

土木研究所資料

1983年日本海中部地震による 地中構造物の浮上りの被害

昭和60年 5 月

建設省土木研究所
機械施工部動土質研究室

Copyright © 1985 fiscal year by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。
したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

1983年日本海中部地震による 地中構造物の浮上りの被害

動土質研究室

主任研究員 谷 口 栄 一
森 下 義

要 旨

1983年5月26日に発生した日本海中部地震により、秋田・青森県の各地において地盤の液状化によって地下オイルタンクあるいは地下の浄化槽が浮上る被害が見られた。本報告は地盤の液状化によって被害を受けた地中構造物の現地調査結果、浮上りの被害のあった地下オイルタンクの浮上り量と、浮上りの安全率との関係についてまとめたものである。

26地点の地中構造物について調査を行ったところ、浮上りの被害があった地点の約5割において噴砂・噴水が確認されたこと、それらの地点の土質は液状化しやすい粒度分布の砂であったことが判明した。また、周辺地盤の液状化による過剰間隙水圧を考慮して地下オイルタンクの浮上りの安全率 F_u を求めたところ、 F_u が小さい程タンクの浮上り量は大きくなることが分かった。

キーワード： 日本海中部地震，地中構造物，液状化，現地調査

目 次

1. まえがき	1
2. 被害の概要	2
3. 調査方法	5
4. 調査結果	6
4.1 被害調査一覧	6
4.2 浮上りの安全率に関する検討	15
5. まとめ	24
謝 辞	24
参考文献	24

1. ま え が き

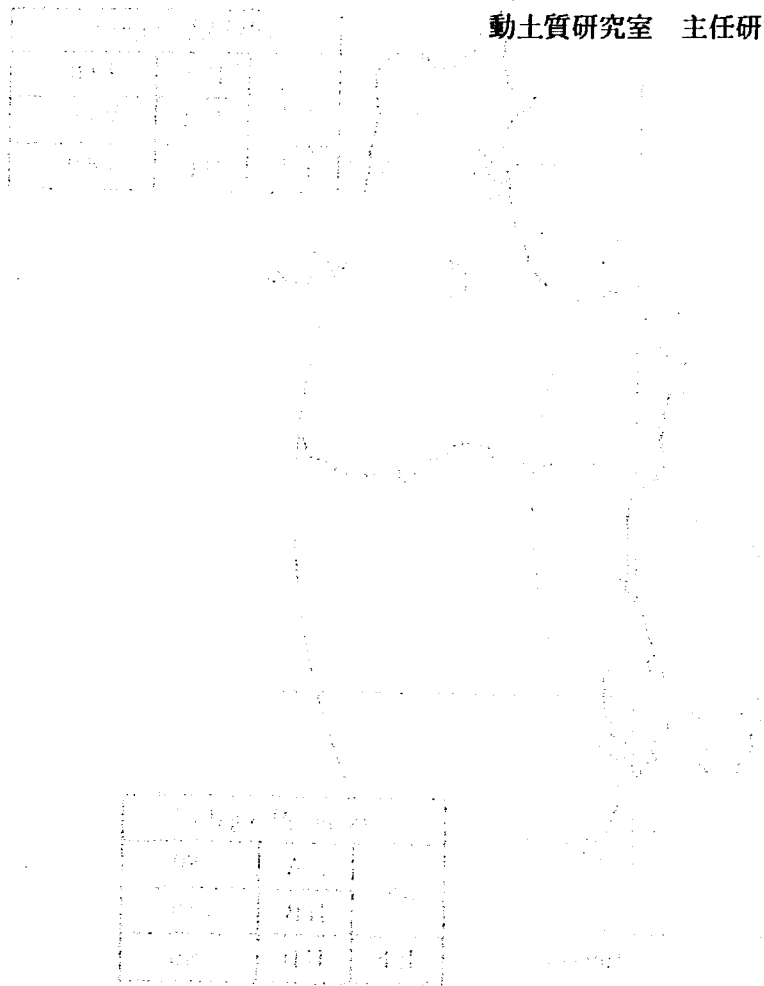
1983年5月26日11時59分頃、本州北部日本海岸沖の海底に震源を有するマグニチュード7.7の日本海中部地震が発生し、北海道、青森県、秋田県に多大の被害を与えた。

この地震では周辺砂地盤の液状化によって地下オイルタンク、埋設管のマンホール、貯水槽等の地中構造物が浮上る被害が多く、地点で生じた。砂地盤が地震動を受け液状化すると地盤中に過剰間隙水圧が発生し、これによる大きな場圧力が加わるために重量の軽い地中構造物は浮上ってしまう。

本報告は地盤の液状化による地中構造物の浮上りの被災事例に関する現地調査および解析をまとめたものである。解析では、周辺地盤の液状化による過剰間隙水圧を考慮した地下オイルタンクの浮上りの安全率を計算し、実測の浮上り量との関係について検討を行った。

昭和60年5月

動土質研究室 主任研究員 谷 口 栄 一
森 下 義



2. 被害の概要

図2.1は地下オイルタンクおよび地下浄化槽が今回の地震で浮上りの被害を受けた地域を示している。また図には、強震計によって観測された各地の最大加速度の分布¹⁾、震央距離が示されている。強震計の記録によれば、今回の被災地点では最大加速度150 gal～270 galの水平地震動が作用したと推定される。また、地中構造物に浮上りの被害が発生した地点の震央距離の最大値は126 kmであった。ただし、震央は気象庁の「地震月報(昭和58年5月)」の値を用いている。

今回、被害調査を行った地中構造物は、ガソリンスタンドの地下オイルタンク、自家用の地下オイルタンク・地下浄化槽などである。これらの地中構造物は地下水位以下に設置される場合、静水圧による浮力に対して浮上ることのないように設計されている。ところが、地震時には過剰間隙水圧による過大な揚圧力が加わるために、これらの地中構造物は浮上ってしまうことがある。

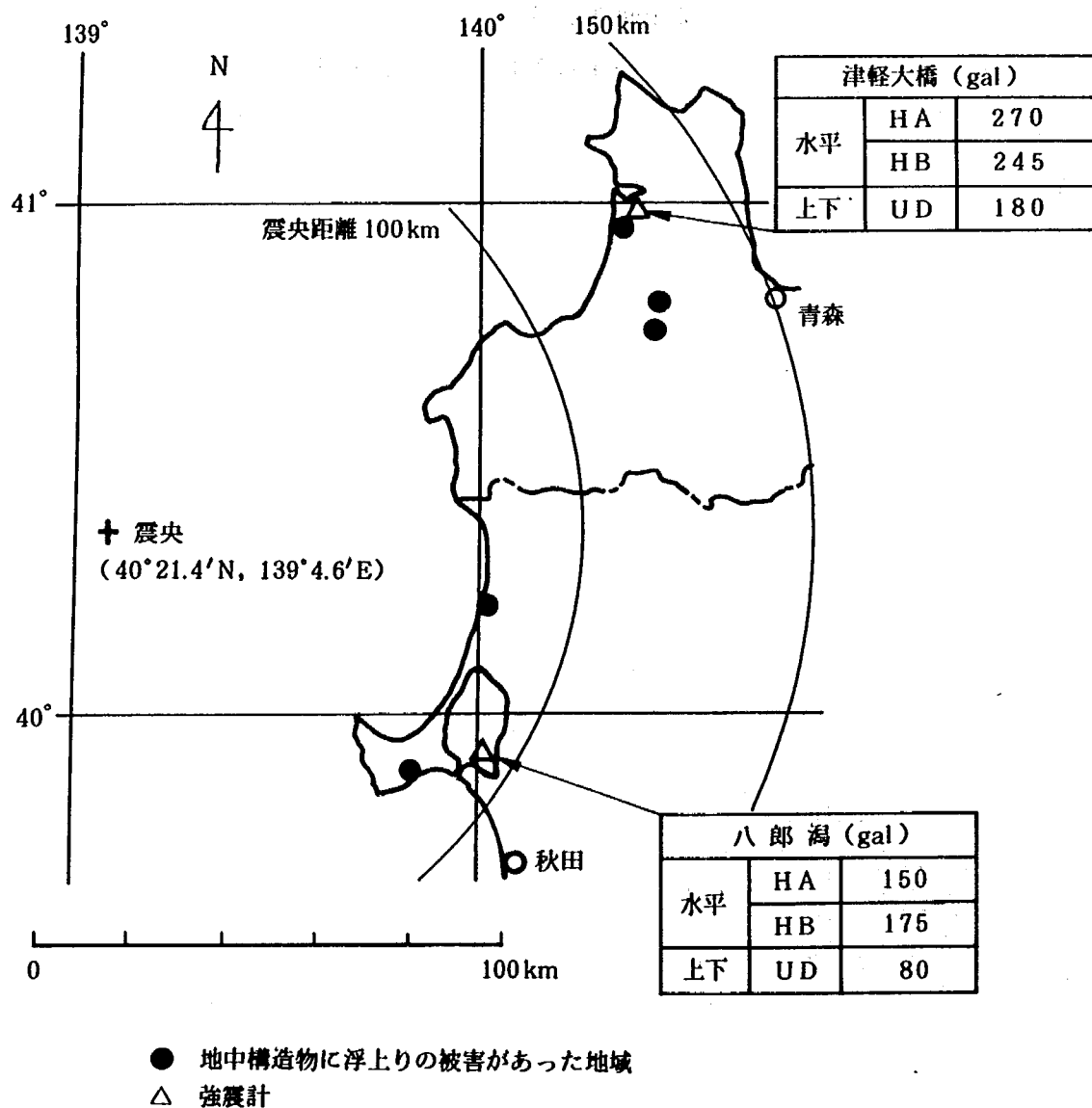


図2.1 強震計による各地の最大加速度の分布

図2.2に地下オイルタンクの一般的な構造を示す。オイルタンク本体は鋼製の円筒であり、保護のためにモルタル塗りあるいはアスファルト塗りが施されている。オイルタンク本体は鋼帯によって鉄筋コンクリート(RC、以下ではRCと書く)の基礎に固定されている。鋼帯はタンクに加わる静水圧による浮力に耐える強度を持つように設計されており、その端部はアンカーボルトによって基礎に固定されている。RCの基礎にRCの支柱が立てられ、その上にRCのふたが載せられている。基礎とふたの間は、一般に、砂によって埋戻される。タンクの容量は1本当たり2～50klで、1～5本のタンクが同一の基礎に固定されている。

今回の調査によって実際に浮上りの被害があったと判定された地下オイルタンクは18地点、地下浄化槽は2地点であった。なお、オイルタンクが複数個ある場合でもタンクが同一の基礎上に設置されているものは1地点と数える。

地盤が液状化すると噴砂・噴水現象が見られることがある。これは、液状化層に生じた過剰間隙水圧が地表面に消散するために生じた現象である。浮上りの被害があった地点の近傍において噴砂の見られた地点は11件、噴砂の見られなかった地点は6件、噴砂の有無が不明な地点は3件であった。

写真2.1は本調査地点のうち最も大きく浮上った地下オイルタンクを示している。この地下オイルタンクは約2m浮上った。この地下オイルタンクは斜めに浮上っているが、これは、タンクが2本埋っており、その中に入っていた油の量が異なるためである。また、タンク本体の浮上りと同時にRCの支柱が基礎から抜け上っているが、このときタンク本体を基礎に固定している鋼帯も基礎との接合部分が切れてしまっている。

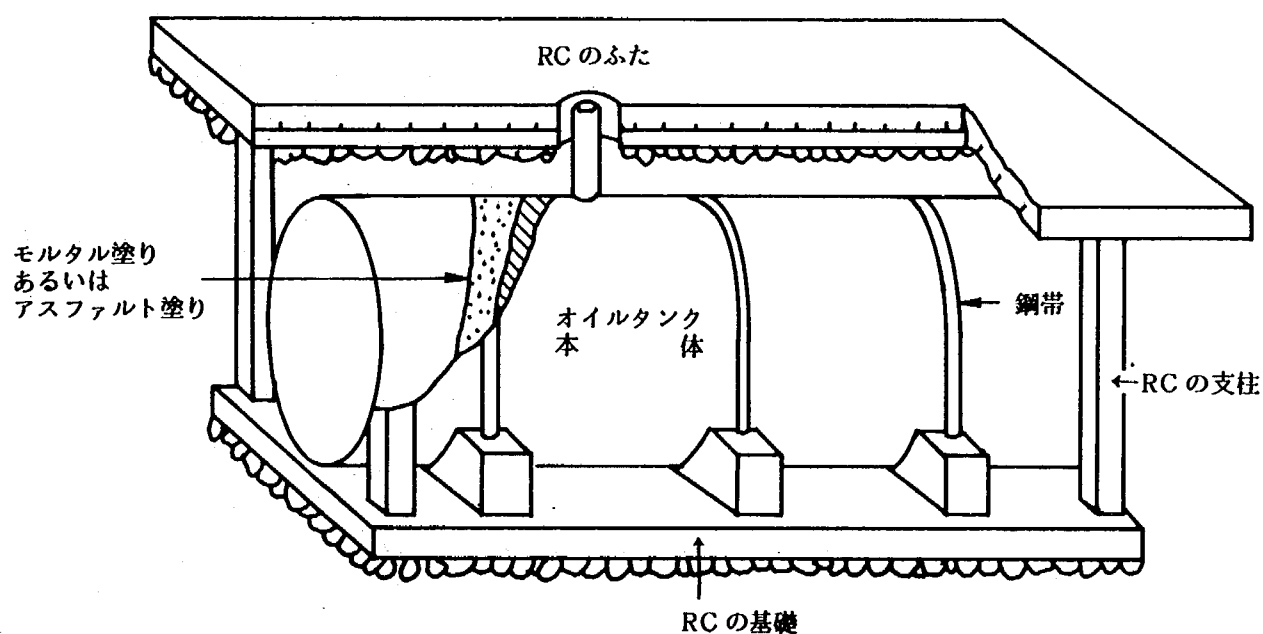


図2.2 地下オイルタンクの構造

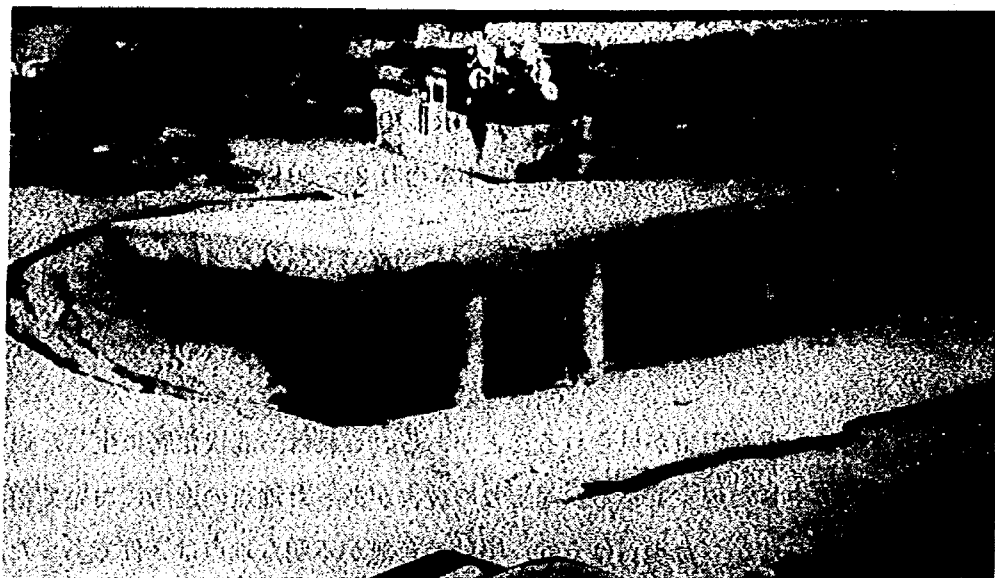


写真 2.1 地盤の液状化によって浮上った地下オイルタンク（浮上り量約 2 m）
（この写真は地震の約 15 分後に撮影された。）

3. 調 査 方 法

青森県、秋田県の消防防災課に地下オイルタンクの浮上りの被害が報告されたもののうち、被害の程度が大きい地域について調査を行った。今回の調査は、地震被害の調査のために現地に赴いた土木研究所の職員が現地において聴取する方法で行った。ただし、現地で聴取できなかった場合には電話で聴取した。

