

1968 年十勝沖地震による十和田市の住宅被害と 地盤の卓越周期

毛呂 眞*, 田端 巧光**, 橋詰 豊***

Earthquake damage of housing in Towada-city by the 1968 Tokachi-Oki Earthquake and predominant period of microtremors

Makoto MORO*, Yoshiteru TABATA** and Yutaka HASHIZUME***

Abstract

Examination was carried out about the relation between characteristic (poor subsoil layer and excellence period) of subsurface layer and the damage of a residence of Towada city by the 1968 Tokachi off Earthquake. As a result, the following understood.

- 1) An excellence period of the foundation that high damage rate happened is about 0.4 seconds.
- 2) The poor subsoil layer of the foundation that high damage rate happened is 10 m~20 m.

Keywords: Earthquake damage of housing, the 1968 Tokachi-Oki Earthquake, Towada city, predominant period of microtremors

1. はじめに

1968 年 5 月 16 日, 十勝沖地震(マグニチュード 7.9)では, 震源が青森県東方沖であったことから, 主に青森県東部地域に特に大きな被害を与えた。

住宅被害の分布から見ると, 八戸市, 十和田市, 三沢市及び, 上北郡での被害が大きく, 住家の被害は, 半壊, 全壊を含めると, 青森県で 4,548 戸あり, 内訳を見ると, 半壊 3,605 戸, 全壊 943 戸であった。北海道では 508 戸あり, 内訳は, 半壊 402 戸, 全壊 106 戸であった。(文献

1)

本稿では主に, 1968 年十勝沖地震での十和田市域の住家被害と, 表層地盤の特性—軟弱地盤層圧と卓越周期—との関係についての調査結果を報告する。

2. 十和田市の地形, 地質

十和田市は, 一般的な地図で見ると, 青森県南東部の内陸部に位置し, 昔, 三本木原といわれた地域にあり, 市界区域の形状で見ると, ちょうどコの字型をしている。

