

静岡強震（その4）

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-05-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長島, 昭 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00025122

静岡強震(その4)

長島 昭

はじめに

第1回(本誌第79号)では、静岡強震の際の被害の概要並びに静岡市の被害について、第2回(同第80号)では、清水市の被害、下田市の被害について、第3回(同第81号)では、静岡市の静岡市の被害と地盤の関係についてみてきた。今回は、清水市の被害と地盤の関係についてみることにする。

清水市の被害と地盤の関係については、静岡強震続報には「清水市街地の被害は比較的新しい砂州上と砂丘列の間に分布する低地に発達した町と最近まで田であった地域に進出した新開地とに限られているようである」と、報告されている。

1. 清水市街の地形

清水市の市街地は有度山の北斜面と北方第三系(中新統)の山地との間を清水港に流れる巴川の深い埋積谷を埋める低地と、それに続く有度山の東斜面(海食崖)の下の平地(海食台が下にある?—竜華寺東方170m付近の土木工事で、沖積面の下約4mの深さに根古屋累層を基盤とした沖積面の傾斜とほぼ並行した平坦な棚状地が発見されている)と、北流する大沢川(巴川の支流で北脇で合流)の浅い谷を隔てて南北に走る丘の上と、その丘の東側の巴川沿岸や清水港周辺の平地に広がっている(図-1)。

海食崖の前面には谷の口に小扇状地が形成されている。天王山遺跡のある場所もその1つである。

2. 静岡地震の被害が大きかった地区

静岡強震で全半壊/総戸数の率が大きかったのは(静岡地学第80号p33の表-1参照)、①入船町13.2%、②元追分25.9%、③船越11.8%、④有東坂・今泉24.2%、⑤七ツ新屋13.9%、⑥楠新田9.7%などである。

また、巴川左岸の海岸地区の被害については前回ふれたが、今回は上記地区の地質断面図、地質柱状図、表層



図-1 清水市南部地形図
(土隆一:ボーリング地点図より作成)

訂正 第80号p33の表-1の最下段:船越の総戸数9は59の誤りです。

地質図などを参考にして被害と地質の関係を考えてみたい。

3. 被害が大きかった地区と表層地質

これらの地区は下の図-2 清水市街表層地質図に①～⑥の番号で示してある。入船町は清水港と巴川に挟まれた砂州の先端にあり、元追分（現在は追分1・2丁目など）は有度山の北東端と大沢川を挟んだ東側の丘の西斜面に広がっており、南側には旧東海道や東海道線が通っている。有東坂・今泉は有度山の北東麓の海食崖下の北端の集落で、南方に船越がある。七ツ新屋と楠新田は有度山北麓の東端近くの巴川低地への緩やかな斜面にあり、楠新田は七ツ新屋の西隣の集落である。

図-2 表層地質図（表層5mの部分の80%以上を占める地質によって画かれている）によれば、①入船町、②元追分、③船越、④有東坂・今泉、⑤七ツ新屋は泥砂礫互層地盤であり、⑥楠新田は泥質地盤である。これらの地盤の中では楠新田の泥質地盤が地震に弱く、その厚さが問題になる。泥砂礫互層も泥質地盤よりは地震に強いが、3種の土質の割合や水分の含み方によっては泥質地盤と同様に建物や構築物の支持力を失う地盤の液状化を起こすことがあ