調査の手順として、まず、県の消防防災課から被害が報告されている地域を聞き、次に市・郡単位の消防本部に報告されている地震被害報告から浮上りの被害があった地点を判別した後、現地調査を行った。表 3.1 に示す調査票を各地点毎に作成し、平面図と被害状況の写真を添付した。調査した項目は、地中構造物の種類・大きさ・容量・浮上り量、被害の状況、噴砂・噴水の有無、地下水位、地盤の土質、埋立の履歴、工事施工業者等である。また、必要に応じて噴砂により地上に噴き上げた砂、あるいは地下オイルタンクの埋戻し材を採取した。付属資料に調査票を示す。

表 3.1 調 査 票

(様式1)

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	
所 在 地	
会 社 名	
電 話 番 号	
タンクの種類	
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の搬送の予定、施工業者	
備 考	

4. 調 査 結 果

4.1 被害調査一覧

調査結果の一覧を表 4.1 に示す。全調査地点の地区別内訳を表 4.2 に示す。全調査地点26地点のうち、実際に地震時に浮上った判定されたものは20地点である。他の地点は周辺地盤が沈下したもの、あるいは、浮上ったかどうか確認できなかったものである。図 4.1 から図 4.5 に全調査地点の位置を示す。図はすべて2万5千分の1であり、図 4.2, 4.4, 4.5 は国土地理院発行の「治水地形分類図」であり、図 4.1, 4.3 は通常の地形図である。図には資料番号を示した。

表 4.1 の“浮上り量”は写真 2.1 のように地中構造物が斜めに浮上った場合、地盤面から RC のふたの上部までの高さの最高と最低の値を採った。最も大きく浮上った地下オイルタンクは No. 24 の 202cm、浄化槽は No. 23 の 114 cm であった。また No. 4 と No. 17 はタンクの浮上りではなく、タンクの周辺地盤が沈下したものである。No. 18～21 は周辺地盤の沈下やタンクの隆起、配管の破損が消防本部に報告されているが、地震の直後に現地調査を行うことができなかったので本当に地下オイルタンクが浮上ったかどうか不明である。

微地形分類は図 4.2, 4.4, 4.5 を用いて行った。分類した23地点のうち、氾濫平野が10地点と最も多く、次に砂丘が8地点であった。

地下水位は地盤面からの値で、タンクを掘り返した場合の実測値と周辺の田圃や溝の水位から推定したものがあ

る。浮上りの被害があった地点から採取した噴砂または埋戻し材の粒径加積曲線を図 4.6 に示す。これによると、採取した砂の平均粒径 D_{50} は 0.30～0.60mm であり、液状化の可能性のある粒度分布の砂である。

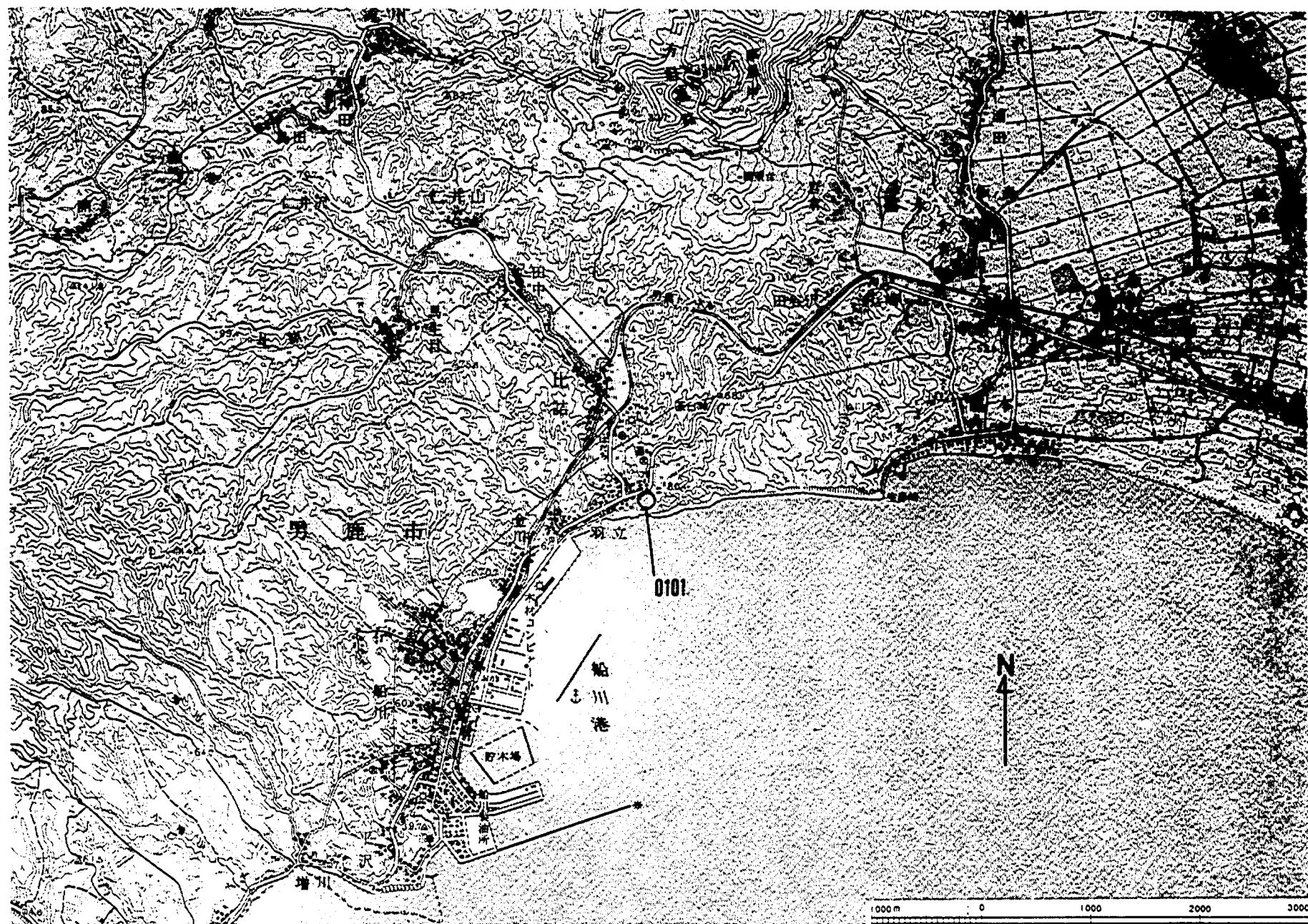


図4.1 調査地点位置図

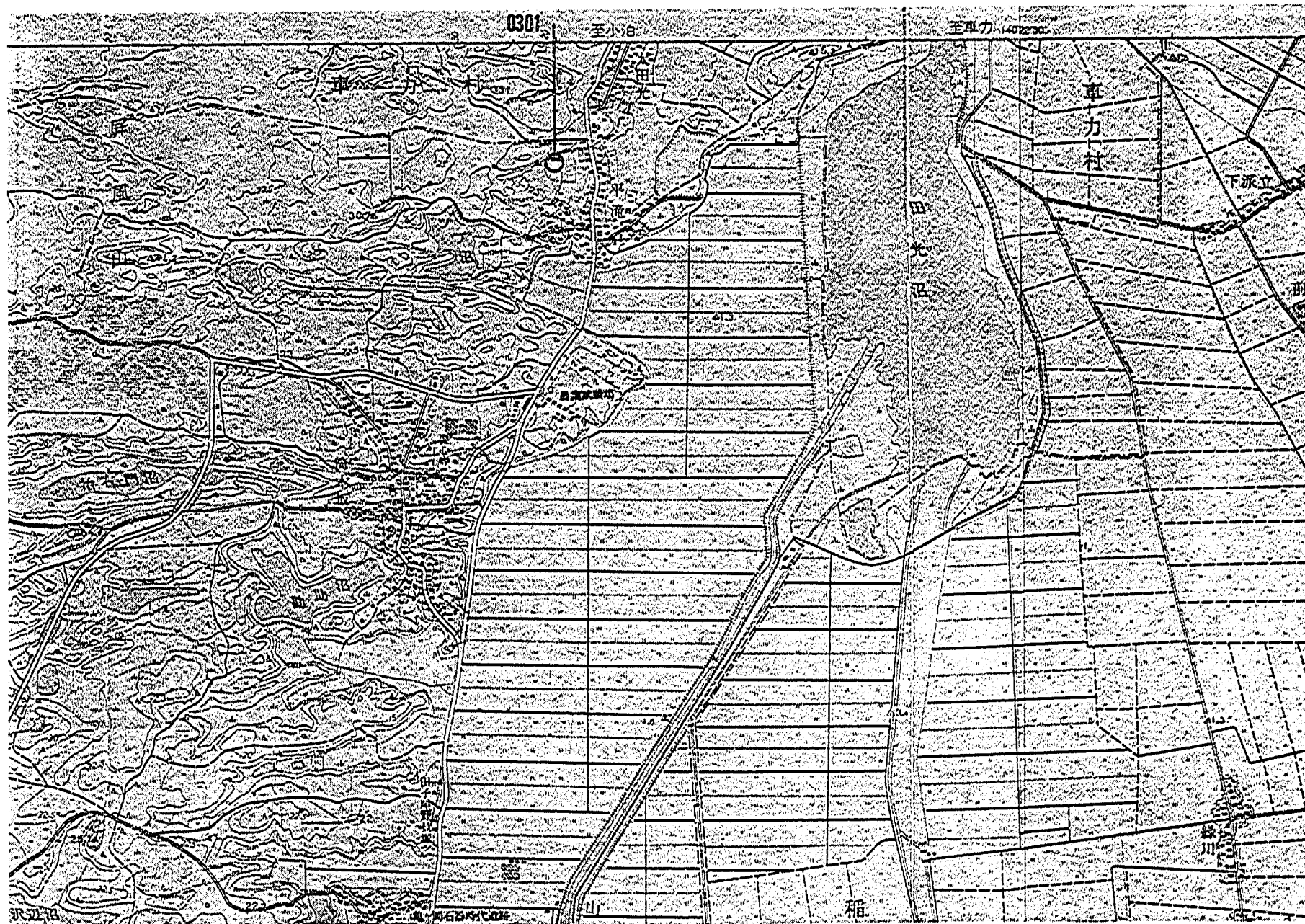


图4.3 调查地点位置图



図4.4 調査地点位置図

N
4

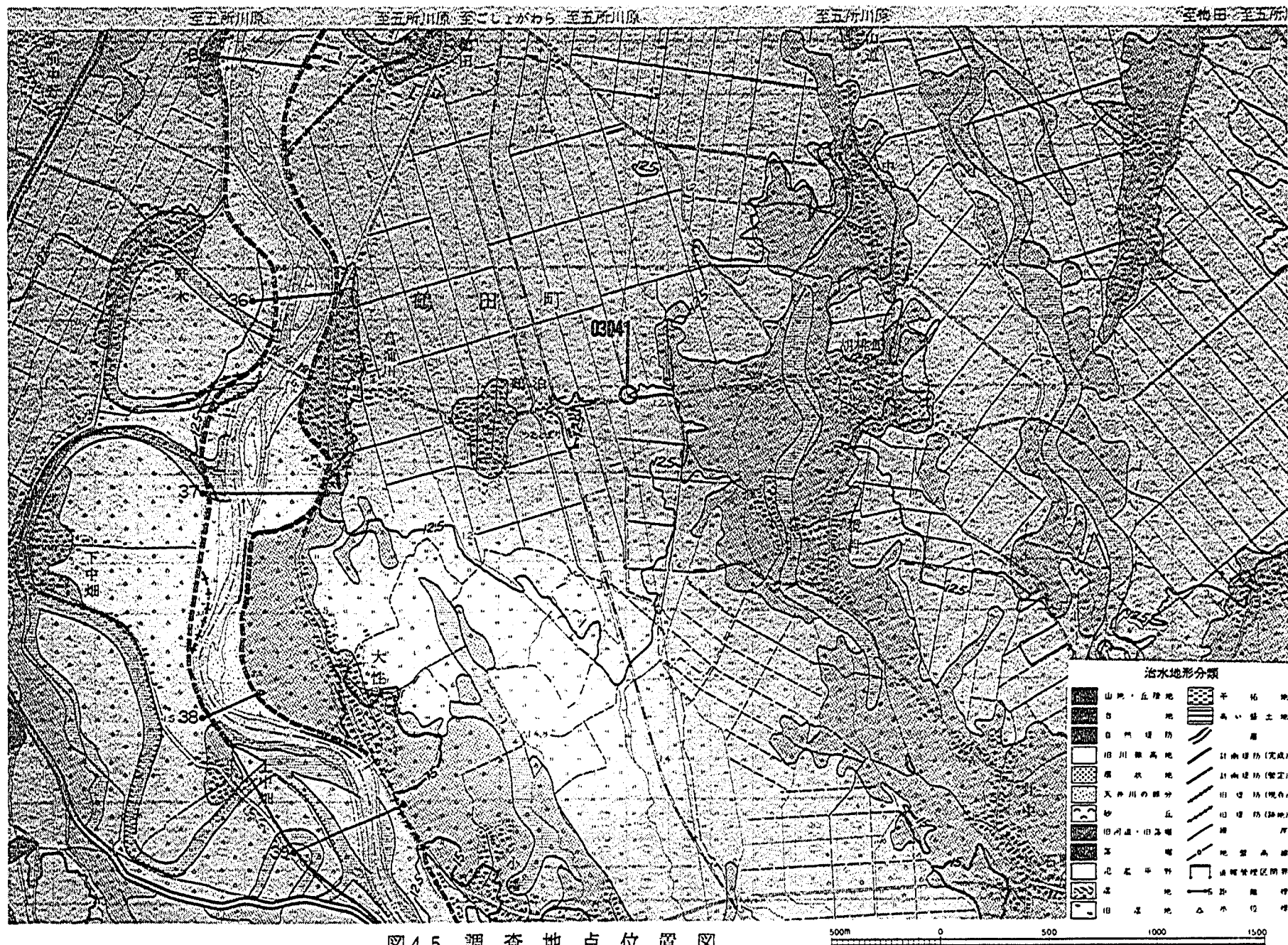


図4.5 調査地点位置図

表4.1 調査結果一覧表

No	資 料 番 号	地下構造物の 種 類	地下オイル タンクの		浮上り量 (cm)	微 地 形 分 類**	地下水 位 (m)	噴砂 の有無	噴砂または埋 戻し材の平均 粒径 D_{50} (mm)	鋼帯の 切断 有無	液状化 抵抗率 F_L
			容量(m ³)	本数							
1	0101	地下オイルタンク	10	5	0 ~ 15	—	—	無	0.30	—	—
2	0201	"	10	1	5	砂 丘	—	無	—	—	—
3		"	10	4	2 ~ 5						
4	0202	"	30	4	—*	台 地	—	無	—	—	—
5	0203	"	10	3	4	砂 丘	—	有	—	—	—
6	0204	浄化槽	—	—	5	氾濫平野	—	—	—	—	—
7	0205	地下オイルタンク	8	1	5	自然堤防	1.0(推)	無	—	—	—
8	0206	"	30	1	0 ~ 18	氾濫平野	—	有	—	—	—
9	0207	"	10	2	0 ~ 19	氾濫平野	1.5(推)	有	0.35	—	0.85
10	0208	"	10	1	0 ~ 76	砂 丘	0.5(推)	有	0.33	有	0.71
11	0209	"	7	1	14 ~ 22	氾濫平野	0.5(推)	有	0.37	—	—
12	0210	"	30	1	0 ~ 25	氾濫平野	0.5(実)	—	—	—	—
13		"	10	1	"						
		"	10	1	5						
14	0211	"	10	1	0 ~ 2	台 地	1.0(推)	無	—	—	—
15	0212	"	10	1	0 ~ 7	砂 丘	—	有	—	—	—
16	0213	"	4	1	5 ~ 9	旧 河 道	2.0(実)	有	—	—	—
17	0214	"	15	1	—*	台 地	—	無	—	—	—
18	0215	"	—	—	—	砂 丘	—	—	—	—	—
19	0216	"	—	—	—	砂 丘	—	—	—	—	—
20	0217	"	—	—	—	砂 丘	—	—	—	—	—
21	0218	"	—	—	—	氾濫平野	—	—	—	—	—
22	0301	"	8	1	2 ~ 12	—	1.3(実)	有	0.40	—	0.77
23		浄化槽	—	—	35 ~ 114						
24	0302	地下オイルタンク	50	2	48 ~ 202	氾濫平野	1.0(推)	有	0.60	有	0.46
25	0303	"	50	3	15 ~ 75	氾濫平野	1.0(推)	無	0.36	有	0.64
26	0304	"	30	3	60 ~ 165	氾濫平野	1.0(推)	有	0.62	—	0.74