地形としては, 北西部と南西部側は, 十和田湖, 八甲田山へとつながる山地となっており, 東側は, 三沢, 八戸に続く台地となっている。

標高で見ると, 十和田市全体では, だいたい 45 m~85 m と, 緩やかに南東側に傾斜している。そして, 十和田市市街地は比較的平らで, コ

平成 10 年 10 月 16 日受理

* 建築工学科・教授

** 建築工学科・助手

*** 大学院工学研究科土木工学専攻博士後期課程・1年

の字型の中央に位置し、標高で60 m～70 m 程度であり、ほとんど平地となっている。その中央を国道4号線が南北に延びていて、道路は碁

盤の目になっている。また、市内の南側には、奥入瀬川が流れており、河川敷の標高は、35 m 前後である。

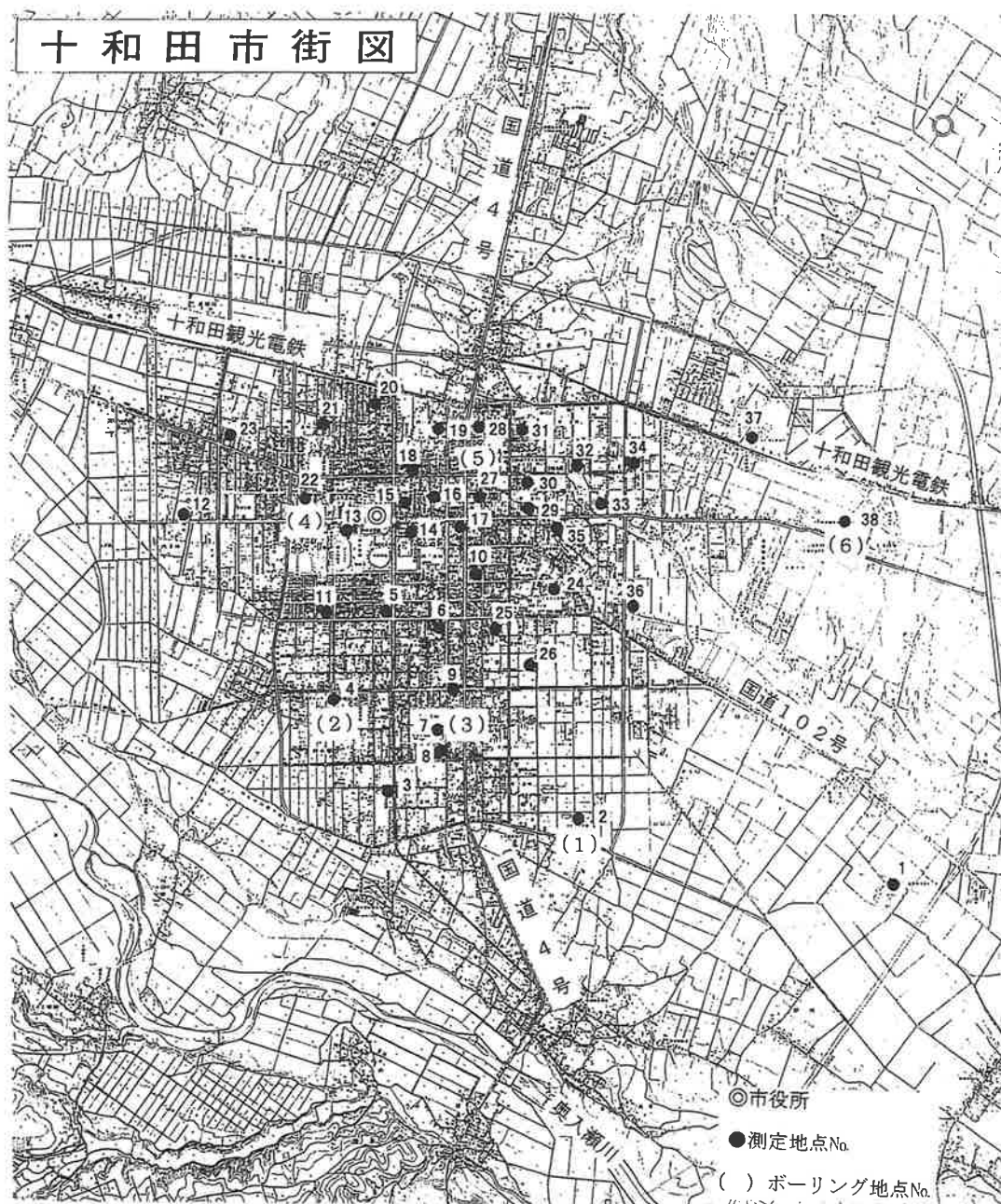


図-1 測定地点

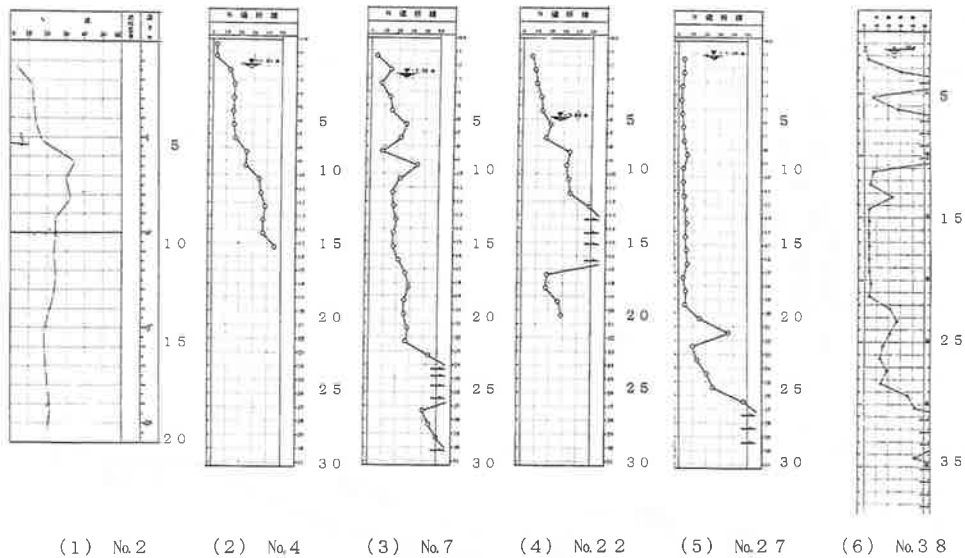


図-2 地盤ボーリング図

図-1 には市街地図を示す。尚、図-2 には代表的な地盤ボーリング地点 6 点を示す。図-1 には、常時微動測定地点 38 点示す。

十和田市の地質については、文献 2 によると、十和田市周辺には、十和田火山噴出物が広く分布している。噴出物の主体は、降下火山灰、火山灰流凝灰岩である。その概略は、降下火山灰が、十和田湖を通る南北線より東側に分布し、太平洋に向かって比較的広角に開く扇型をしている。降下火山灰の特徴は、降灰单元ごとに最下部に粗粒物が集中し、最上部では、細粒であることと、隙間が多く未固結で、風化して赤褐色粘土質となっていることが挙げられている。