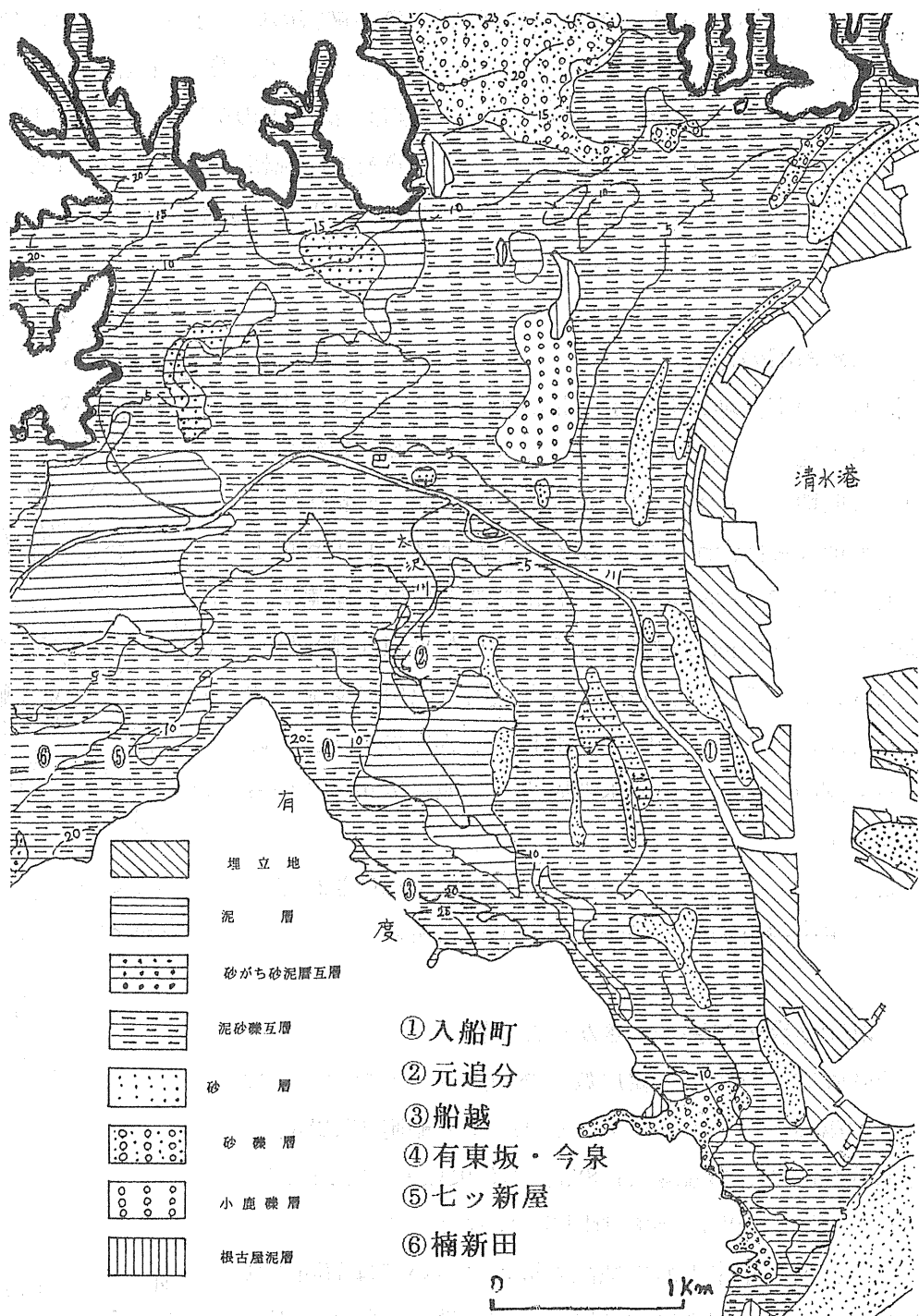


図-2 清水市街表層地質略図（土 隆一：静岡清水地域地質図より作成）

る。

特に入船町のように、清水港と巴川に挟まれた砂州の地区では地下水が高いので、液状化の危険性がある。

4. 被害が大きかった地区の地質断面図

次に静岡県地質断面図・静岡清水地域によって、上記①から⑥の各地区の地質断面についてみることにする。図-3 (同地質断面図・EW-51) は、入船町北隣の万世町-元追分-七ツ新屋・楠新田の北を通る地質断面図である。

この図によれば、万世町では埋土層 (c) が海寄りにあり、巴川側には粘土・シルト層 (m₁) があって、その下には砂礫層 (G) が25 m位と厚く、基盤 (D)=有度山を構成する地層=に達している。

地震波は基盤に接している砂礫層に伝わり、さらに水を含んだ粘土・シルト・泥層 (m₁・N値10以下) に伝わって増幅されて、その上の地表は大揺れとなり、地盤の液状化も起きやすく、建物や構築物に大きな被害が出る。事実、清水港では岸壁に並行したその内側の埋め立て地に

陥没地帯ができたり、埋め立て地の海岸近くに大小の亀裂ができ、その割れ目より噴砂が起きていたことが報告されている。

七ツ新屋・楠新田付近では有度山北斜面と、北方の第三系の山地との間の深い埋積谷 (約80 m) に堆積した砂礫層 (s)、粘土・シルト・泥層 (m₁・N値10以下)、粘土・シルト・泥層 (m₂・N値10以上) があり、それらの粘土・シルト・泥層に挟まれた砂層 (s) や礫層 (G) があって複雑である。

