している箇所が見られた。このように構造詳細については、改良の余地があると言える。

5. おわりに

新潟県中越地震は、10月23日17時56分にマグニチュード6.8の本震が発生し、その後数十分間隔で、立て続けに大きな余震が続いたというのが特徴的である。本震も、余震も、最大震度が6強以上であり、このような地震活動は過去に例がない。図-5は、10月25日の朝日新聞の記事であるが、本震で被災を受けなかった住宅で、小学校6年生の子供が安心して風呂に入ったところ、余震が発生し住宅の下敷きになったという、痛ましい記事である。一度でも大きな地震動を経験した後、構造物の有する残存耐震性能の確認が必要であることを再確認した事故であった。



写真-2 傾いたままの電柱

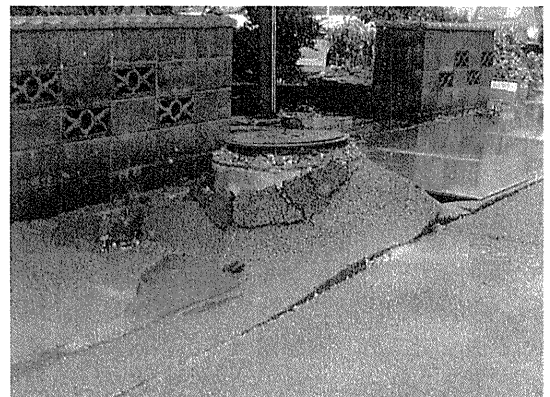


写真-3 地中から浮き上がったマンホール



写真-4 川口町の被災住宅



写真-7 川口町役場



図-4 新聞記事(2004. 11. 18 読売新聞より)



写真-8 RC高基礎形式住宅



写真-5 川口町の被災住宅 1

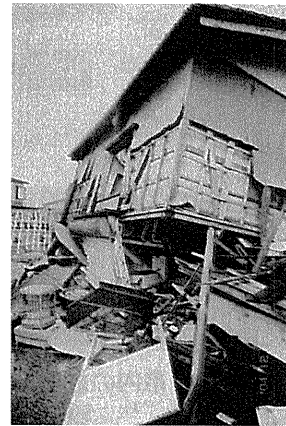


写真-9 被災住宅



写真-6 川口町の被災住宅 2)