— 不明または摘要外。

(実) 実 測 値。

(推) 推 定 値。

* 周辺地盤が沈下した。

** 微地形分類は「地水地形分類図」による。

表4.2 調査地点数

県名	市町村名	調査地点数			浮上りが確認された地点数		
		地下オイルタンク	地下浄化槽	計	地下オイルタンク	地下浄化槽	計
青森県	五所川原市	2	0	2	2	0	2
	木造町	1	1	2	1	1	2
	鶴田町	1	0	1	1	0	1
秋田県	男鹿市	1	0	1	1	0	1
	能代市	19	1	20	13	1	14
計		24	2	26	18	2	20

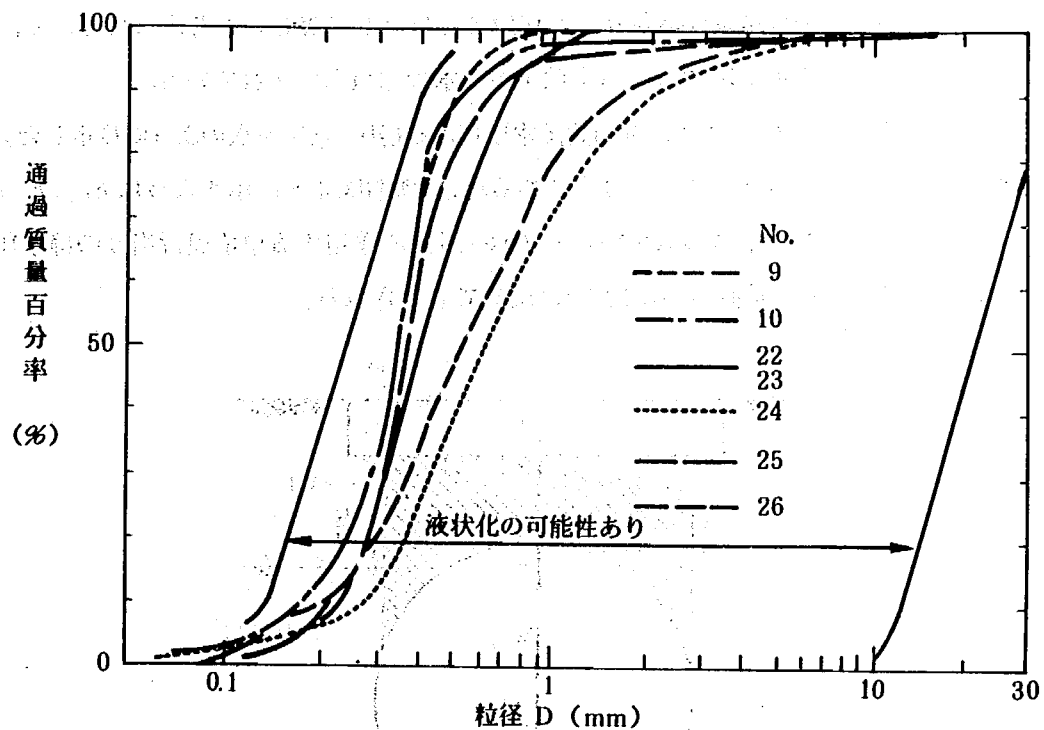


図4.6 噴砂または埋戻し材の粒径加積曲線

4.2 浮上りの安全率に関する検討

著者ら²⁾は先に掘削道路の浮上りの安全率算定式を提案したが、同様に地下オイルタンクの浮上りの安全率を式(1)のように表わすこととする。

$$F_u = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + Q}{U_s + U_o} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、抵抗力 W_1 : オイルタンク本体の重量

W_2 : オイルの重量

W_3 : RC のふたの重量

W_4 : 上載土の重量

Q : 上載土のせん断抵抗力

揚圧力 U_s : 静水圧による揚圧力

U_o : 過剰間隙水圧による揚圧力

式(1)の分子にRCの基礎の重量を加えていないが、これは、写真2.1に示したようにRCの基礎とオイルタンク本体を結んでいた鋼帯が切れて基礎が浮上りに対する抵抗として働かなかったためである。また、上載土のせん断抵抗力は地盤が液状化した状態ではほぼ0に等しいと考えられるので、ここでは無視している。また上載土の重量 W_4 の中には上載土中の水の重量も含まれている。

式(1)の静水圧による揚圧力 U_s および過剰間隙水圧による揚圧力 U_o を次のように算定した。

(i) 地下水位がオイルタンク本体の中心より上にある場合(即ち図4.8に示すように $h_1 \leq h_2 + R$ の場合)

図4.8においてオイルタンク本体の微小幅 $R \cdot d\theta$ の部分に作用する単位奥行当りの静水圧による力 P_s (オイルタンク本体の表面の垂直方向に働く)は次式で表わされる。

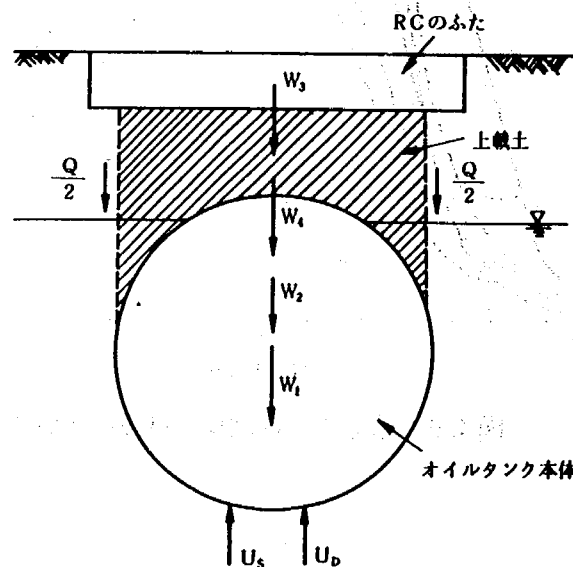


図4.7 地下オイルタンクに加わる力

$$\begin{aligned}
 P_s &= (h_2 + R - h_1 + x) \gamma_w \cdot R \cdot d\theta \\
 &= (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta) \gamma_w \cdot R \cdot d\theta \quad \dots\dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

この P_s の鉛直方向成分は

$$\begin{aligned}
 P_{sv} &= P_s \cdot \sin \theta \\
 &= (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta) \gamma_w \cdot R \cdot \sin \theta \cdot d\theta \quad \dots\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

となる。

ここに h_1 : 地表面から地下水面までの深さ

h_2 : 地表面からオイルタンク本体の頂部までの深さ

R : オイルタンク本体の半径

x : 図 4.8 に示す

θ : 図 4.8 に示す

γ_w : 水の単位体積重量

従ってオイルタンク本体に作用する上向きの静水圧の合計 U_s は

$$U_s = 2 \int_{\theta=0}^{\frac{\pi}{2}} P_{sv} \cdot L \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。ここに L : オイルタンク本体の長さ

式(3)を式(4)に代入すると

$$\begin{aligned}
 U_s &= 2 \cdot L \int_0^{\frac{\pi}{2}} (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta) \gamma_w \cdot R \cdot \sin \theta \cdot d\theta \\
 &= 2 \cdot L \cdot \gamma_w \cdot R \left\{ (h_2 + R - h_1) + R \cdot \frac{\pi}{4} \right\} \quad \dots\dots\dots (5)
 \end{aligned}$$

次に過剰間隙水圧による揚圧力 U_o を計算する。まず図 4.8 のオイルタンク本体の微小幅 $R \cdot d\theta$ の部分に作用する単位奥行当りの過剰間隙水圧による力 P_o (オイルタンク本体の表面の垂直方向に働く) は次式で表わされる。

$$P_o = u_d \cdot R \cdot d\theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここに u_d : 過剰間隙水圧

過剰間隙水圧 u_d が次式で表わされると仮定する。

$$u_d = L_v \cdot \sigma_v' \quad \dots\dots\dots (7)$$

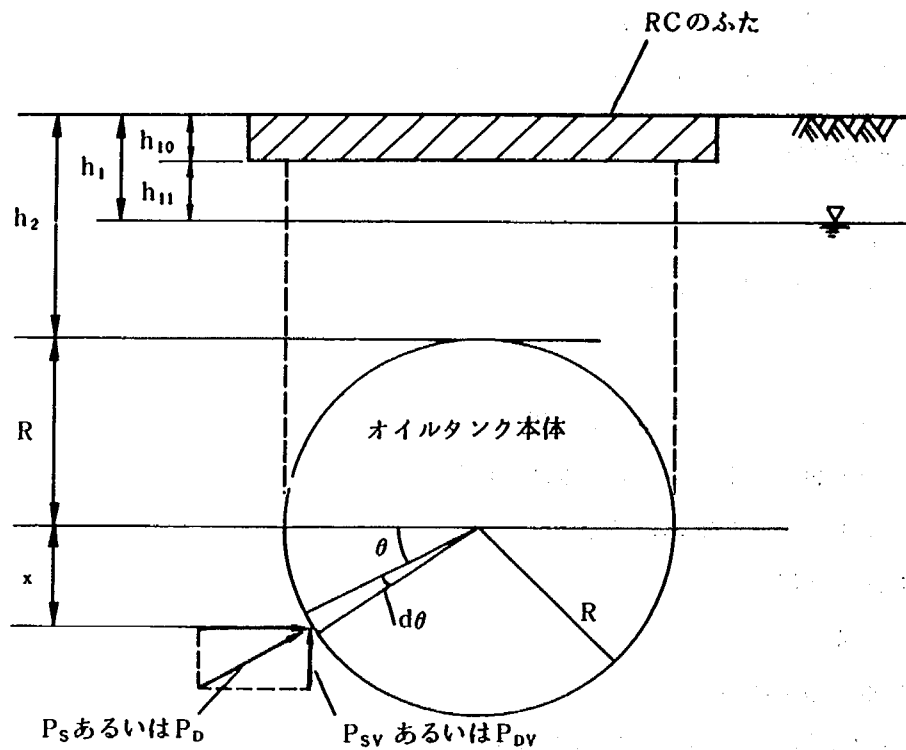


図4.8 $h_1 \leq h_2 + R$ の場合

ここに L_u : 過剰間隙水圧比

σ_v' : 有効上載圧

有効上載圧 σ_v' は

$$\sigma_v' = h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta)(\gamma_{ts} - \gamma_w) \quad (8)$$

ここに h_{10} , h_{11} : 図4.8に示す

γ_{tc} : RCのふたの単位体積重量

γ_{ts} : 地盤の単位体積重量

と表わされるので式(7), (8)を式(6)に代入すると,

$$P_D = L_u \{ h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta)(\gamma_{ts} - \gamma_w) \} R \cdot d\theta \quad (9)$$

となる。 P_D の上向き成分 P_{DV} は次式で表わされる

$$\begin{aligned} P_{DV} &= P_D \cdot \sin \theta \\ &= L_u \{ h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta)(\gamma_{ts} - \gamma_w) \} \\ &\quad \cdot R \cdot \sin \theta \cdot d\theta \quad (10) \end{aligned}$$

P_{DV} を合計すると過剰間隙水圧による揚圧力 U_D となる。

$$\begin{aligned}
 U_D &= 2 \int_{\theta=0}^{\frac{\pi}{2}} P_{DV} \cdot L \\
 &= 2 \cdot L \cdot L_u \int_0^{\frac{\pi}{2}} \{ h_{10} \cdot r_{ic} + h_{11} \cdot r_{is} + (h_2 + R - h_1 + R \cdot \sin \theta)(r_{is} - r_w) \} \\
 &\quad \cdot R \cdot \sin \theta \cdot d\theta \\
 &= 2 \cdot L \cdot L_u \cdot R \{ h_{10} \cdot r_{ic} + h_{11} \cdot r_{is} + (h_2 + R - h_1)(r_{is} - r_w) \} \\
 &\quad + 2 \cdot L \cdot L_u \cdot R^2 (r_{is} - r_w) \frac{\pi}{4} \dots\dots\dots (11)
 \end{aligned}$$

(ii) 地下水位がオイルタンク本体の中心より下にある場合(即ち図 4.9 に示すように $h_2 + R < h_1 < h_2 + 2R$ の場合)

図 4.9 においてオイルタンク本体の微小幅 $R \cdot d\theta$ の部分に作用する単位奥行当りの静水圧による力 P_s (オイルタンク本体の表面の垂直方向に働く) は次式で表わされる。

$$\begin{aligned}
 P_s &= y \cdot r_w \cdot R \cdot d\theta \\
 y &= R \cdot \sin \theta - R \cdot \sin \theta_1 \\
 \therefore P_s &= R(\sin \theta - \sin \theta_1) r_w \cdot R \cdot d\theta \dots\dots\dots (12)
 \end{aligned}$$

P_s の上向きの成分 P_{sv} は

$$\begin{aligned}
 P_{sv} &= P_s \cdot \sin \theta \\
 &= R^2 \cdot r_w (\sin^2 \theta - \sin \theta \cdot \sin \theta_1) d\theta \dots\dots\dots (13)
 \end{aligned}$$