地震波は基盤 (D) からN値10以下の軟弱な粘土・シルト・泥層に伝わり、増幅されて地表に達し

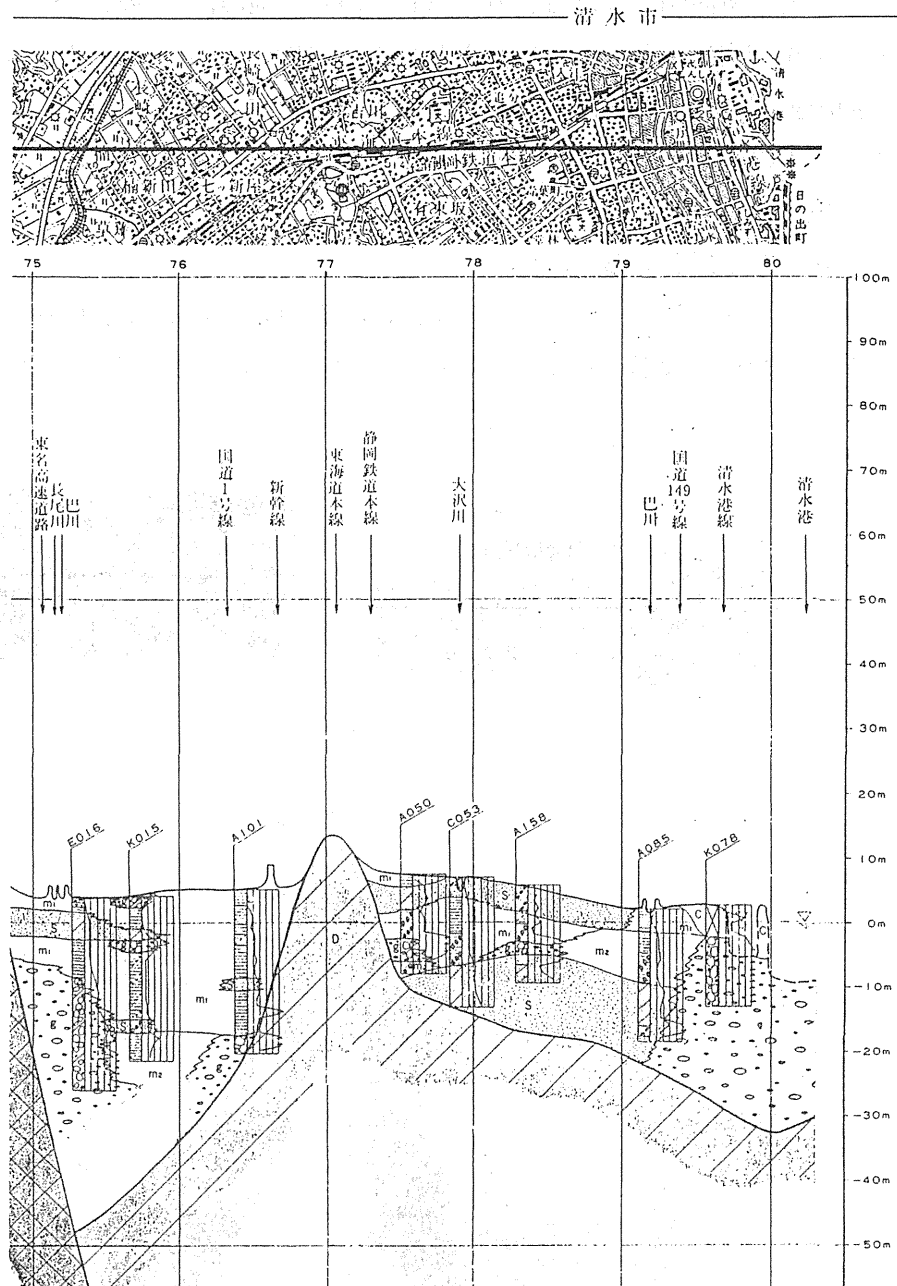


図-3 地質断面図 (EW-51の部分)

て大揺れとなり、被害が増大する。

元追分では基盤 (D) が 30 数 m の深さにあり、その上に厚い砂層 (s)、薄い礫層 (G) があって、厚い粘土・シルト・泥層が (m_1 ・N 値 10 以下) が重なり、表面に砂層 (s) がある。

この地質断面図によれば、基盤 (D) からの地震波は砂層 (s) に伝わり、その上の粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N 値 10 以下) で増幅されて上の砂層 (s) に伝えられ、地表を大きく揺らしたのであろう。

静岡強震概報の地域踏査報告に「元追分部落に入るや家は皆一斉に大きく東方へ傾斜し、内部の障子、襖等の破壊は甚しく、沿線中最も被害を被っている。沿道両側の家々は補強工事をせねば再び住むに堪へまいと思はれる。尤も家は皆相当古い様である」とあるので、家の強度がこの揺れに堪えられなかったと思われる。

次に、NS-76 (七ツ新屋と楠新田の間を南北に通る) 地質断面図をみることにする (図-4)。七ツ新屋と楠新田は旧国道 1 号線に沿って東西に連なり、有度山北斜面に続く深い埋積谷 (約 70 m) の

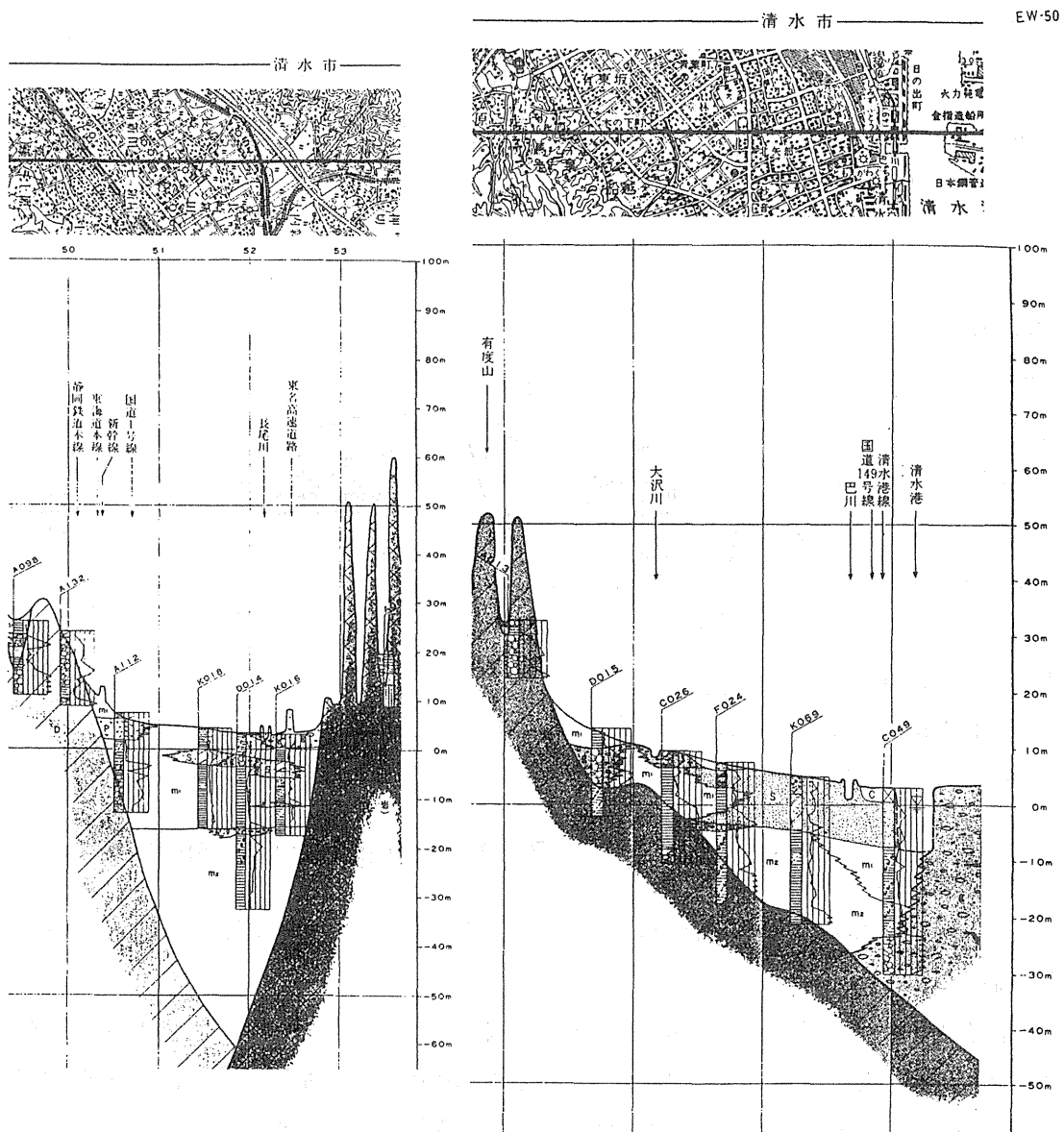


図-4 地質断面図 (NS-76の一部)