次に、十和田市の地盤ボーリングデータからその N 値分布等の特徴を見てみる。文献 3 に記載されている十和田市のボーリングデータ 48 本と、それ以外で得られた 12 本、合わせて系 60 本から、それを検討する。ボーリング図の代表的なものを 6 つ、図-2(1)～図-2(6) を載せる。図-1 中にその地点を示してある。

図-2 を見てみると、測定地点 No. 2 のボーリング図(1) を見てみると、1.2 m～20.0 m まで砂礫となっており、水を少し含んでいる。その

中でも、6.0 m の所で軟弱地盤層圧(H)をとることができる。測定地点 No. 4 のボーリング図(2) を見てみると、1.75 m～15.0 m まで砂礫になっており、水を少し含んでいる。軟弱地盤層圧(H)は、15.5 m の所でとることができる。測定地点 No. 7 のボーリング図(3) を見てみると、1.5 m～7.0 m まで砂混り粗粒砂となっており、7.0 m～9.5 m までは、火山灰やシルト、または、粗粒砂になっている。それ以降 9.5 m～22 m まで、粗粒砂となっており、水を含んでいる。軟弱地盤層圧(H)は 23 m の所でとることができる。測定地点 No. 22 のボーリング図(4) を見てみると、1.0 m～11.0 m まで小礫や粗砂になっており、水を含んでいる。軟弱地盤層圧(H)は 12 m の所でとることができる。測定地点 No. 27 のボーリング図、図-2(5) を見てみると、1.0 m～20.0 m までシルトになっており、途中に、粘土または細砂があるものの、ほとんどがシルトとなっている。全体的に火山灰質で、細砂や、水、粘土などで構成されている。軟弱地盤層圧(H)は 26 m の所でとることができる。測定地点 No. 38 のボーリング図(6) を見てみると、1.0 m～5.0 m まで浮石砂、5.0 m～11.0