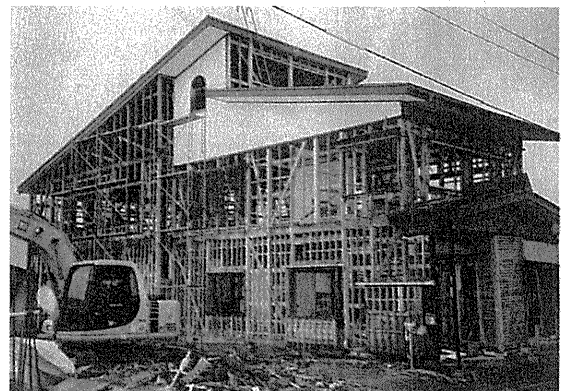


写真-10 十日市町の被災住宅



写真-11 長岡市の被災住宅

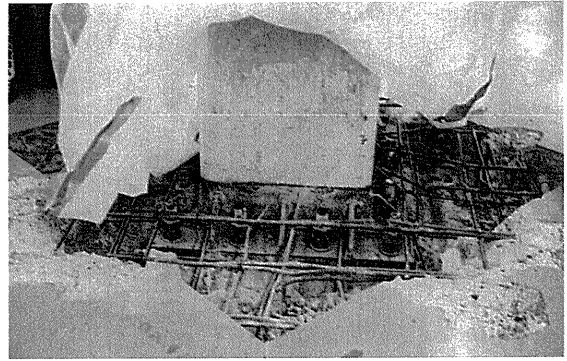


写真-15 柱脚部の様子



写真-12 小千谷市鉄骨造建物外壁の剥落

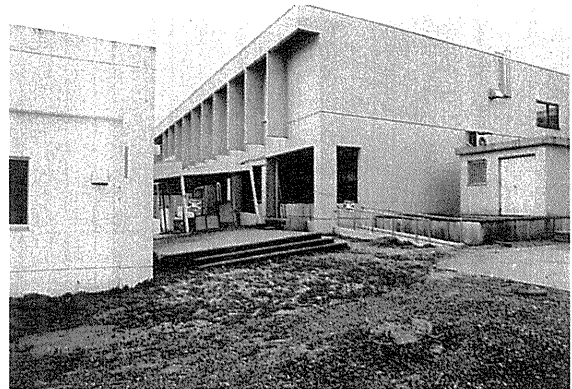


写真-16 地盤変状により動いたRC造建物



写真-13 小千谷市内の鉄骨造工場



写真-17 崩壊した擁壁



写真-14 工場柱基礎部分の被災状況



写真-18 小千谷市内の病院

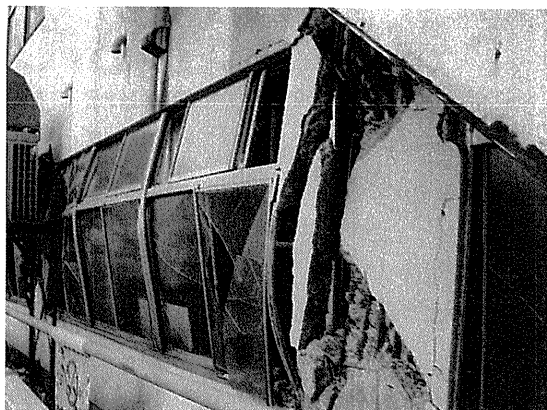


写真-19 RC造建物 柱のせん断破壊 1



写真-23 柱のせん断破壊



写真-20 RC造建物 柱のせん断破壊 2



写真-24 解体直前の様子



写真-21 病院内部の様子

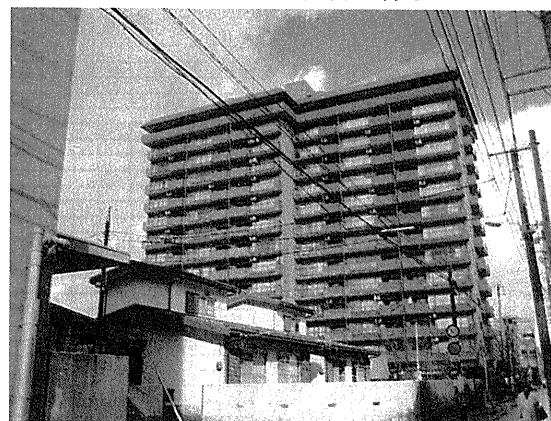


写真-25 長岡市内 SRC造マンション

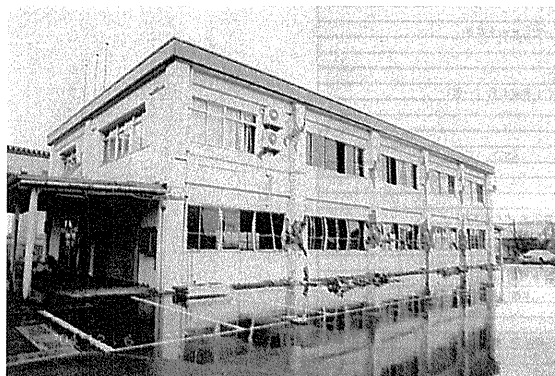


写真-22 小千谷市内 RC造事務所建物

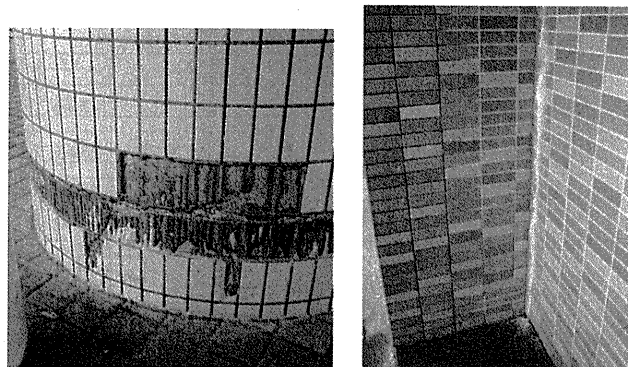


写真-26 SRC造建物の被害例(タイルの剥落と割れ)