となる。従って静水圧による揚圧力 U_s は

$$\begin{aligned}
 U_s &= 2 \int_{\theta=\theta_1}^{\frac{\pi}{2}} P_{sv} \cdot L \\
 &= 2 \cdot L \int_{\theta_1}^{\frac{\pi}{2}} R^2 \cdot r_w (\sin^2 \theta - \sin \theta \cdot \sin \theta_1) d\theta \\
 &= 2 \cdot L \cdot R^2 \cdot r_w \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\sin 2\theta_1}{4} - \frac{\theta_1}{2} - \cos \theta_1 \cdot \sin \theta_1 \right) \dots\dots\dots (14)
 \end{aligned}$$

と表わされる。

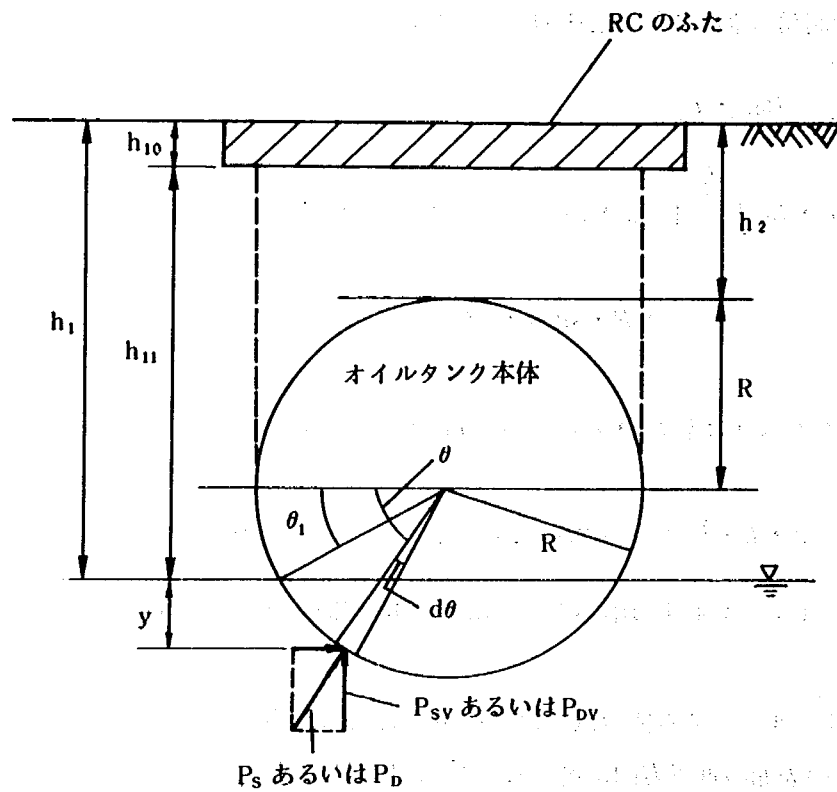


図 4.9 $h_2 + R < h_1 < h_2 + 2R$ の場合

次に過剰間隙水圧による力 P_D は式(6), (7)で表わされる。図 4.9 の場合の有効上載圧 σ_v' は次式で表わされる。

$$\begin{aligned}\sigma_v' &= h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + y (\gamma_{ts} - \gamma_w) \\ &= h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + R (\sin \theta - \sin \theta_1) (\gamma_{ts} - \gamma_w) \dots\dots\dots (15)\end{aligned}$$

式(15)を式(7), (6)に代入すると,

$$\begin{aligned}P_D &= u_d \cdot R \cdot d\theta \\ &= L_u \cdot \sigma_v' \cdot R \cdot d\theta \\ &= L_u \cdot R \{ h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + R (\sin \theta - \sin \theta_1) (\gamma_{ts} - \gamma_w) \} d\theta \dots\dots\dots (16)\end{aligned}$$

となる。 P_D の上向き成分は

$$\begin{aligned}P_{DV} &= P_D \cdot \sin \theta \\ &= L_u \cdot R \{ h_{10} \cdot \gamma_{tc} + h_{11} \cdot \gamma_{ts} + R (\sin \theta - \sin \theta_1) (\gamma_{ts} - \gamma_w) \} \sin \theta \cdot d\theta\end{aligned}$$

$$= L_u \cdot R \left[R(r_{1s} - r_w) \sin^2 \theta + \{ h_{10} \cdot r_{1c} + h_{11} \cdot r_{1s} - R \cdot \sin \theta_1 (r_{1s} - r_w) \} \sin \theta \right] d\theta \quad \dots\dots\dots (17)$$

となり、過剰間隙水圧による揚圧力の合力 U_D は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} U_D &= 2 \int_{\theta_1}^{\frac{\pi}{2}} P_{Dv} \cdot L \\ &= 2 \cdot L \int_{\theta_1}^{\frac{\pi}{2}} L_u \cdot R \left[R(r_{1s} - r_w) \sin^2 \theta + \{ h_{10} \cdot r_{1c} + h_{11} \cdot r_{1s} - R \cdot \sin \theta_1 (r_{1s} - r_w) \} \sin \theta \right] d\theta \\ &= 2 \cdot L \cdot L_u \cdot R \left[R(r_{1s} - r_w) \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\sin 2\theta_1}{4} - \frac{\theta_1}{2} \right) + \{ h_{10} \cdot r_{1c} + h_{11} \cdot r_{1s} - R \cdot \sin \theta_1 (r_{1s} - r_w) \} \cos \theta_1 \right] \quad \dots\dots\dots (18) \end{aligned}$$

式(11)、式(18)から過剰間隙水圧による揚圧力 U_D を算定するには過剰間隙水圧比 L_u を推定する必要があるが、ここでは図 4.10 に示す方法によって求めた。まず、「道路橋示方書 V 耐震設計編」の方法を用いて、オイルタンク本体の底における液状化抵抗率 F_L を求める。液状化抵抗率 F_L は、地盤の持つ動的せん断強度比 R と地盤に加わる地震時せん断応力比 L の比である。 R は地盤の N 値、有効上載圧 σ_v' と平均粒径 D_{50} から求められ、 L は地盤の土質定数と水平震度から求められる。この F_L に対応する L_u を式(19)から求める。そして、 L_u を式(11)または式(18)に代入して U_D を求める。

$$\left. \begin{aligned} L_u &= F_L^{-1} & (F_L > 1) \\ L_u &= 1 & (F_L \leq 1) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (19)$$

F_L と L_u の関係は繰返し三軸試験や振動台実験の結果より図 4.11 に示すようないくつかの曲線が得られている。これらの曲線は砂の物性によって若干変化するようであるが、式(19)はこれらの曲線の平均的なものを表わしている。

以上の方法からデータが比較的そろっている 6 地点 (No. 9, 10, 22, 24, 25, 26) の液状化抵抗率 F_L と浮上りの安全率 F_u を算定した。 F_L を計算する際には地盤の平均 N 値 = 5、地下水位以浅の単位体積重量 $\gamma_1 = 1.8 \text{ tf/m}^3$ 、地下水位以深の単位体積重量 $\gamma_2 = 2.0 \text{ tf/m}^3$ と仮定した。また、地表面最大加速度の距離減衰の実測³⁾ (図 4.12) を参照して、今回の調査地点の震央距離が 80 ~ 120 km であるので、液状化抵抗率 F_L を求める際の水平震度 $k_s = 0.2$ とした。各地点の F_L の計算値を表 4.1 に、浮上り量と F_u の関係を図 4.13 に示す。 F_L は 6 地点とも 1 以下であった。図 4.13 から、浮上りの安全率 F_u が小さい程、地下オイルタンクの浮上り量は大きくなることがわかる。

浮上りの安全率 F_u を算定した 6 地点のうち、No. 10, 24, 25 の地点では地震後タンクを掘り返してみ

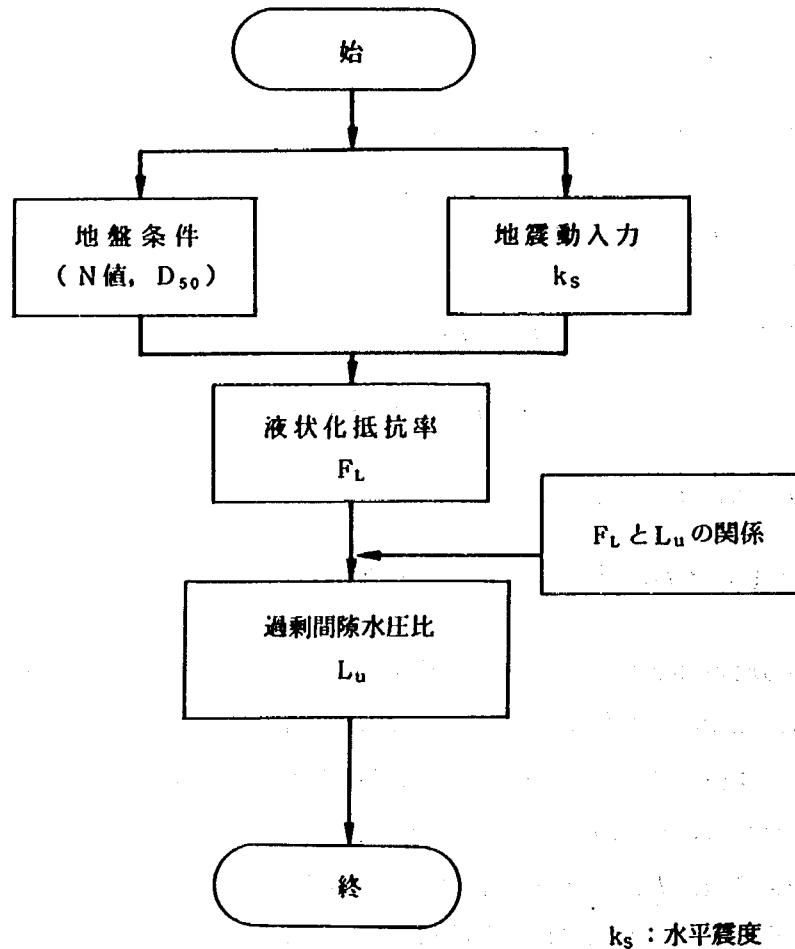


図 4.10 過剰間隙水圧比 L_u を求めるフローチャート

ると、鋼帯を基礎に固定しているアンカーボルトが抜け上ったり、鋼帯が切断されていた。このために、これら3地点の F_L は1以下となって浮上ってしまったが、もしも鋼帯が切れずにRCの基礎の重量が浮上りに対する抵抗力に加わると F_L はほぼ1以上になる。また当然のことであるが、地下水面より浅い地中構造物は浮上ることはいない。浮上ってしまう地中構造物も、揚圧力と抵抗力がつり合った時点で浮上りが止まる。

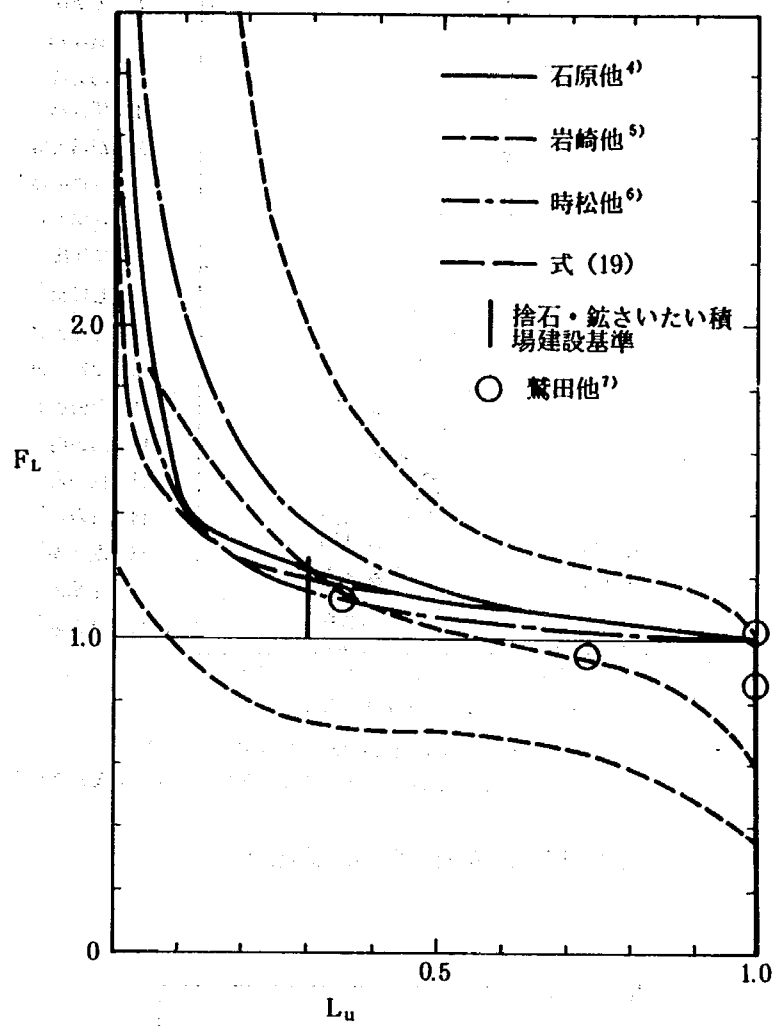


図 4.11 F_L と L_u の関係

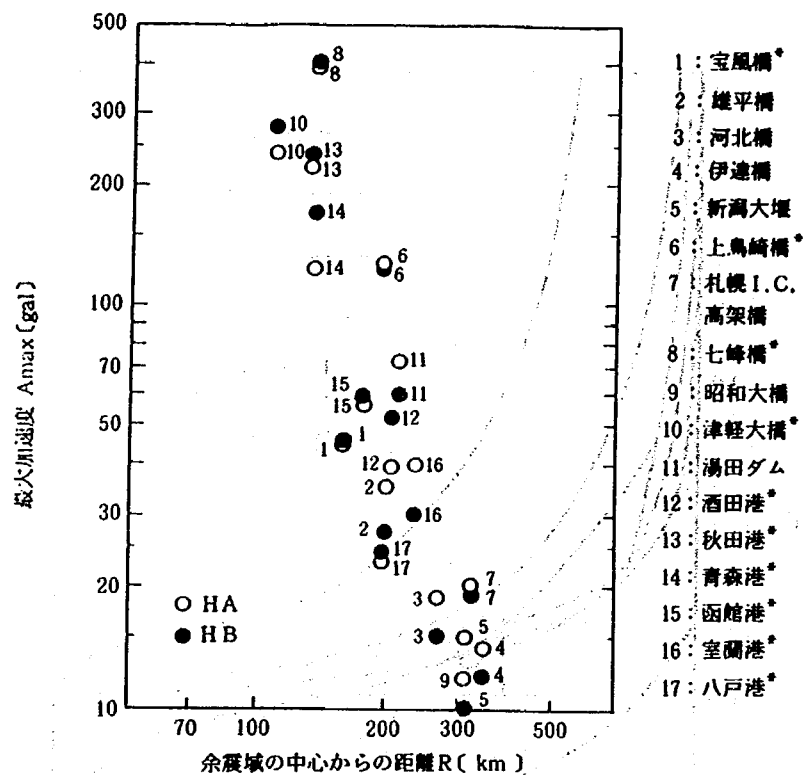


図 4.12 最大加速度の距離減衰

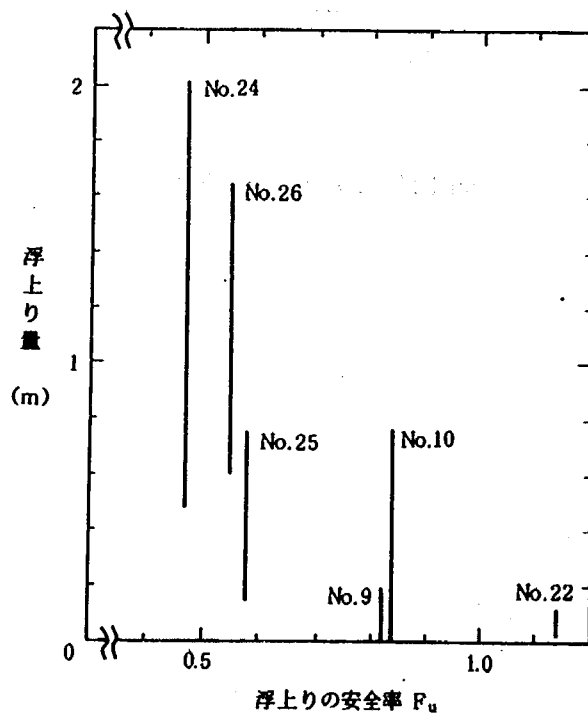


図 4.13 地下オイルタンクの浮上り量と浮上りの安全率 F_u

5. ま と め

今回の調査をまとめると以下ようになる。

- 1) 1983年日本海中部地震の時に周辺地盤の液状化によって地下オイルタンクが18地点、浄化槽が2地点において浮上の被害が見られた。最大浮上り量は約2 mであった。
- 2) 浮上りの被害があった地点の近傍において噴砂の見られた地点は11件、噴砂の見られなかった地点は6件、噴砂の有無が不明な地点は3件であった。
- 3) 浮上りの被害があった地点から採取した噴砂または埋戻し材は液状化しやすい粒度分布の砂であった。
- 4) 液状化抵抗率 F_L と浮上りの安全率 F_s を地下オイルタンクの6地点について算定した。 F_L は6地点とも1以下であった。また F_s が小さい程、タンクの浮上り量は大きくなることが分った。