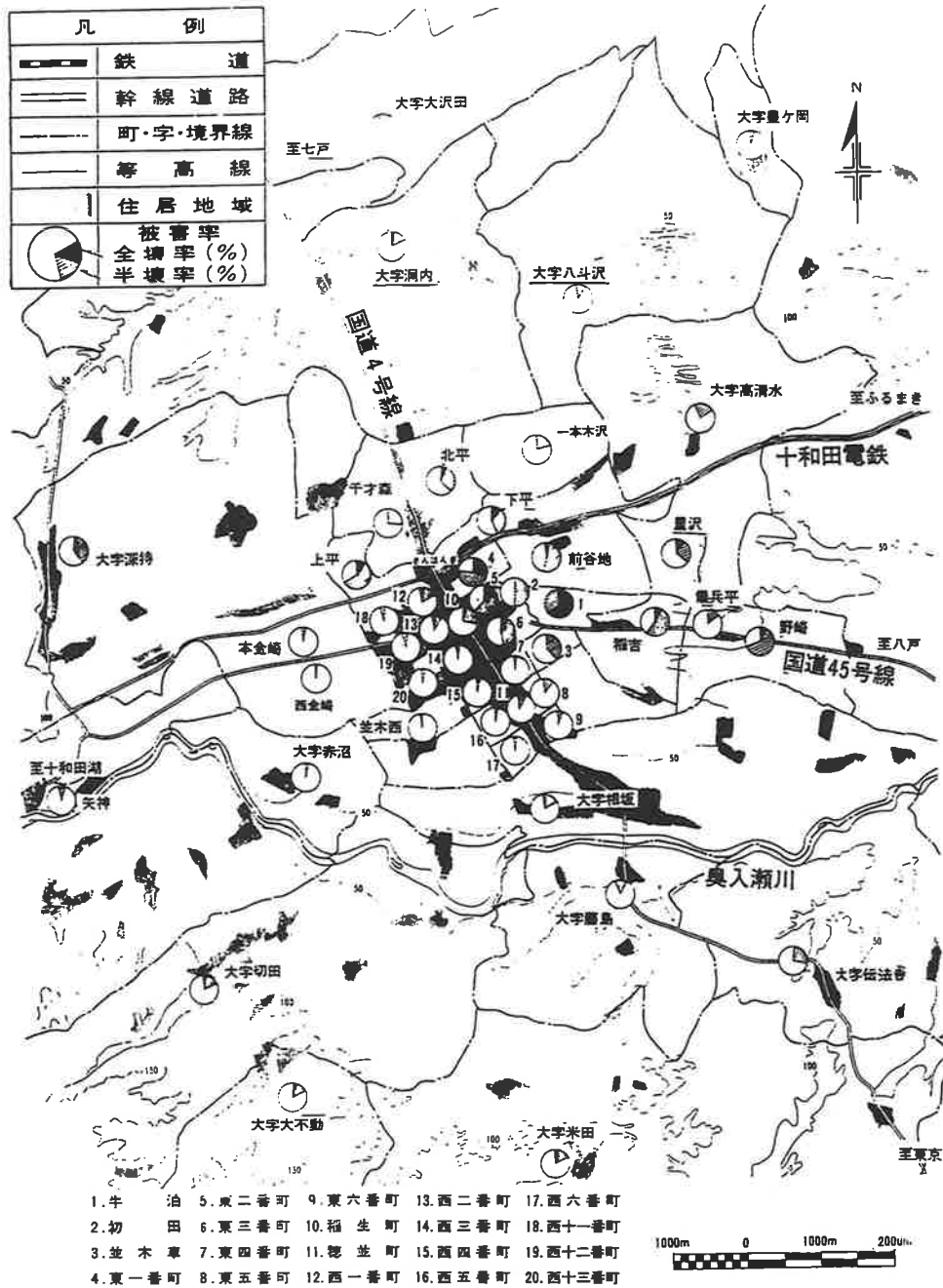


図-3 住宅被害分布図 (文献 1)

m まで火山灰質砂, 11.0 m~20.0 m までシルトになっており, 途中に, 砂や火山灰があるものの, ほとんどがシルトとなっている。21.8 m

~22.8 m まで火山灰になっており, 22.8 m 以降は, 砂になっている。全体的に火山灰質で, 細砂や, 水, 粘土などで構成されている。軟弱地

表-1 十和田市における部落別住家被害

町、部落名	全世帯数	住家		被害率 (%)	
		全壊	半壊	全壊率	半壊率
稲 生 町	857	50	146	5.8	17.0
東 一 番 町	153	59	69	38.6	45.0
東 二 番 町	226	46	81	20.4	35.9
東 三 番 町	810	52	261	6.4	32.2
東 四 番 町	60	1	0	1.7	0
東 五 番 町	58	0	6	0	10.3
東 六 番 町	56	0	3	0	5.4
西 一 番 町	331	6	56	0.8	16.9
西 二 番 町	233	3	10	1.3	4.3
西 三 番 町	429	0	6	0	1.4
西 四 番 町	333	0	7	0	2.1
西 五 番 町	26	0	1	0	3.8
西 六 番 町	78	0	2	0	2.6
西十一番町	289	0	13	0	4.4
西一二番町	233	0	10	0	4.2
西一三番町	621	0	7	0	1.1
稲 並 町	670	2	27	0.3	4.0
儀 兵 平	19	0	3	0	15.8
上 平	52	5	28	9.6	53.9
下 平	194	24	74	12.4	38.2
北 平	129	6	39	4.6	30.2
千 才 森	53	0	14	0	26.4
前 谷 地	39	1	23	2.6	59.0
一本木	52	0	11	0	21.1
牛 泊	24	18	9	75.0	37.5
初 田	14	0	7	0	50.0
里 ノ 沢	10	1	2	10.0	20.0
稲 吉	52	5	26	9.6	50.0
野 崎	19	1	11	9.1	58.0
並 木 東	13	0	5	0	38.4
並 木 西	146	0	2	0	1.4
西 金 崎	216	0	6	0	2.8
本 金 崎	87	0	3	0	3.5
矢 神	36	0	3	0	8.3
大字赤沼	90	0	2	0	2.7
大字切田	335	2	50	0.7	14.9
大字洞内	544	5	55	0.9	10.1
大字大沢田	282	0	34	0	12.0
大字豊ヶ岡	32	0	1	0	3.1
大字八斗沢	178	0	16	0	8.9
大字深持	456	5	128	1.1	28.1
大字伝法字	156	0	41	0	26.3
大字米田	361	2	41	0.5	11.4
大字大不動	89	2	14	2.2	15.7
大字藤島	166	0	22	0	13.2
大字相坂	678	3	55	0.4	8.2
大 字	122	0	25	0	20.5
合 計	10,103	299	1,455		