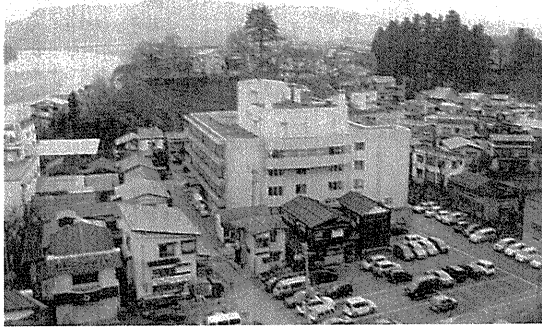


写真-27 小千谷市内の免震建物



写真-28 長岡市内の免震建物

下敷き 声途絶え



図-5 新聞記事(2004. 10. 25 朝日新聞より)

表-4 長岡市内の SRC 造建築物リスト

番号	用途	階数	建設年	特 徴
1	JR駅	3(+1)		路線下の駅舎SRC?+1は鉄骨
2	飲食店?	8		
3	学校	?	平成9年	基礎免震 (SRC?)
4	共同住宅	12	平成4年	
5	共同住宅	11	平成6年?	7,8階の一部にクラックが入った。2階壁外側にクラックがある
6	共同住宅	14		
7	共同住宅	8		1階事務所
8	共同住宅	14	平成14年	1階共用、駐車場
9	共同住宅	9		
10	共同住宅	10		下2階事務所・店舗
11	共同住宅	14	平成3年	全階共同住宅
12	共同住宅	8		下2階事務所・店舗
13	共同住宅	7		全階共同住宅
14	共同住宅	10		全階共同住宅
15	共同住宅	14	平成3年	全階共同住宅
16	共同住宅	11		下2階店舗・事務所
17	共同住宅	11		下店舗
18	共同住宅	9		
19	共同住宅	14		下店舗
20	共同住宅	14	平成15年	
21	共同住宅	9		ビロテイ、壁面あり
22	共同住宅	10		1階は2層の立体駐車
23	共同住宅・ホテル	10		
24	劇場	2		
25	健康ビル	8		ペンシユルビル
26	事務所	7		
27	事務所	7		
28	事務所	8		
29	事務所	8		タイル表面われ(一部)
30	事務所	7		
31	事務所	11		
32	事務所	7		
33	事務所	6	昭和39年	SRC?
34	事務所	9		
35	事務所	7		
36	事務所	10	昭和53年	
37	事務所	7		1階店舗(メガネ店)
38	事務所	8	昭和56年	
39	庁舎	6		中央に劇場をあり
40	店舗	B1+7	昭和63年	1階正面丸柱脚部のタイル剥落
41	店舗	6		SRC? (昭和30年代)
42	病院	7or8	昭和55年	本館と廣棟
43	病院	12	平成15年	
44	ホテル	12		
45	ホテル	8		下2階店舗上6層ホテル
46	ホテル	8		シティホテル2階まで一般階
47	ホテル	12	昭和57年	
48	ホテル	14	平成7年	
49	ホテル	9		
50	ホテル	10		
51	ホテル	12		シティホテル3階?まで一般階