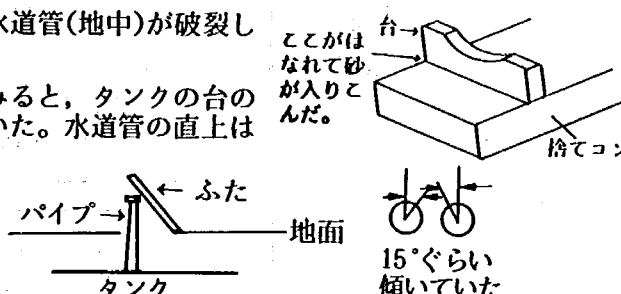
今回の調査は何らかの被害があった地中構造物に限ったため、無被害の地中構造物との比較はできなかった。また地盤の物性データが乏しいため、液状化抵抗率 F_L と浮上りの安全率 F_s を算定する際に地盤のN値、単位体積重量の値として推定値を用いた。また、地下水位は F_L と F_s に対して大きな影響を与える。これらの値はボーリング調査を行えば更に精度よく求めることができる。

謝 辞

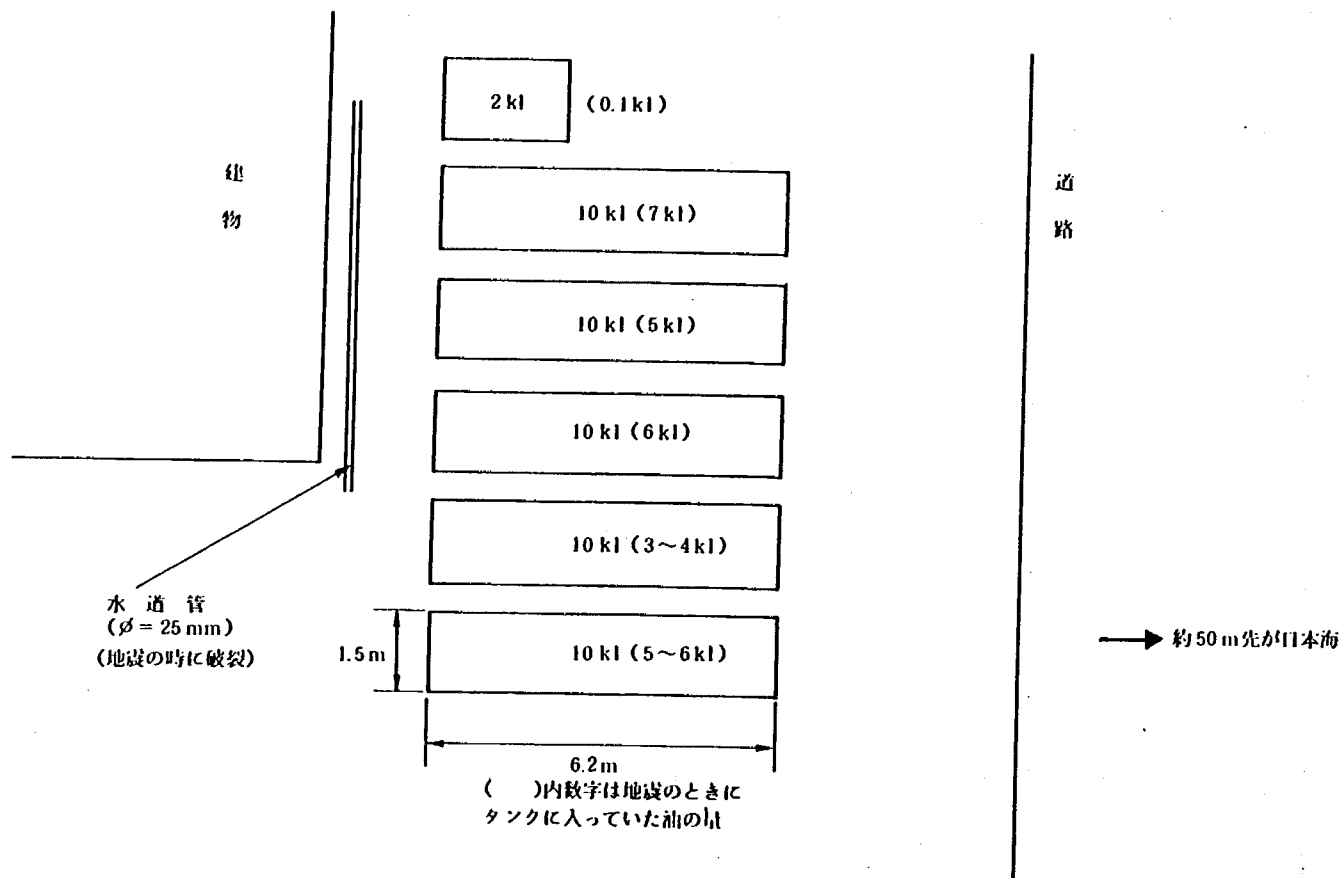
今回の調査に当り御協力を頂いた青森県総務部消防防災課、秋田県生活環境部消防防災課、各地区の消防本部の関係各位に深く感謝の意を表する。また地震の直接被害を受けられ、復旧の途中にもかかわらず調査に御協力いただいたガソリンスタンド等の関係各位に厚く感謝の意を表する。さらに調査の実施に当り御指導いただいた佐々木 康振動研究室長に感謝の意を表する。

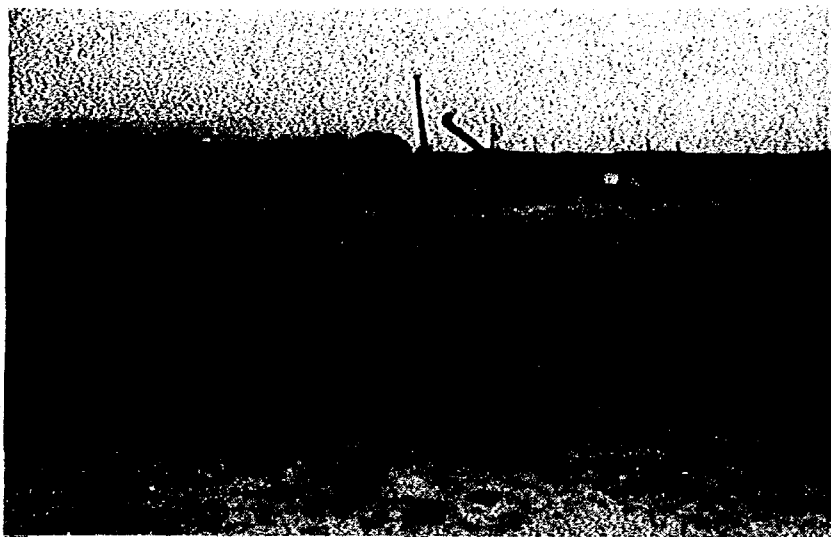
参 考 文 献

- 1) 佐々木康, 川島一彦, 宇多高明「日本海中部地震被害調査速報」土木技術資料, 25巻7号, 1983. 7.
- 2) 佐々木康, 谷口栄一「地盤液状化対策としての砕石ドレーン工法」地盤と基礎の地震災害に関するシンポジウム, 土質工学会, 1983.
- 3) 村上順雄, 他「日本海中部地震災害調査報告」土木研究所報告, 第165号, 1985.
- 4) 石原研而, V. Perlea, " Liquefaction - Associated Ground Damage during the Vrancea Earthquake of March 4, 1977," Soils and Foundations Vol. 24, No. 1, 1984.
- 5) 岩崎敏男, 常田賢一, 木全俊雄「地震時における砂質地盤の液状化判定法と耐震設計への適用に関する研究」土研資料, No. 1729, 1981.
- 6) 時松孝次, 吉見吉昭, " Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT, N - Value and Fines Content," Soils and Foundations, Vol. 23, No. 4, 1983.
- 7) 鷺田修三, 谷口栄一, 森下 義「密な砂の液状化特性に関する初期せん断応力の影響」第12回土木学会関東支部技術研究発表会, 1985.

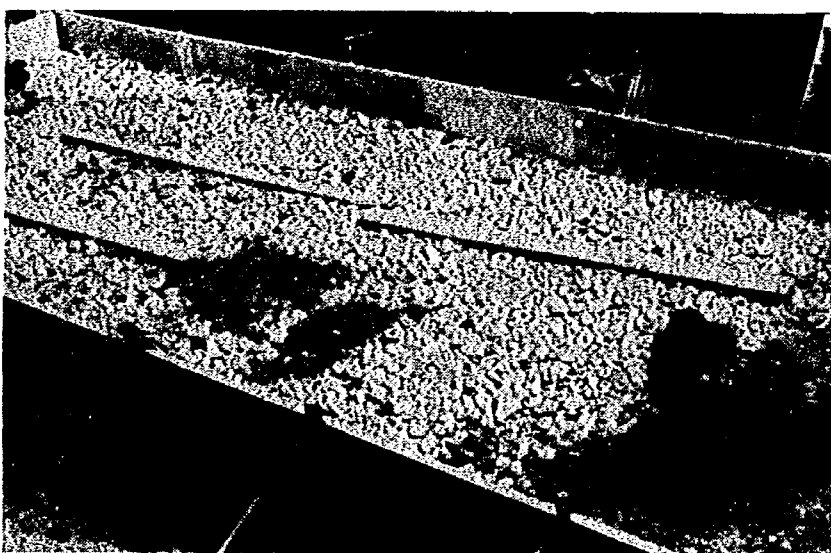
1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0101
所 在 地	秋田県男鹿市比詰羽立60の1
会 社 名	出光男鹿給油所(原田)
電 話 番 号	0185-24-3605
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10kl 5本, 2kl 1本
タンクの大きさ	10kl 直径1.5m 長さ6.2m 円筒形 (掘り出してあったものを直接測定した。)
タンクの浮上り量	10～15cm(推定)
タンクの浮上りの状況	・タンクの横にあった水道管(地中)が破裂して水が噴き出した。 ・タンクを掘り出してみると、タンクの台の下に砂が入りこんでいた。水道管の直上は20cm沈下した。 ・タンクから出ているパイプが振動中に上にゆれていた。 
噴砂・噴水の状況	水道管が破れてその水が地上に噴き出した。
地 下 水 位	地盤面よりかなり低い
地 盤 の 土 質	砂 質
埋 立 の 履 歴	
周辺の被災の状況	防火壁の被害なし。 50mぐらいで海に達する。
以前の施工業者	宮長組 TEL(0185-35-3432)
今後の掘返しの予定, 施工業者	東京タツノ(下請京谷建設) 6/20にはすでに掘り返して新しいタンクが入っていた。
備 考	