盤層圧 (H) は 6 m の所をとることができる。

以上のことから、代表的な 6 つの十和田市市街地の N 値分布図を見る限りには、30 m 近くまで柔らかい層と硬い層が、交互に表れていて複雑である。また、火山灰質層が、10.0 m~20.0 m の深さにあり、その層の多くは、砂質や粘土質となっており、硬さがまちまちとなっている。シルト粘土系の火山灰層だと、 N 値は小さく、砂質系だと N 値は大きい傾向である。

3. 十和田市の住家被害

1968 年北海道十勝沖地震による住家被害は、半壊 537 戸、全壊 205 戸、合計 742 戸の住宅被害があり、文献 1 による住宅被害分布図を、図-3 及び、部落別に住家被害をまとめたものを、表-1 に示す。十和田市内を南北に通る国道 4 号線を境に東側と西側とでは大きな差があることが読みとれる。

東側の地域では、半壊率と全壊率が西側に比べ大きく、これは東一三番町(牛泊)、東一番町などの東側は、水田の埋め立て地だったことが被害を大きくしたと考えられている。それに対し、西側では、大きな被害がないという対照的な結果を示している。

文献 1 によれば、住家被害の多くは、水田の埋立地や、低湿地などの地面の変動が大きく、土台が束石からはずれるなどして大傾斜し建物や、軟弱地盤などで局地的に地面の震動が大きく大被害を起こしたものと推定されている。

また、地震のおこる前に雨が降っていたことから、地盤が滑りやすい状態になっていたことも、被害を大きくした要因と考えられる。

4. 微動測定地点と、実測状況

測定地点は 3 日間で、主に、十和田市の市街地を中心に 38ヶ所行った。これらの地点は、ボーリングデータをもとに選んだ測定地点である。常時微動測定は、車によって 1 測点ずつ行なう移動計測である。用いた微動計は、NS、EW、UP 成分の同時記録のできる、UPS-T3(振

表-2 十和田市微動調査地点一覧表

第一回 11月4日（火） 晴れ				
番号	施設名	住所	時刻	備考
1	食肉処理場	十和田市大字三本木字野崎 1	10:30	歩行者多 d1, s1 のみ 車両多 d1, s1 のみ
2	市立十和田中学校	十和田市東十六番町 27-1	11:30	
3	南公民館	十和田市西六番町 5-10	11:55	
4	学校給食センター	十和田市西十五番町 14-1	12:30	
5	スーパーカケモ切田裏	十和田市西三番町 24-38	13:50	
6	青森銀行十和田南支店裏	十和田市西四番町 1-7	14:20	
7	県立三本木高等学校	十和田市西五番町 7-1	15:05	
8	警察官待機宿舍向	十和田市西五番町 9-3	15:30	
9	穂並会館	十和田市穂並町 7-55	15:55	
10	個人敷地	十和田市稲生町 20-15	16:10	
第二回 11月5日（水） 曇りときどき雨				
番号	施設名	住所	時刻	備考
11	路上	十和田市西十三番町 43-22	9:30	車両多
12	若葉団地	十和田市西二十二番町 48-11	10:10	
13	市立図書館駐輪場	十和田市西十三番町 2-8	10:35	
14	路上	十和田市西三番町 3-5	11:20	
15	上北農村整備事務所	十和田市西二番町 10-21	11:55	
16	路上	十和田市西二番町 3-21	13:05	
17	個人敷地	十和田市稲生町 15-37	13:40	
18	昭和小路	十和田市西一番町 21-9	14:20	
19	路上	十和田市西一番町 3-30	14:50	
20	路上	十和田市西十一番町 1-34	15:30	
21	路上	十和田市西十一番町 40-4	16:00	
22	十和田家畜保健所	十和田市西十二番町 19-23	16:25	
23	路上	十和田市西二十一番町 45-36	16:50	
第三回 11月8日（土） 晴れ 風あり				
番号	施設名	住所	時刻	備考
24	三本木小学校	十和田市東三番町 36-1	9:25	風 d5, s1, s5 ファイル名違 風 移動
25	個人敷地	十和田市東四番町 2	9:55	
26	個人敷地	十和田市東四番町 11-20	10:35	
27	個人敷地	十和田市稲生町 14-53	11:05	
28	個人敷地	十和田市稲生町 2-46	11:40	
29	個人敷地	十和田市東二番町 6-21	13:10	
30	路上	十和田市東二番町 4-24	13:45	
31	個人敷地	十和田市東一番町 4-58	14:05	
32	路上	十和田市東一番町 12-27	14:30	
33	路上	十和田市東十二番町 8-7-11	15:00	
34	路上	十和田市東十一番町 20-8	15:25	風強 d1 後半使用
35	個人敷地	十和田市東三番町 21-15	15:55	
36	個人敷地	十和田市東十三番町 27-20	16:25	
37	県立十和田工業高校	十和田市大字三本木字下平 215-1	17:00	
38	市立東中学校	十和田市東二十二番町 29-1	17:30	