図-5 地質断面図 (EW-50の一部)

上にある。

この谷の下部には粘土・シルト・泥層 (m_2 ・N値 10 以上) が約 40 m の厚さで存在し、その上に 20 m 位の粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) が重なり、さらにピート層 (P) が 5~6 m、そして粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) が薄く被っている。

この断面でも基盤 (D) からの地震波を増幅する厚い粘土・シルト・泥層 (m_1) が挟まれ、さらにピート層、薄い粘土・シルト・泥層 (m_1) が載っていることが被害を大きくしたといえよう。

静岡県地震対策基礎調査報告書によれば、「有度山北麓の小扇状地群上に連なる集落のうちではその東端にある有東坂が大きい被害を受けた。有東坂、今泉、船越を合わせて全壊 34 戸、半壊 74 戸で、その他多くの家屋が滑動し (東へ)、回転し (時計回り)、傾斜した。これらの地区では低地寄りより、丘陵寄りにある家屋の被害が大きいのが特色である」との報告がある。

図-5 は有東坂、今泉、船越付近を通る地質断面図 EW-50 である。この図によれば、有度山北東部の海食崖形成に伴う海食台が基盤 (D) となり、その上に礫層 (G) があり、粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) が重なっている。

図-6 は元追分-有東坂・今泉-船越付近を南北に通る地質断面図 NS-78 である。基盤 (D) は次第に深くなり、有東坂付近で 5 m ほどに浅くなり、再び深くなって元追分を過ぎ、旧国道 1 号線付近では深さ 30 数 m の埋積谷となっている。この谷には南の有度山側と北の第三系の山から堆積が行われた。元追分については旧東海道沿いであり、埋積谷の厚い砂層 (s) の上に 10 数 m の粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) が重なり、さらに 3~4 m の砂層

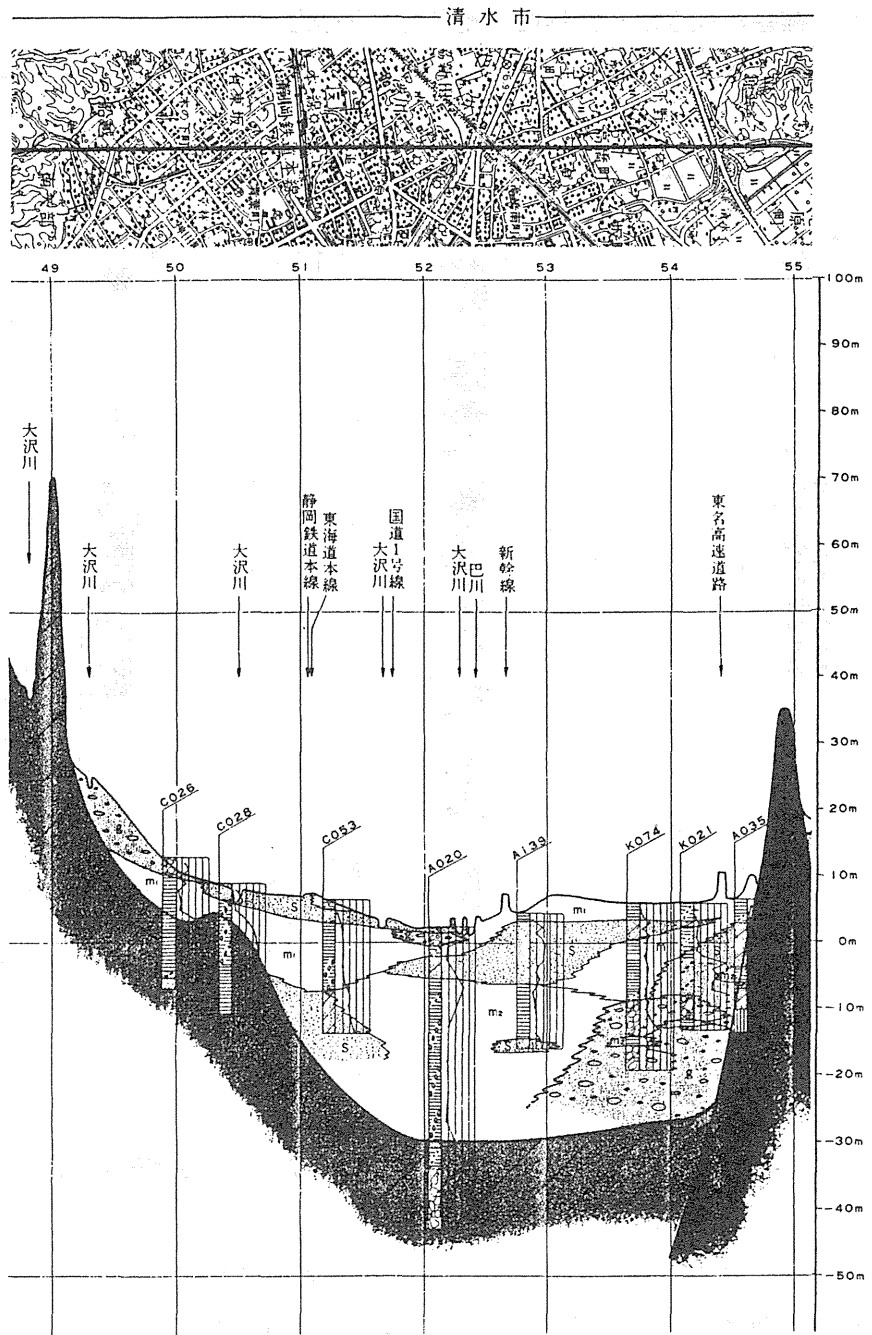


図-6 地質断面図 (NS-78の一部)