〔平面図〕





掘出したオイルタンク



以前の施工時

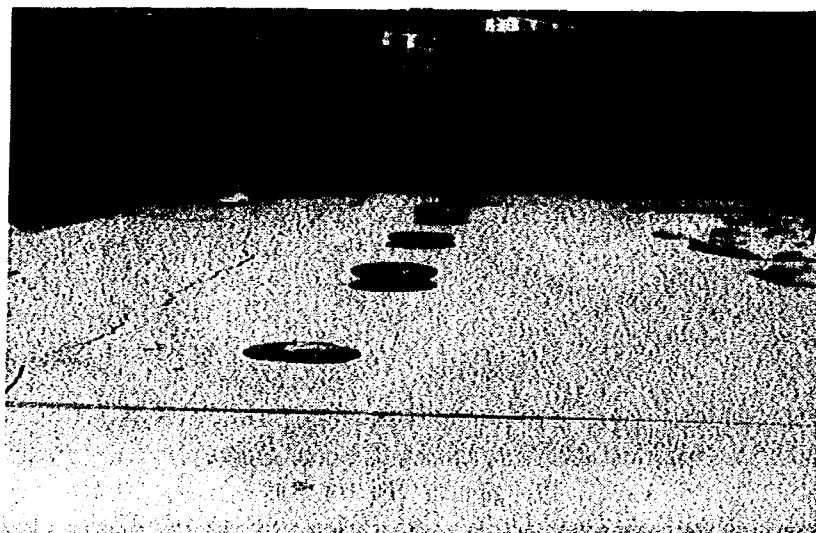


コンクリートパイプは上のコンクリート版を支える支柱

以前の施工時



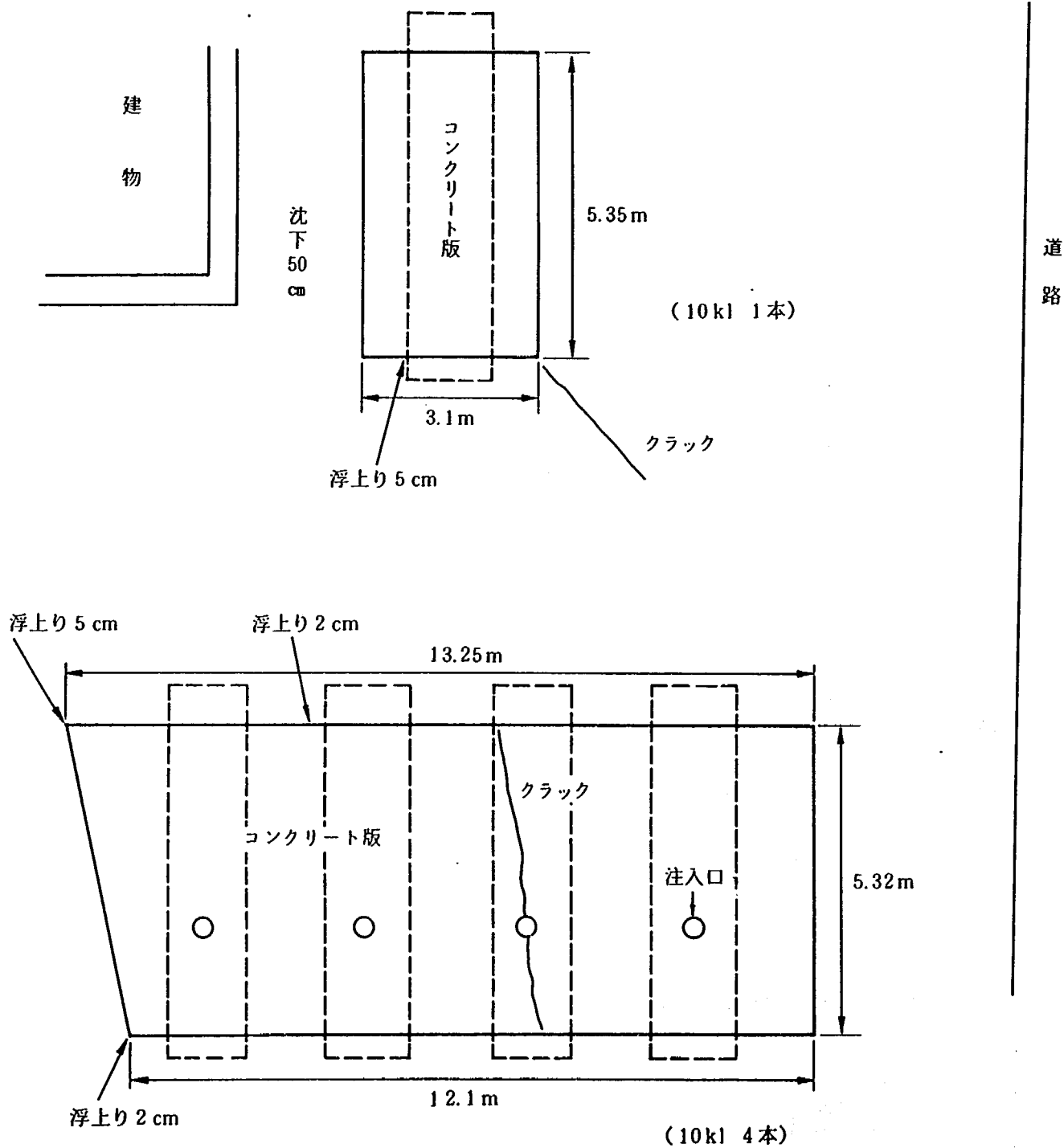
以前の施工時
鉄筋コンクリート基礎

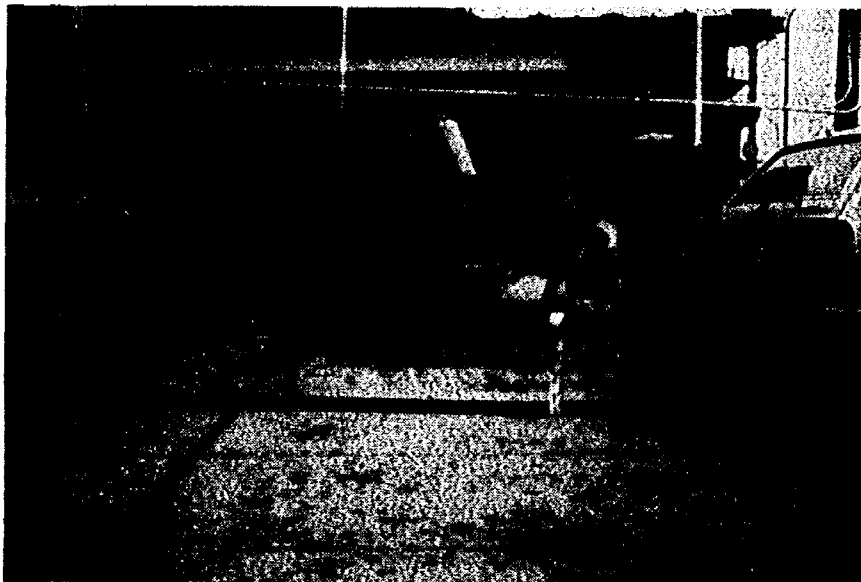
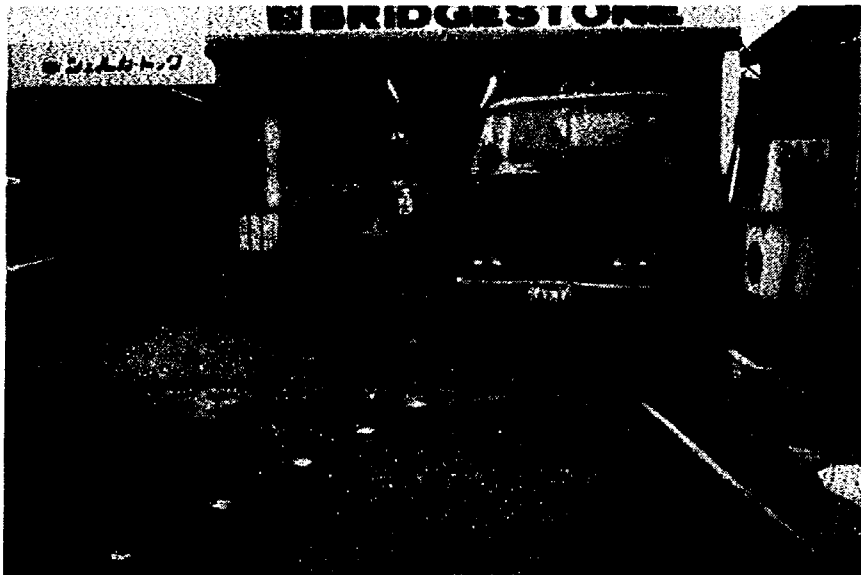
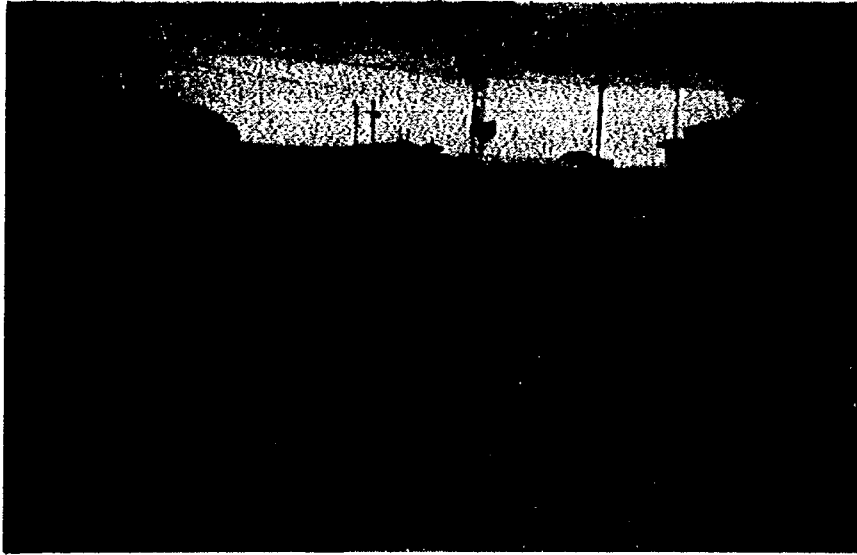


今回の地震後

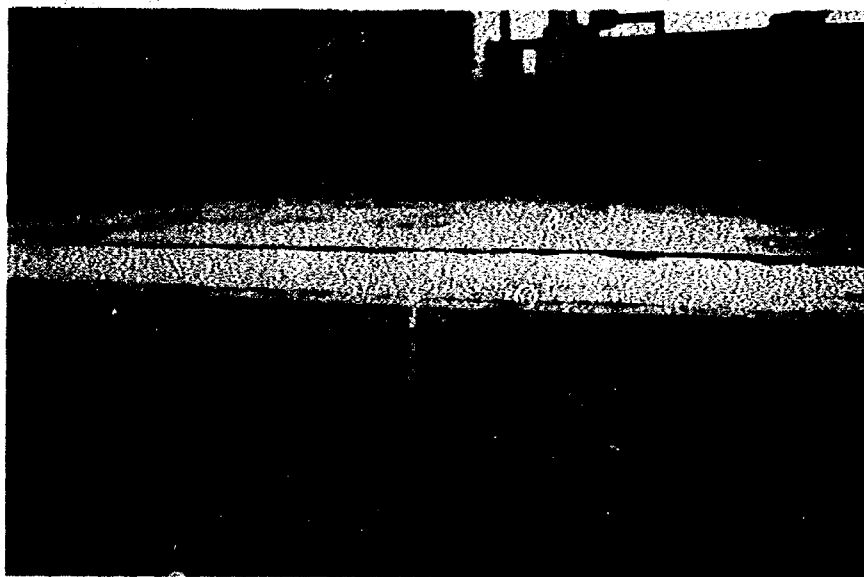
1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 1
所 在 地	秋田県能代市出戸本町 14 - 32
会 社 名	塚本油店 (shell)
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 5 - 0 3 5 3
タ ン ク の 種 類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10 kl 1 本 (半分ぐらい入っていた)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	5 cm
タンクの浮上り の 状 況	振動中にコンクリート版が浮上った。
噴砂・噴水の状況	なし
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	10 年ぐらい前に埋立てた。
周辺の被災の状況	防火壁倒壊
以前の施工業者	—
今後の掘返しの 予定, 施工業者	修理せずにそのまま使う。
備 考	

〔平面図〕





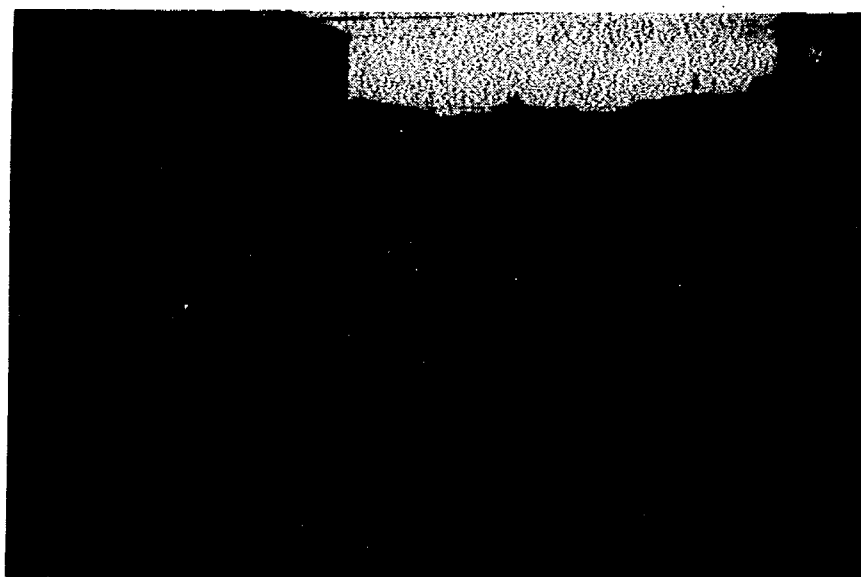
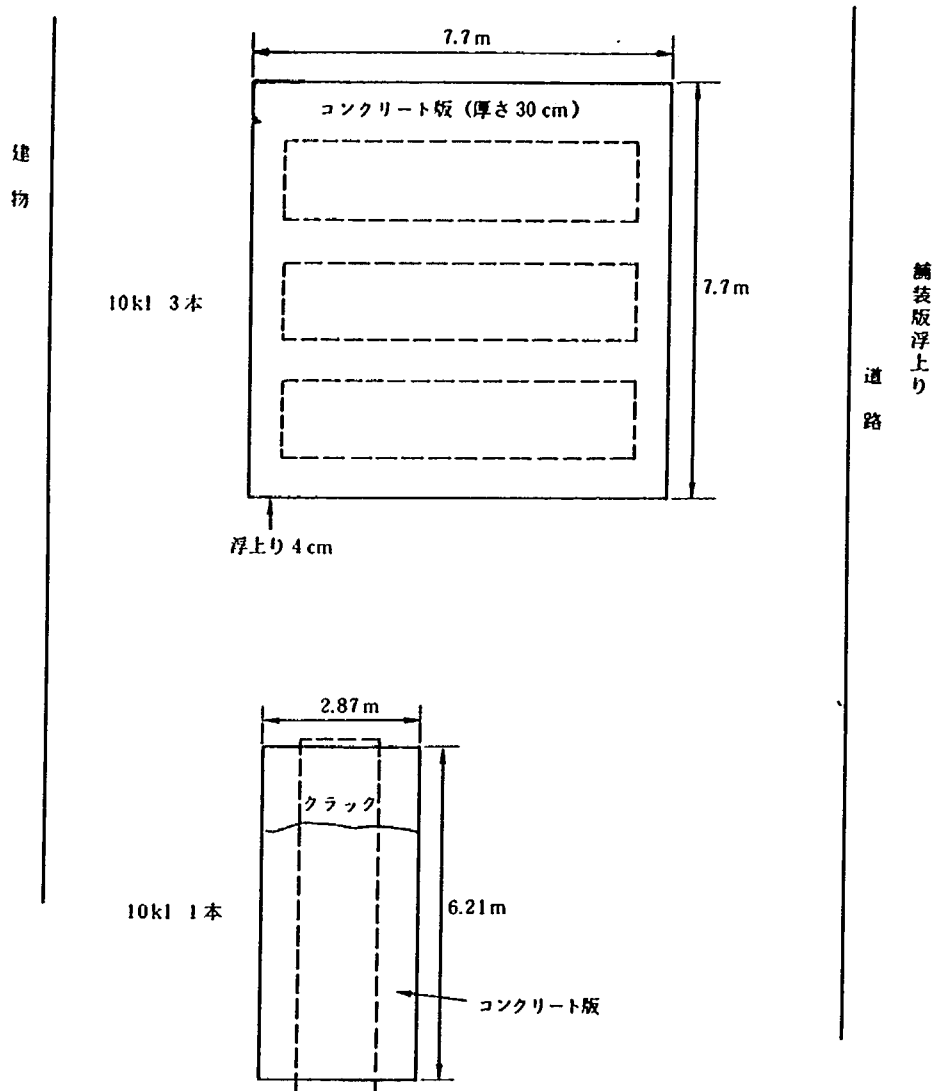
1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 2
所 在 地	秋田県能代市一本木44
会 社 名	能代農協（一本木）（共同石油）
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 8 - 3 9 4 0
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	30 k l 4本
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	タンクの回りの地盤が40 cm 沈下した。
噴砂・噴水の状況	な し
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	砂 + 玉石
埋 立 の 履 歴	田圃埋立てた。
周辺の被災の状況	へいの倒壊なし
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定，施工業者	未 定
備 考	