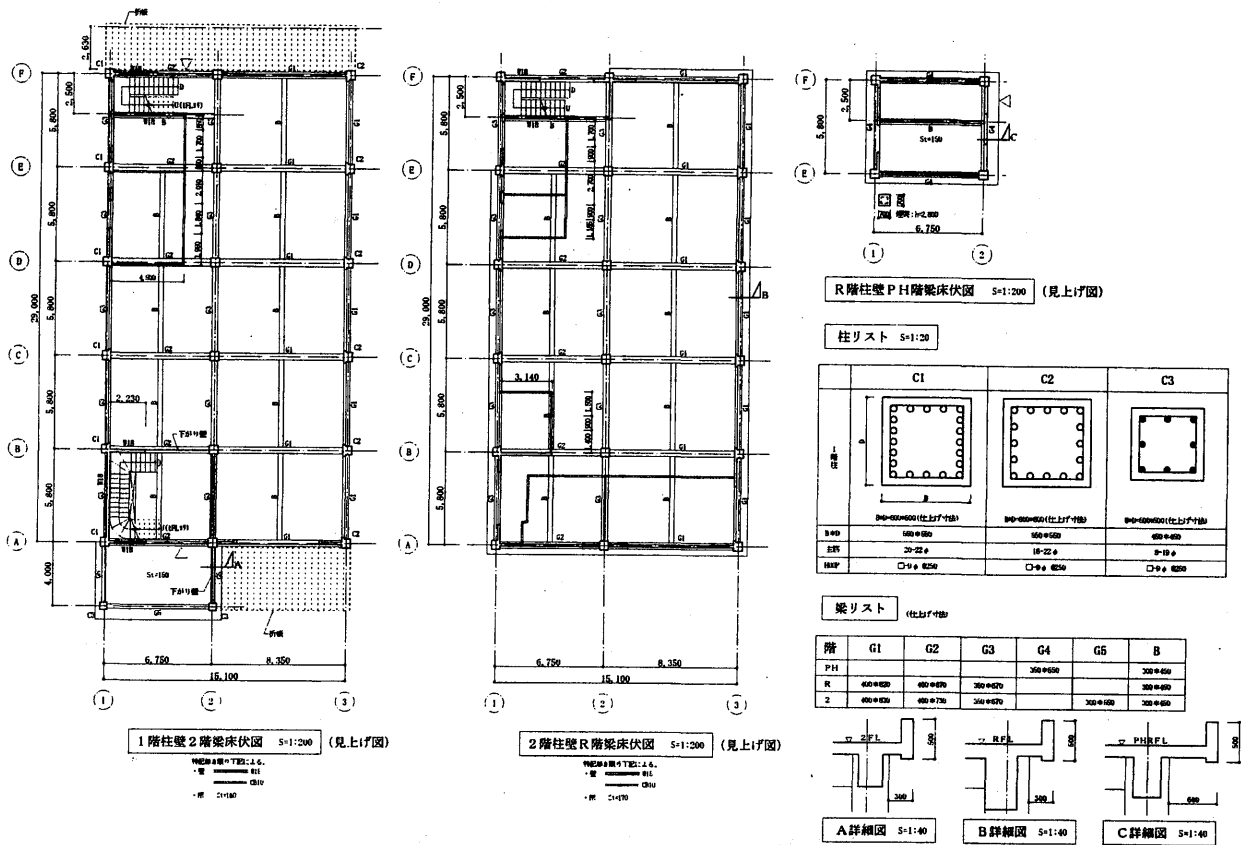


図-6 小千谷市内 RC造事務所兼倉庫の梁伏図および断面リスト

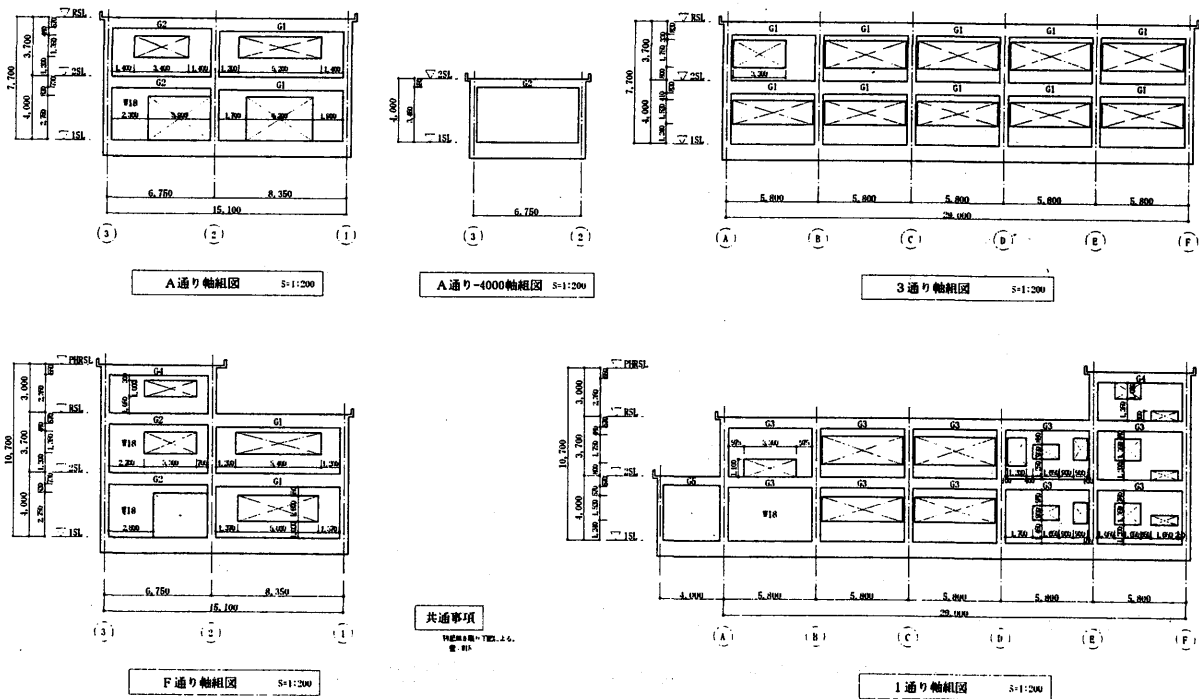


図-7 小千谷市内 RC造事務所兼倉庫の軸組図(その1)