1968 年十勝沖地震による十和田市の住宅被害と地盤の卓越周期

表-3 実測調査地点の卓越周期と被害率

地点番号	施設名	卓越周期 (sec)	被害率 (%)		
			全壊率	半壊率	被害率
1	食肉処理場	0.25			
2	市立十和田中学校	0.32			
3	南公民館	0.34	0	2.6	1.3
4	学校給食センター	0.33	0	1.4	0.7
5	スーパーカケモ切田裏	0.36	0	1.4	0.7
6	青森銀行十和田南支店裏	0.33	0	2.1	1.1
7	県立三本木高等学校	0.33	0	3.5	1.9
8	警察官待機宿舍向	0.30	0	3.8	1.9
9	穂並会館	0.43	0.3	4.0	2.3
10	個人敷地	0.28	5.8	17.0	14.3
11	路上	0.38	0	1.1	0.6
12	若葉団地	0.26			
13	市立図書館駐輪場	0.34	0	1.1	0.6
14	路上	0.24	0	1.4	0.7
15	上北農村整備事務所	0.29	1.3	4.3	3.5
16	路上	0.30	1.3	4.3	3.5
17	個人敷地	0.30	5.8	17.0	14.3
18	昭和小路	0.31	1.8	16.9	10.3
19	路上	0.28	1.8	16.9	10.3
20	路上	0.33	0	4.4	2.2
21	路上	0.28	0	4.4	2.2
22	十和田家畜保健所	0.33	0	4.2	2.1
23	路上	0.32	0	3.5	1.8
24	三本木小学校	0.34	6.4	32.2	22.5
25	個人敷地	0.26	1.7	0	1.7
26	個人敷地	0.32	1.7	0	1.7
27	個人敷地	0.63	5.8	17.0	14.3
28	個人敷地	0.27	5.8	17.0	14.3
29	個人敷地		20.4	35.9	38.4
30	路上		20.4	35.9	38.4
31	個人敷地		38.6	45.0	61.1
32	路上		38.6	45.0	61.1
33	路上		0	50.0	25.0
34	路上				
35	個人敷地		6.4	32.2	22.5
36	個人敷地	0.38	75.0	37.5	93.8
37	県立十和田工業高校				
38	市立東中学校				

動技研(株))を用いた。測定は、1秒レンジと5秒レンジ、それぞれの変位及び速度を測定した。

測定は、97年11月4日(火)、5日(水)、8日(土)の3日間である。第1日目、11/4(火)、天候、晴れ。測定時間は、10:30~16:30分。測定数は、計10点。第2日目、11/4(水)、天候、曇り一時雨。測定時間は、9:30~17:20分。測定数は、計13点。第3日目、11/8(土)、天候、晴れ、風あり。測定時間は、9:25~18:00分。測定数は、計15点の以上。