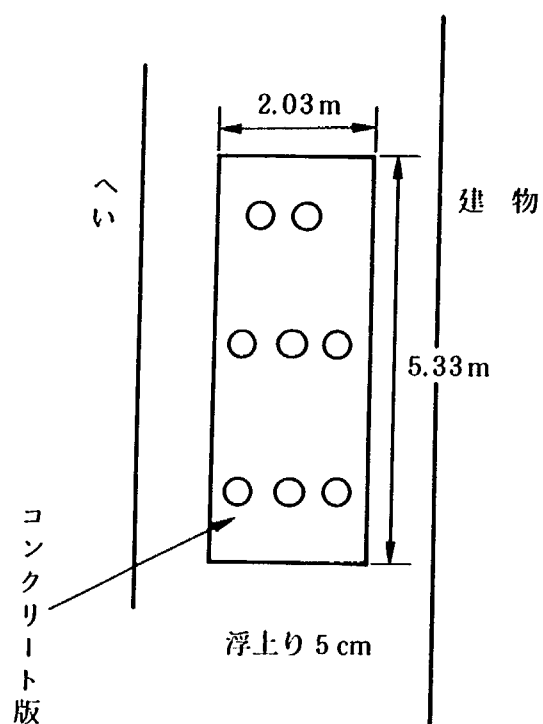


58. 7. 14 撮 影
今回の地震によって被災した後に掘り返したところ

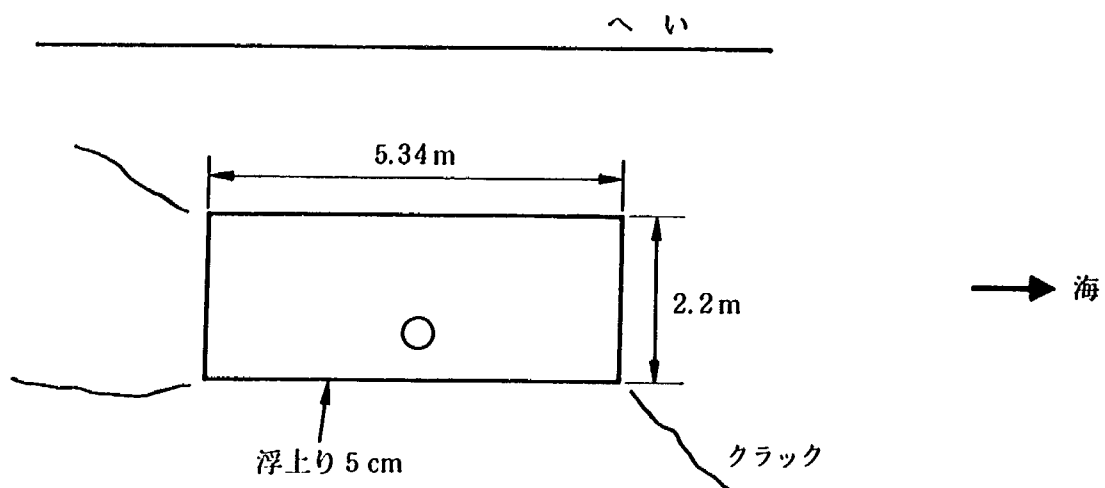
1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 3
所 在 地	秋田県能代市昭南町
会 社 名	越前谷商店 (日本石油)
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 4 7 6 6
タ ン ク の 種 類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10 kl 3 本
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	4 cm
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	ガソリンスタンドより約 50 m の地点にある電柱 (2 ケ所) のところから噴砂があった。
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴	湿地帯を埋立てた。
周辺の被災の状況	ガソリンスタンド前の旧 7 号線 (県道能代一男鹿線) の舗装が約 30 cm 浮上った。地震前にコンクリートの上にアスファルト舗装が施工されていた。
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	このまま使用する。
備 考	

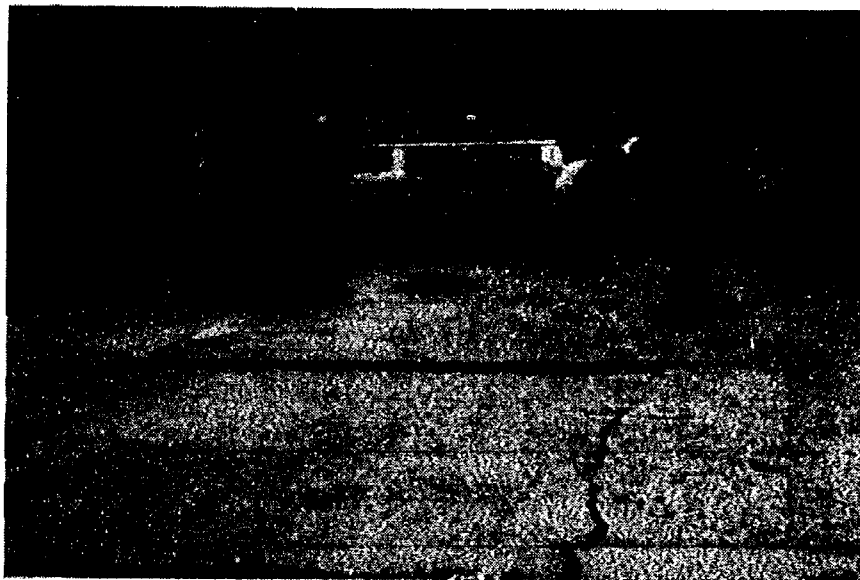
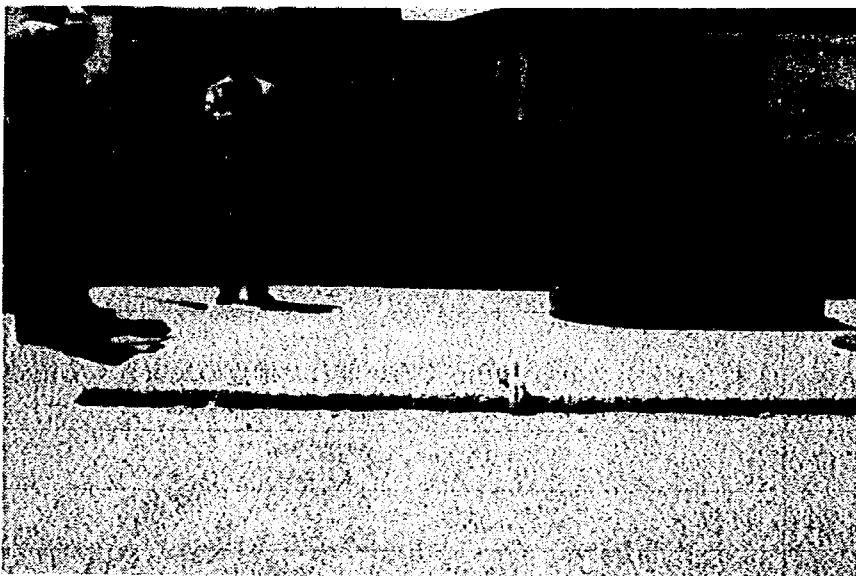
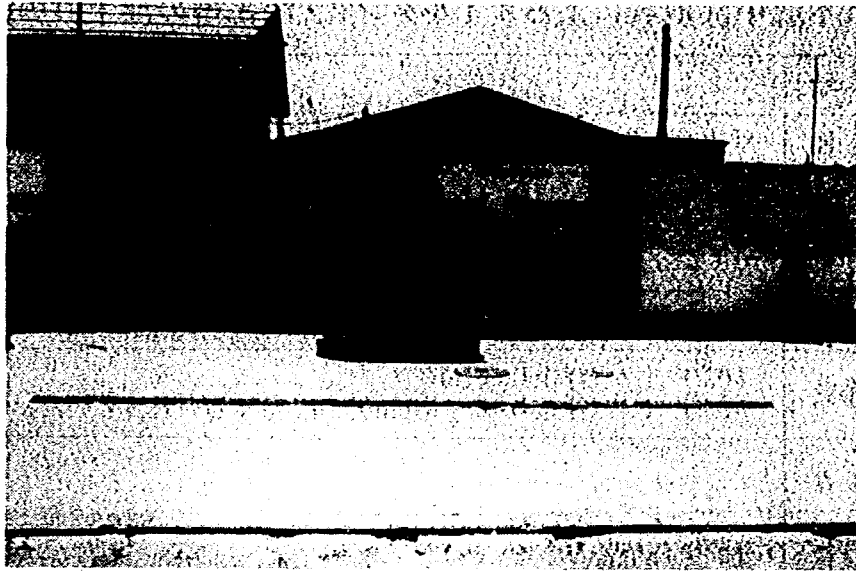


1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 4
所 在 地	秋田県能代市川反町 9 - 3
会 社 名	建設省能代工事事務所
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 6 2 1 1
タンクの種類	浄 化 槽
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	5 cm
タンクの浮上り の 状 況	
噴砂・噴水の状況	
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の掘返しの 予定, 施工業者	
備 考	

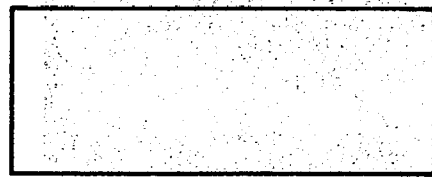


1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0205
所 在 地	秋田県能代市能代浜
会 社 名	中田建設
電 話 番 号	0185-4-6441
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	8kl 1本
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	5 cm
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	なし
地下水位	地盤面より 1m
地盤の土質	砂質土
埋立の履歴	
周辺の被災の状況	建物の被害なし
以前の施工業者	中田建設
今後の掘返しの予定, 施工業者	
備 考	海のすぐそば。

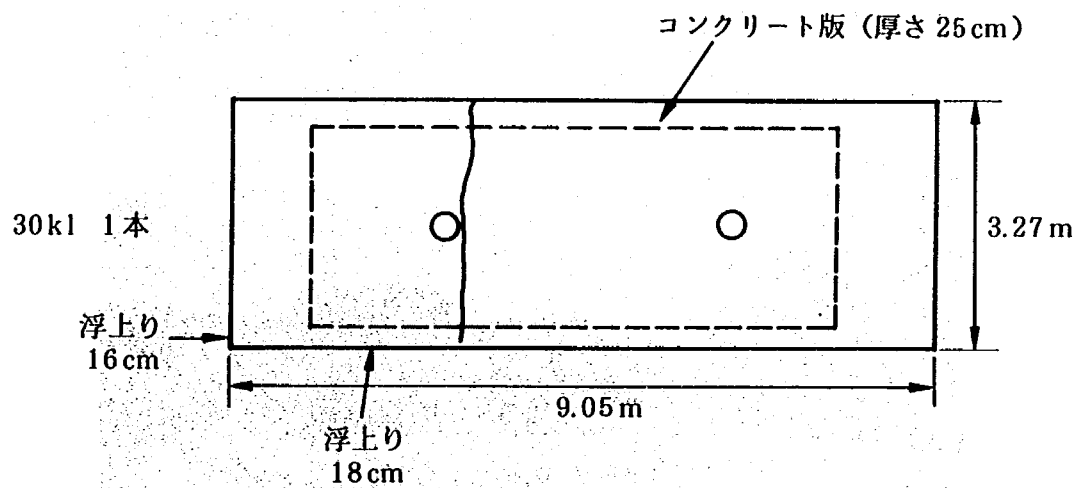


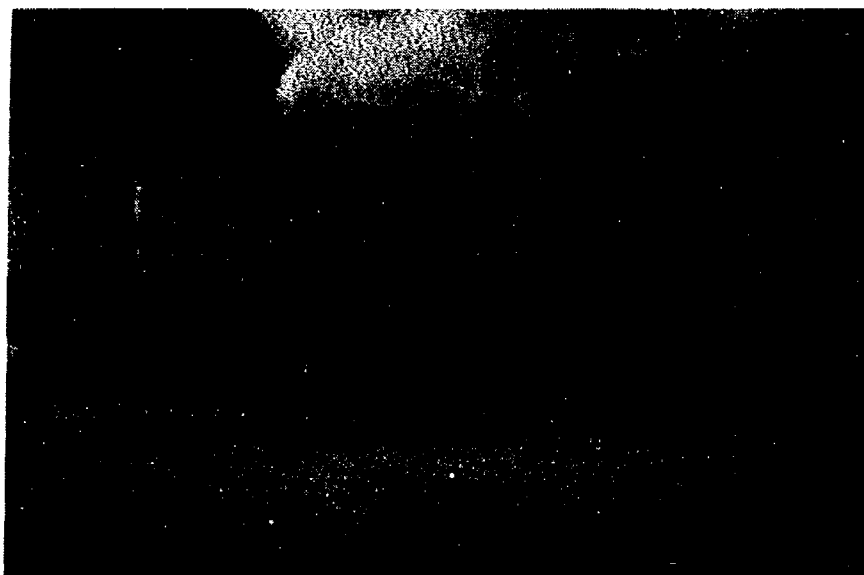
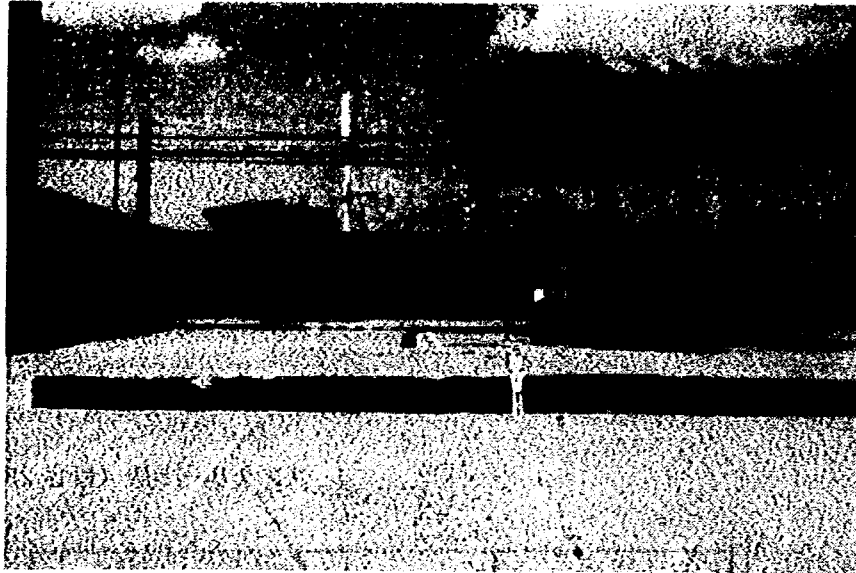


1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 6
所 在 地	秋田県能代市河戸川字大須賀29
会 社 名	能代マルイ
電 話 番 号	0185-2-5050
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10kl 1本(浮上りなし) 30kl 1本(浮上り16~18cm)(1/3ぐらい入っていた)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	16~18cm
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	オイルタンクから100mぐらい離れた地点の民家近くで噴砂があった。
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴	田圃を埋立てた。
周辺の被災の状況	建物がゆがんだ。
以前の施工業者	不明(前の持主が作ったため)
今後の掘返しの予定, 施工業者	
備 考	