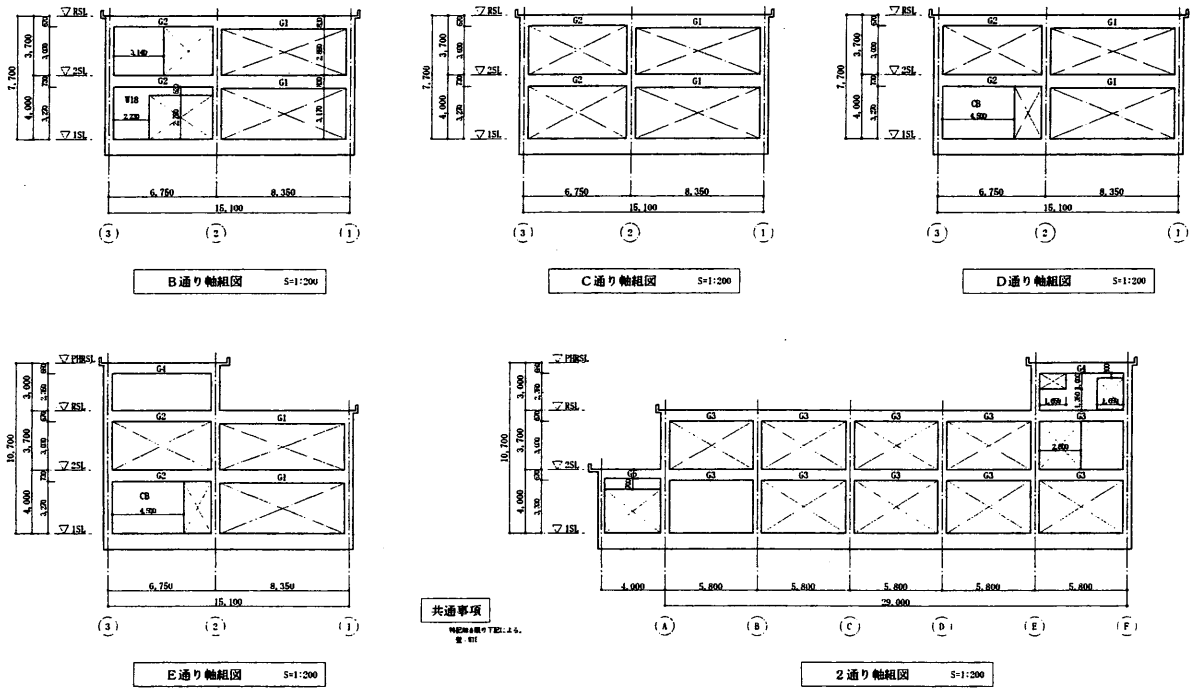
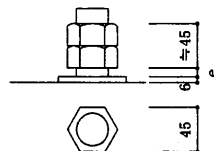
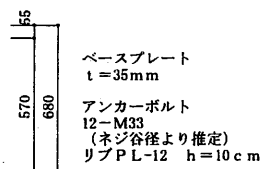
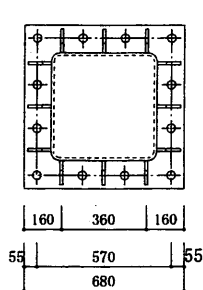
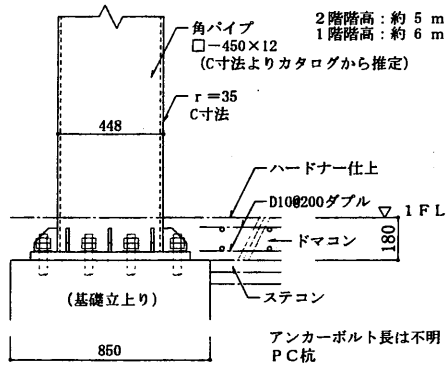