(s) が載っており、これらの地層のうち、地震被害を大きくした犯人は地震波を増幅させた粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) であることはいうまでもない。

有東坂・今泉については基盤 (D) は地下約 10 m にあって、その上の堆積層の大部分は粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) で、その上に小扇状地の未固結の砂礫層が載っている。

基盤 (D) から粘土・シルト・泥層 (m_1) に入った地震波は増幅され、さらに扇状地の堆積物で増幅されて地盤の滑動が起きたものと考えられる。

船越については基盤 (D) の上に薄い粘土・シルト・泥層 (m_1 ・N値 10 以下) の上に厚い扇状地の堆積物の砂礫層 (G) が載っているので、大きな被害が出たのであろう。

5. 被害が大きかった地区の地質柱状断面図

静岡清水地域地質柱状断面図の中から、①～⑥の地区のものを拾ったのが次の図-7である。

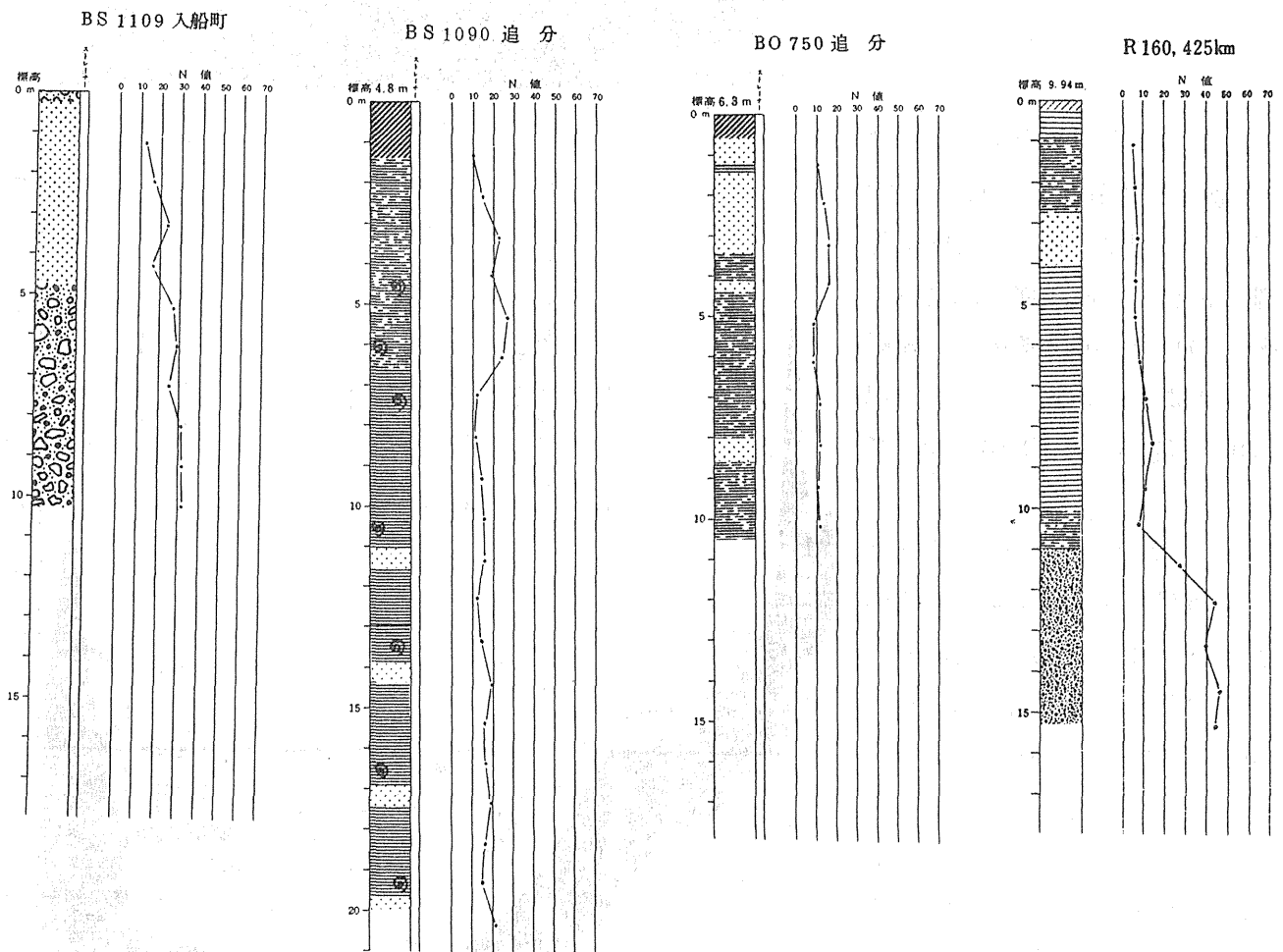


図-7 地質柱状断面図(1)

BS-1109 入船町 地表から厚さ約 5 m の砂層があり、その下に砂礫層で、N値は砂層で 20 位、砂礫層で 30 位である。しかし、厚い砂層は十分に水に浸されているので液状化しやすい。

BS-1090 元追分 (大沢川左岸) 約 1.5 m の埋土の下には貝化石を含む砂泥層が約 5 m、その下に

は貝化石を含む粘土・シルト・泥層があり、薄い砂層を挟む粘土・シルト・泥層の繰り返しである。N値は貝化石を含む砂泥層の下部で約 30 であるほかは、地下 20 m までほとんどが 20 以下である。