測定地点の住所を、表-2に示す。解析結果は、地盤の卓越周期と、対応する被害率を表-3にそれぞれ示す。

解析方法については、文献4を参照のこと。

軟弱地盤層圧(H)については、建築物の支持杭の地盤になる N 値を基準にし、軟弱地盤層圧(H)として採用している。

5. 地盤の卓越周期と被害率

地盤の卓越周期と被害率の関係を図-4に示す。

縦軸に被害率、横軸に卓越周期をとり、全壊、半壊、被害率(全壊+1/2半壊)を、それぞれ別

の記号で表した。

この図を見ると、卓越周期が、0.4秒付近に被害が大きく、それより短周期又は、長周期になると被害は減少している。

この図からも、0.4秒付近に被害が大きくなっていることが読みとれる。

6. 軟弱地盤層厚と被害率

ボーリングデータ、軟弱地盤層厚(H)と被害率の関係を図-5に示す。

図を見ると、軟弱地盤層厚(H)が、5m~20mの所に被害が多い事が読みとれる。

7. ま と め

1968年十勝沖地震における十和田市の住宅被害率と、表層地盤特性の関係について、以下のようなことが分かった。

- 1) 卓越周期が0.4秒程度の地盤において、高い被害率が生じている。この周期帯域外の地盤においては、被害率が低くなる。
- 2) 軟弱地盤層厚(H)が、5m~20mの地盤において高い被害率が見られた。また、厚さ20mを越えると、被害率が小さくなる。

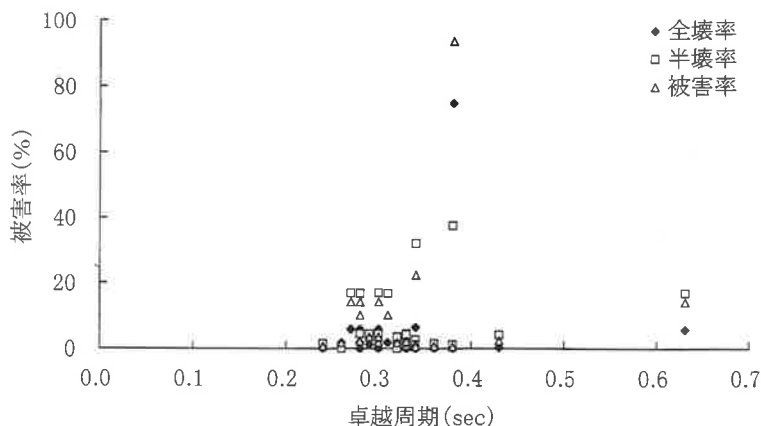


図-4 卓越周期と被害率

1968 年十勝沖地震による十和田市の住宅被害と地盤の卓越周期

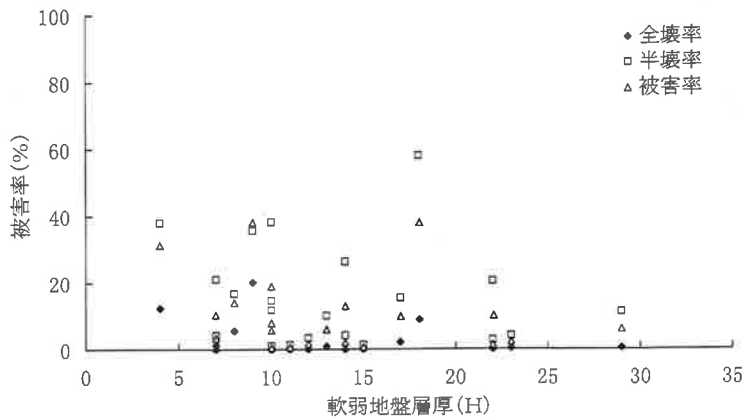


図-5 軟弱地盤層厚 (H) と被害率

文 献

- 1) 大沢・村山雅也・北川良和：1968 年十勝沖地震における建築物被害概報。Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 46 (1968), 地震研究所集報, pp. 1451-1459. 1968
- 2) 中川久夫：第二部 青森県の第 4 系, 青森県の

地質, pp. 76-83. 1972

- 3) 和田真言：十和田市, 青森県建築地盤図集, pp. 747-798. 1980
- 4) 毛呂 眞, 橋詰 豊, 八戸台地における建物地震被害と地形, 及び地盤特性一文久改正八戸御城下略図より一八戸工業大学紀要, 第 17 巻, 1998 年 2 月