図-8 小千谷市内 RC 造事務所兼倉庫の軸組図(その2)



アンカーボルト伸び寸法 (mm)

1.	5.5
2.	7.5
3.	9.5
4.	7.5
5.	12.0
6.	8.0
7.	10.0
8.	10.0

平均 $e=8.75$ mm

図-9 小千谷市内 S 造倉庫 1 階柱脚浮き上がり調査 (H17.01.07 調べ)

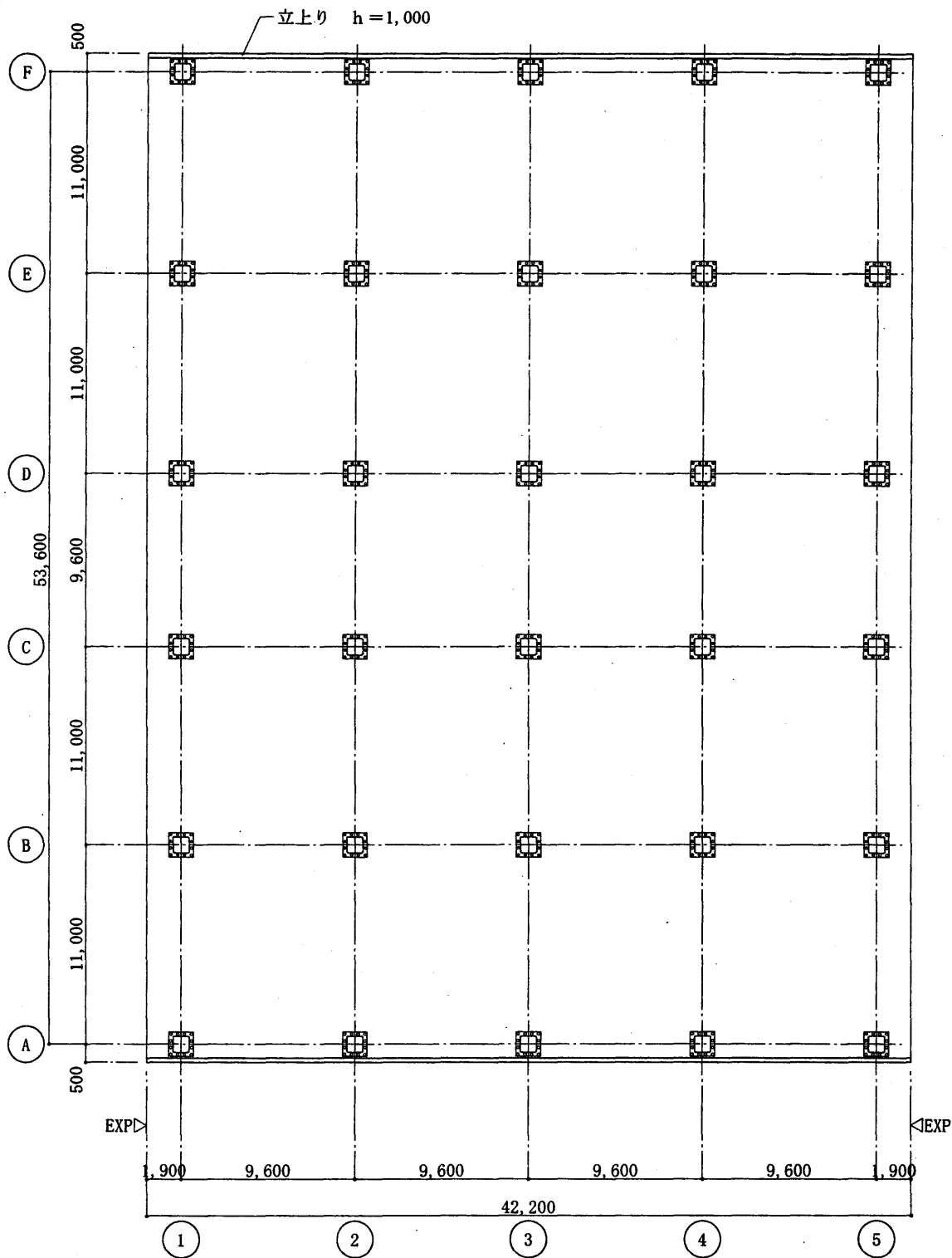


図-10 小千谷市内 S 造倉庫 建屋平面の大きさ