BO-750 元追分 (大沢川右岸) 表土の下に 1 m 以下の砂層、薄い粘土・シルト・泥層を挟み、再び砂層 (約 2 m)、砂泥 (1 m 以下)、薄い砂層、約 3.5 m の砂泥層、薄い砂層、約 2 m の砂泥層で 10.5 m に達している。N値は 10~15 位である。地震波を増幅する砂泥の層が 3分の2を超えている。

元追分の 2 地点の共通性は、上部層は比較的下部層に比べてN値が大きい、20 を超えることはない。従って基盤からの地震波は、下部の軟弱層の増幅作用や液状化によって家屋の被害が増大したのであろう。

R 160.425 km 七ツ新屋 (新幹線東京起点 160.425 km) 薄い表土の下に薄い粘土・シルト・泥層、その下に 2 m 足らずの砂泥層、1 m 余の砂層があり、その下に約 6 m の厚さの粘土・シルト・泥層、1 m 位の砂泥層があり、その下は泥炭・腐植土層となっている。

R 160.440 km 表土の下に薄い礫層があり、その下には約 2 m の砂礫層があつて、約 8 m の粘土・シルト・泥層に移行し、約 4 m の砂礫層をへて、泥炭・腐植土層になっている。

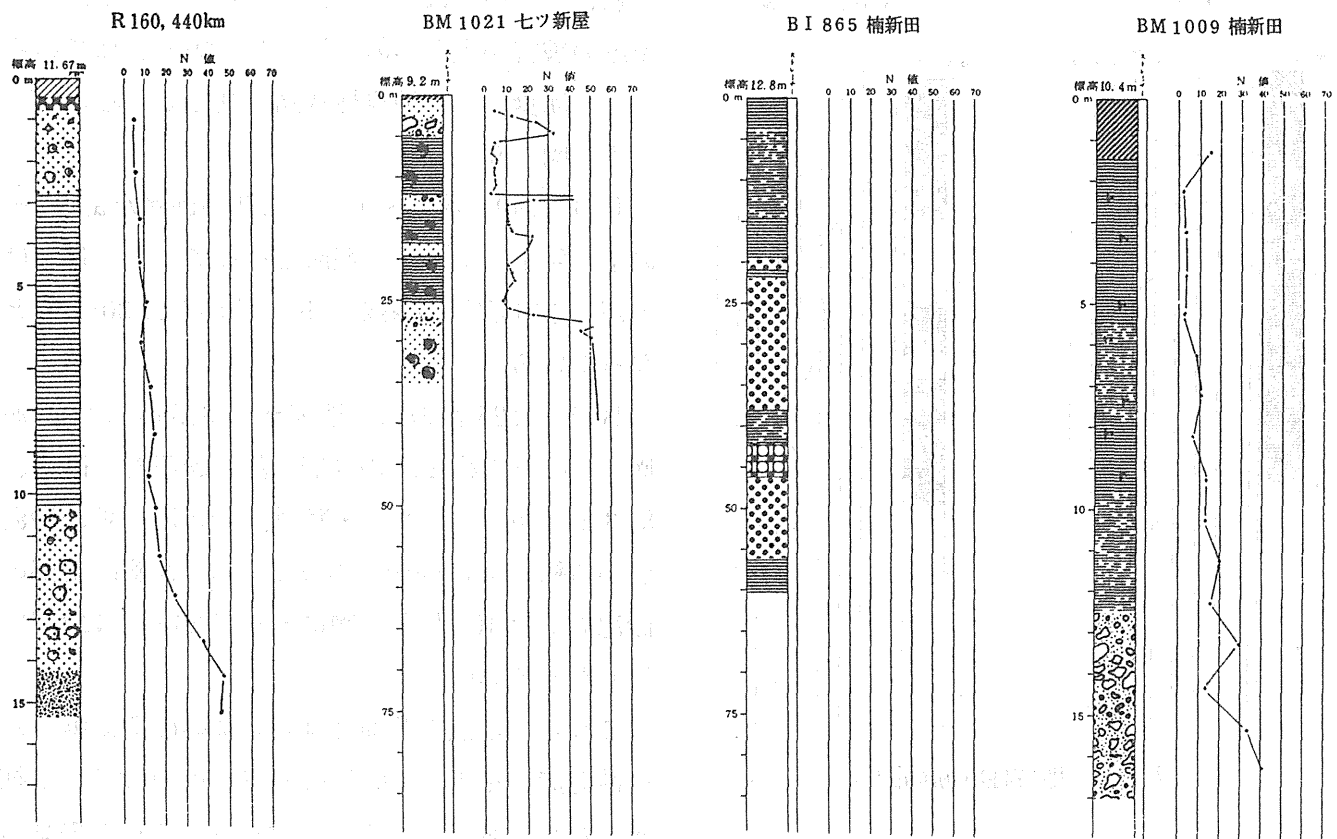


図-8 地質柱状断面図(2)

BM-1021 七ツ新屋 旧国道 1 号線沿い、薄い表土の下に砂層、礫層があり、その下に貝化石を含む粘土・シルト・泥層 (約 7 m) があり、砂層 (約 2 m) があつて、5 m 余の貝化石を含む粘土・シルト・泥層があり、貝化石を含む砂層に移行している。N値は上部の礫層で 30、粘土・シルト・泥層で 5 位、地下 25 m 以下の貝化石を含む砂層になって 50 位になっている。

以上、七ツ新屋の3本の地質断面図から有度山北麓の小扇状地の2本では、地下10mを超えないと硬い地盤にはならないことがわかる。山麓から離れ旧国道1号線沿いでは地下約25mにある貝化石を含む砂層までが殆どがN20以下の軟弱層で、薄い礫層、砂層などを挟んでいるのである。地震波が基盤や地表に向かう間に粘土・シルト・泥層などで増幅されるだろう。

BI-865 楠新田 (旧国道1号線沿い) 地表から4m近くの粘土・シルト・泥層、その下に約10mの砂泥層、約5mの粘土・シルト・泥層、薄い礫層を挟み、15m余の礫層、5m位の砂泥層、5m位の礫交じり粘土層、10m位の礫層、そして砂泥層となっており、基盤からの地震波を増幅する粘土・シルト・泥層や砂泥層が何層か入っていることがわかる。

BM-1009 楠新田 (ポラー化付近) 約1.5mの埋土の下に植物片を含む粘土・シルト・泥層が約4m、その下に砂礫層が続く。上部の植物片を含む粘土・シルト・泥層のN値は10、次の砂泥層は10位、植物片を含む粘土・シルト・泥層の下部で10内外、砂泥層の下部で20位、砂礫層の下部では40位となっている。基盤から伝わる地震波を増幅する性質のある粘土・シルト・泥層が多く含まれている。

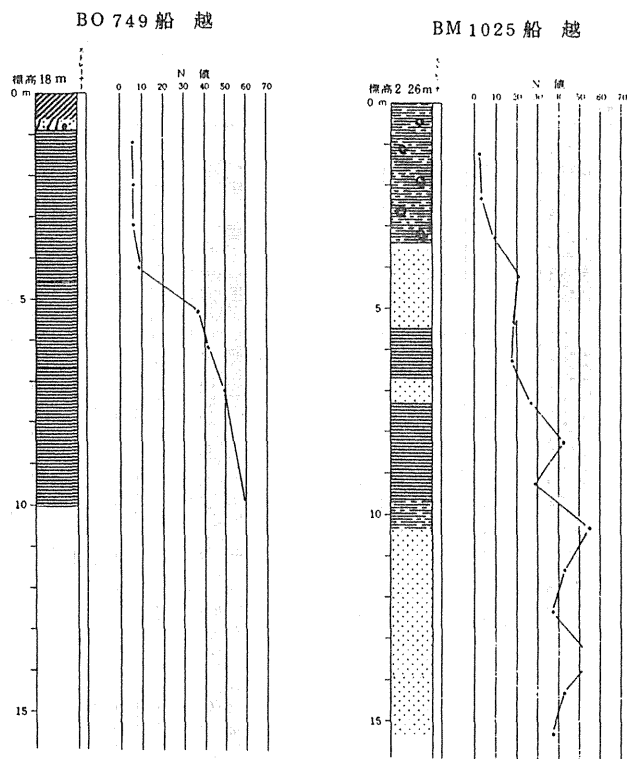


図-9 地質柱状断面図(3)

船越については「低地寄りより丘陵寄りにある家屋の被害が大きいのが特色」と報告されているので、海食崖下の地質柱状図を選んでみることにする(図-9)。

BO-749 薄い表土の下に薄い砂層があり、その下に粘土・シルト・泥層となっている。N値は上部は10以下であるが、5m位からは30~40となっている。

BM-1025 谷の口 地表から3.5mまで砂泥層、その下に約2mの砂層、薄い砂泥層と砂層、約3mの粘土・シルト・泥層、1m足らずの砂泥層から約5mの砂層に移っている。N値は上部の砂泥層では10以下、砂層に入ると20近くになり、深くなって30以上になる。

これら2地点の共通性は硬い基盤の上に軟らかい砂泥層、粘土・シルト・泥層(N値10以下)が挟まったり、載っていることである。これらの軟らかい層によって地震波が増幅されたのであろう。

静岡強震の際に大きな被害を受けた清水市の地区とその地質との関係を見てきたのであるが、これらの地区は表層地質図によると、泥砂礫互層地盤か、泥質地盤に属する部分にあり、地形的に言えば、有度山山麓の小扇状地や巴川沿岸の低地や砂州や砂丘間の後背湿地跡などにあつた。また、巴川は勾配が緩く、感潮河川で、沿岸では地下水が高いので地盤の液状化が起きる危険がある。

清水市街の地下には有度山を構成する地層が基盤を構成し、その一部は市街北東部に丘陵を形成している。この基盤は有度山北側では深い埋積谷を形成しており、これを埋める厚い軟弱な堆積層が巴川流域の平地を造り、そこに住宅地が周囲から広がりだしている。有度山東側では基盤に起伏があるので、堆積層の厚さや堆積物の種類に変化があるので、地震の揺れは所により異なるので、被害も地区によって変化があると考えられる。

6. 静岡強震で大きな被害を受けた地区は東南海地震でも被災

静岡強震で大きな被害を受けた地区は、東南海地震 [1944年12月7日13時36分、M8.3] でも、震央から約180kmも離れているのに大きな被害を受けている。学区毎の被害について表-1によれば

表-1 旧清水市・東南海地震学区別被害

学区	世帯数	全壊数	半壊数	被害率
辻区	1,977	110	219	16.6%
江尻区	2,398	53	162	9.1
入江区	1,833	107	205	17.0
岡区	2,263	236	456	30.6
清水区	2,482	233	373	24.4
不二見区	1,295	120	139	20.0
同上除幸町	1,065	24	70	8.8
駒越区	596	3	1	0.7
三保区	1,743	0	8	0.5

被害率 = (全壊数 + 半壊数) / 世帯数 × 100

ば、被害の大きいのは辻区を除いて、巴川に沿う地域であり、辻区は下に砂丘列の後背湿地のあった所である (80号p34の図-8参照。-8の1, 2, 3の地区)。

江尻区は巴川左岸にあり、入江区、岡区、清水区、不二見区は巴川右岸にあり、幸町は巴川河口近くの右岸にある。

巴川左岸の江尻や右岸の入江地区の地下には図-10の地質断面図 (EW-52) に見るように、基盤の上に厚い粘土・シルト・泥層 (m₂・N値10以上) を挟む厚い砂層がある。これらの沖積層が地震の際にどのように反応するかが問題である。被害が大きかったということは揺れが大きく、その揺れの周期が当時の屋根が重く、柱や壁が少ない木造建築の固

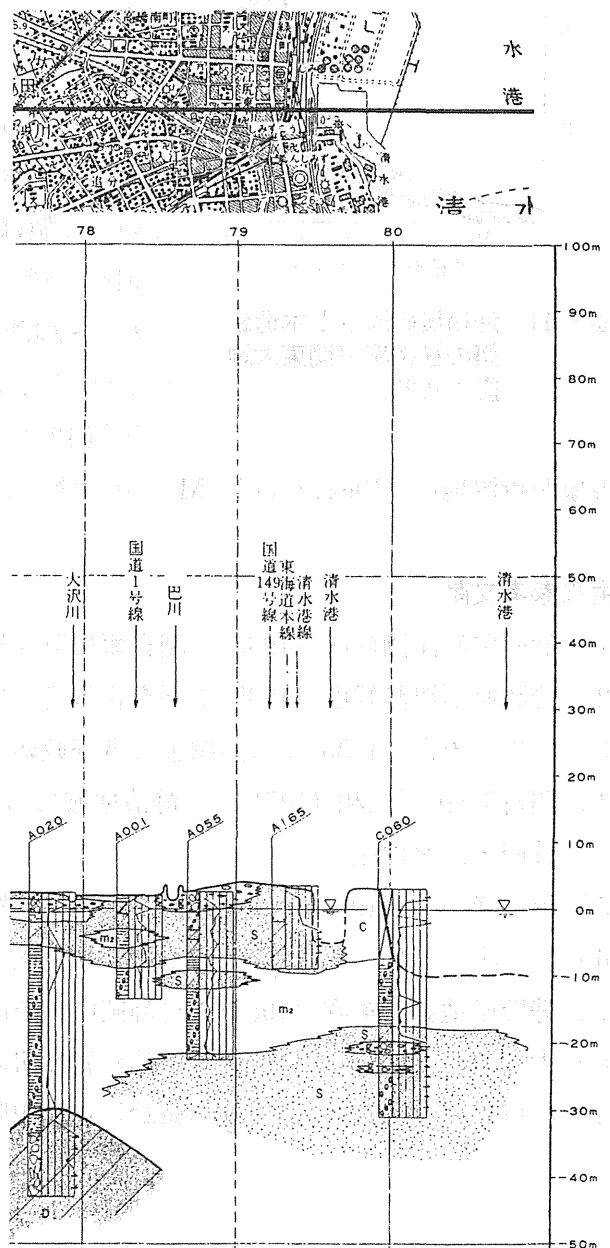


図-10 地質断面図 (EW-52)

有周期（2階建てで0.3～0.5秒）に近く、共振作用を起こして建物が壊れたのであろう。

今の木造2階建ては屋根が軽く、柱や壁が多く、固有周期は0.24秒位であるから、これらの地盤のデータに基づいて、これから起きる被害を想定することはできないが、参考にはなるだろう。

関東大地震（1912年9月1日午前11時59分：M7.9）の際の旧東京市内各町別の木造建築の被害率と、町内の沖積層の厚さとの関係は図-11のようである。

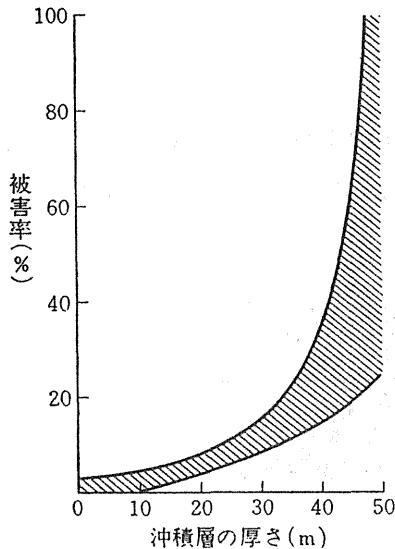


図-11 沖積層の厚さと木造建築の被害率（関東大地震：1923）

この図によると、沖積層の厚さが増すとともに、被害率の急増することがはっきりわかる。

7. N値について

N値の測定方法については前述したが、測定は深度50～60mを限度として、打撃回数は50回を限度として打ち切ってよいことになっている。N値の欠点としては、深さが増加すると打撃の効率が低下するから、同じ硬さの地層でもN値は大きく出る。また、地下水水面下の透水係数の小さいシルト質極細砂でも、実際はあまり硬くないのに値は大きく出る。

細粒土層でN値が $0 \leq 5$ では建物の基礎地盤として不良、粘土・シルト・細砂・PEAT層でN値が10以下ではやや不良、砂層でN値が10～20であればやや良好、と言われている。

N値12以下（地下8m）で地下水で飽和された砂質地盤で液状化現象が新潟地震（1964.6.16：M7.5）の際に起きていることから、巴川流域では注意が必要である。

主な参考文献

- 1) 静岡県沼津測候所（1935）：調査報告第3号『静岡強震報告』静岡県沼津測候所
- 2) 静岡県沼津測候所（1935）：調査報告第4号『静岡強震続報』静岡県沼津測候所
- 3) 中央气象台（1935）：『静岡強震調査概報』中央气象台
- 4) 門村浩・田村俊和（1971）：「静岡地域における既往の地震災害」『静岡県地震対策基礎調査報告・静岡・清水地域』
- 5) 土 隆一他（1976）：『静岡清水地域の地質』静岡商工会議所
- 6) 土 隆一（1976）：『静岡清水地域地質図』静岡商工会議所
- 7) 静岡県地震対策課（1984）：『静岡県地質断面図』静岡清水地域 静岡県
- 8) 大崎順彦（1983）：『地震と建築』岩波書店
- 9) 小貫義男（1974）『応用地学概論』森北出版