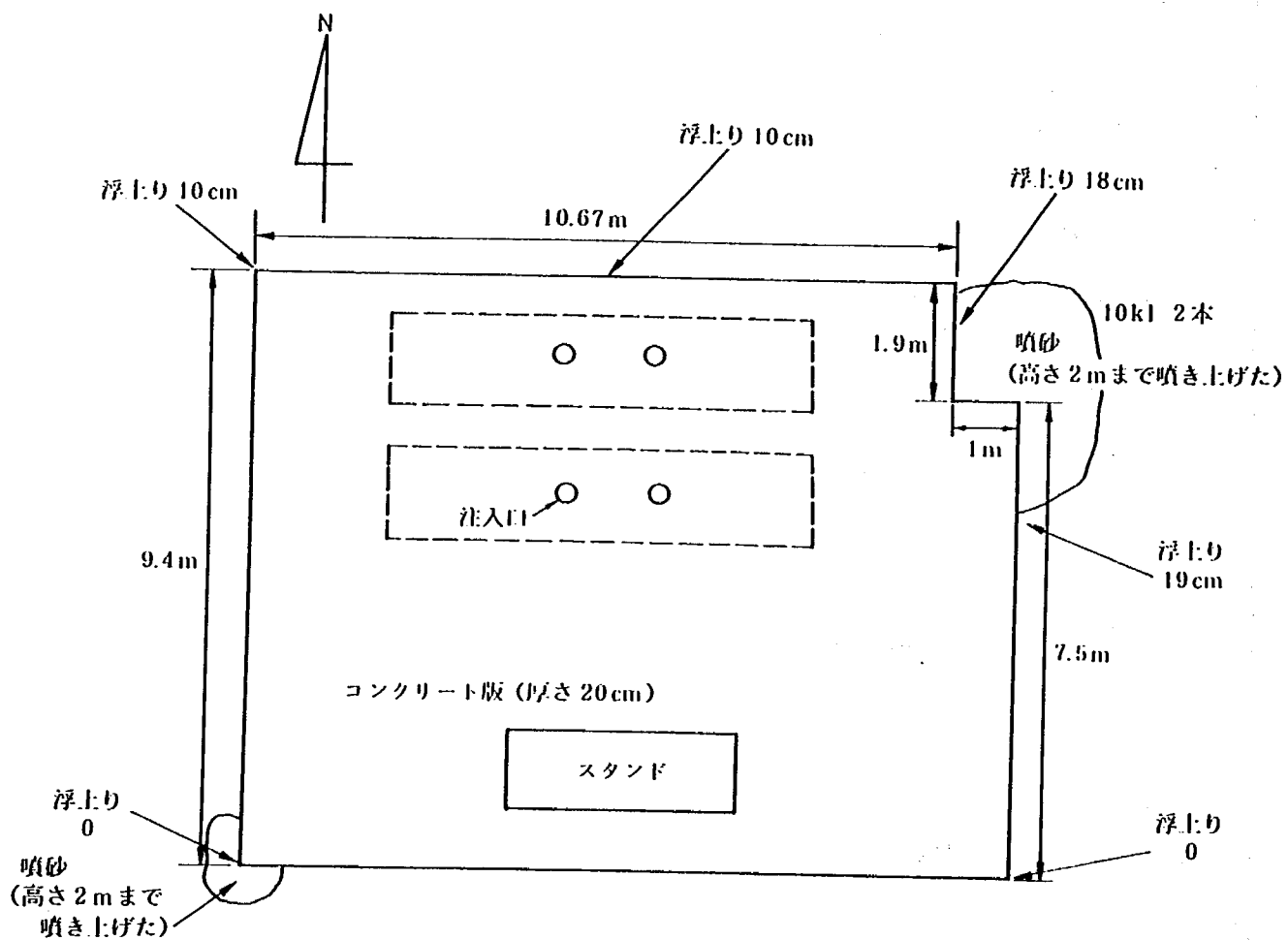


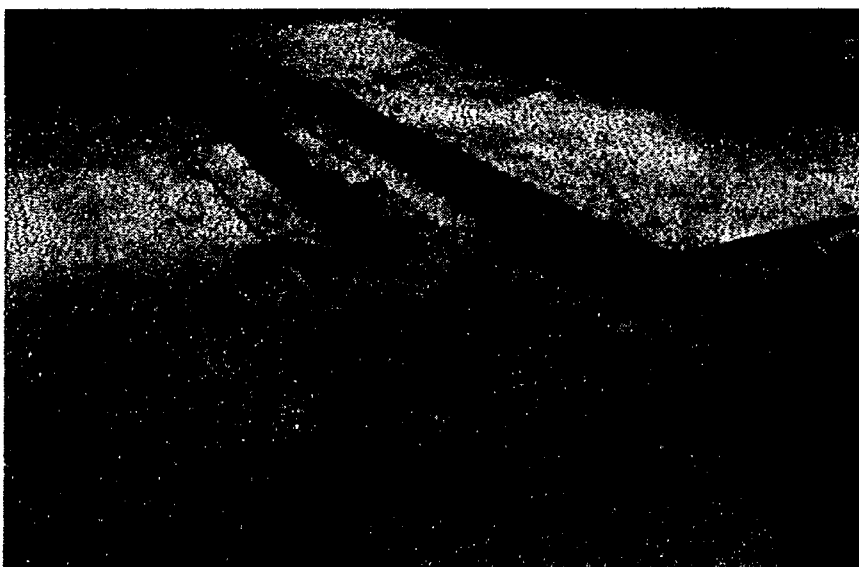
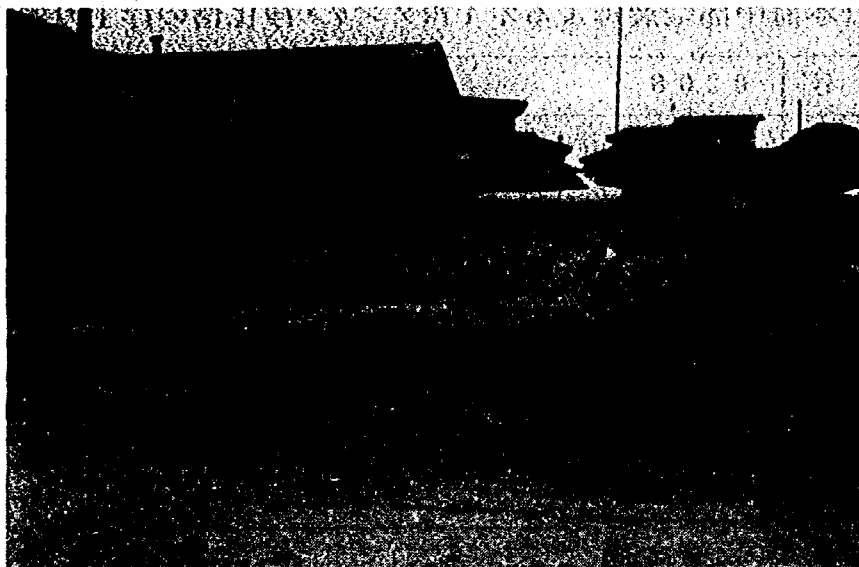
10kl 1本
(浮上りなし)



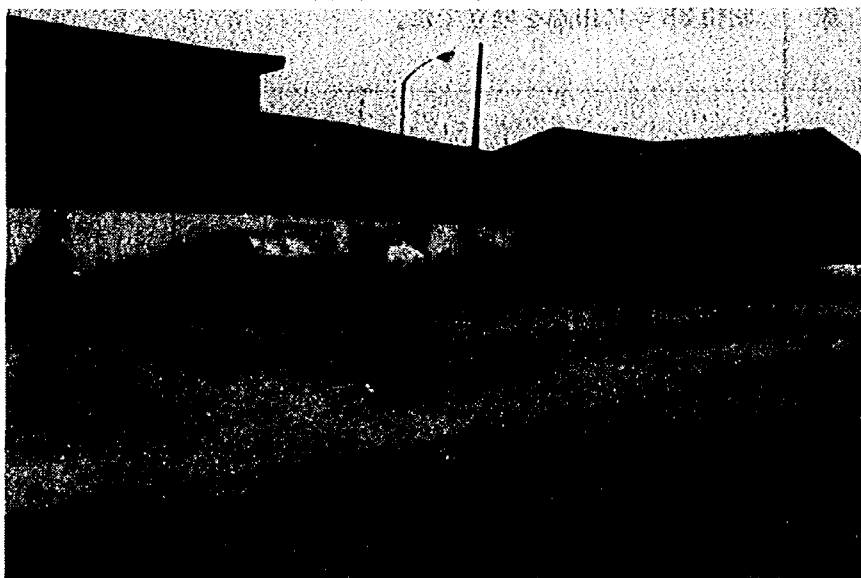


1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 7
所 在 地	秋田県能代市長崎 2 6 9
会 社 名	丸長商会
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 4 - 1 0 7 6 or 1 0 5 0
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10kl 2本 (東京タツノ製) (両方共ほとんど空) ドラム缶に 2 本後で取り出した
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	10 ~ 19 cm
タンクの浮上りの状況	振動中に浮上った。
噴砂・噴水の状況	地震がおさまってからコンクリート版の 2 つの隈から噴砂、噴水があった。 噴水の高さは約 2 m。
地 下 水 位	地盤面より 1.5 m
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴	田圃を砂で埋立てた。(昭和 46 年)
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	丸長商会 (東京タツノ製)
今後の掘返しの予定、施工業者	掘返して修理して使用する。掘返しはたぶん 8 月中頃以降。
備 考	振動中、タンクの横のアスファルト舗装が波打っていた。

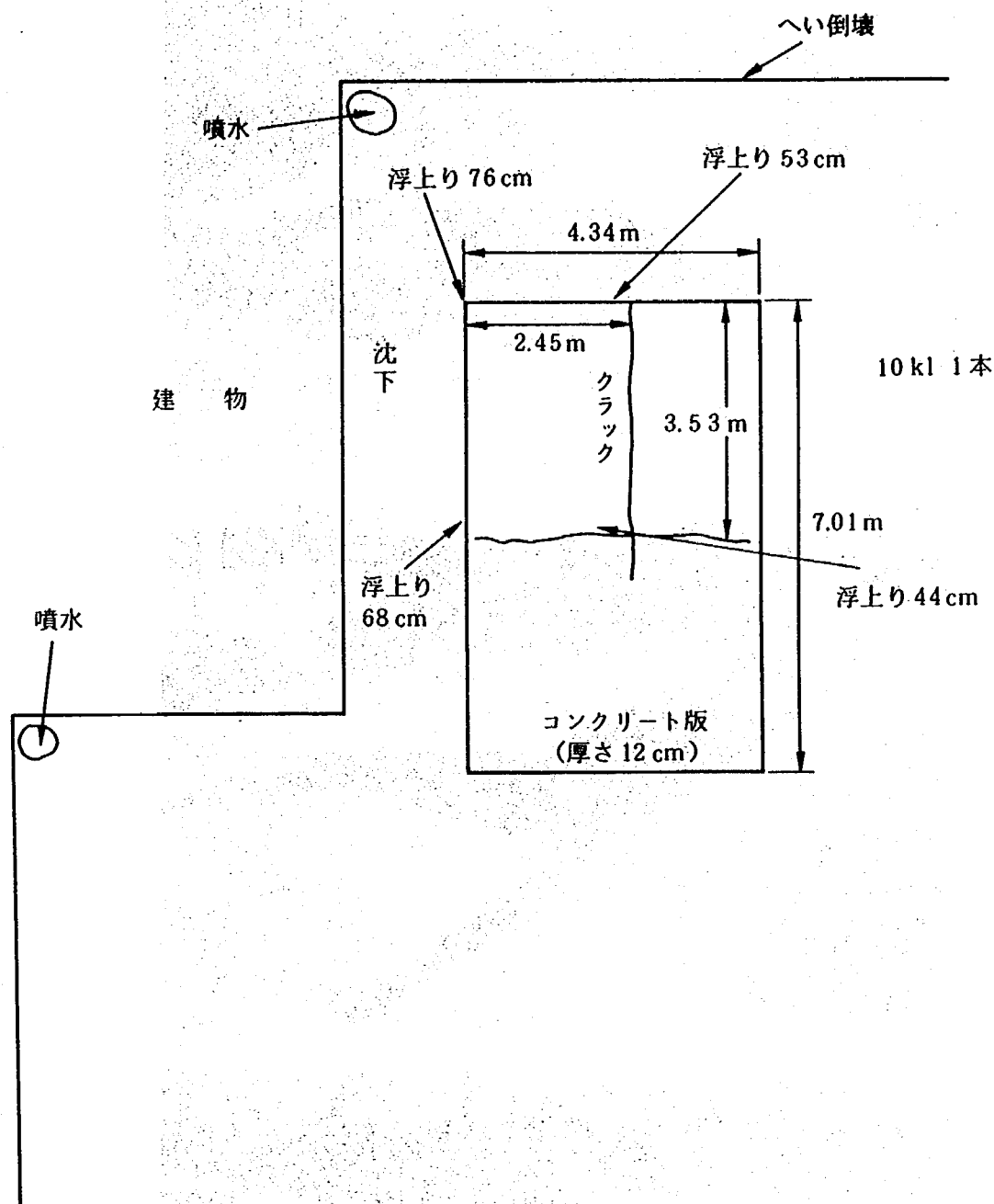




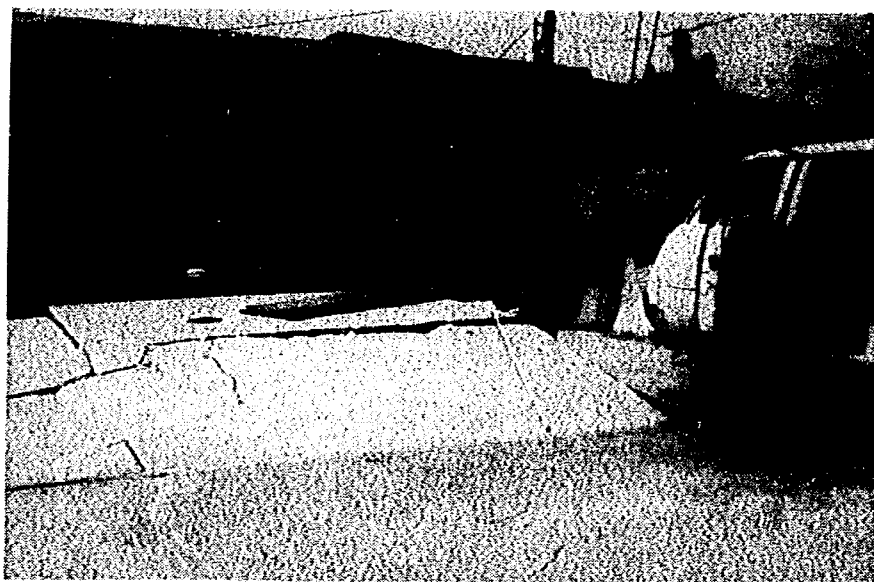
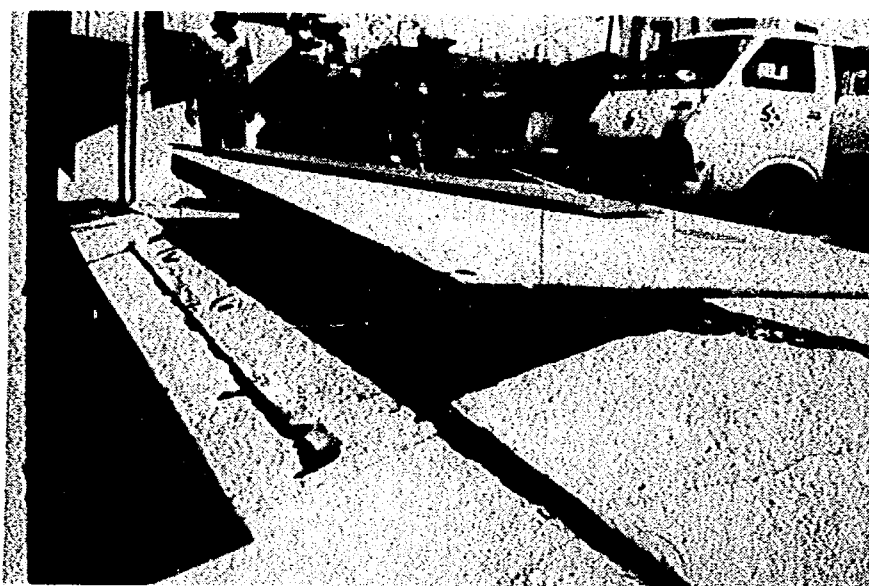
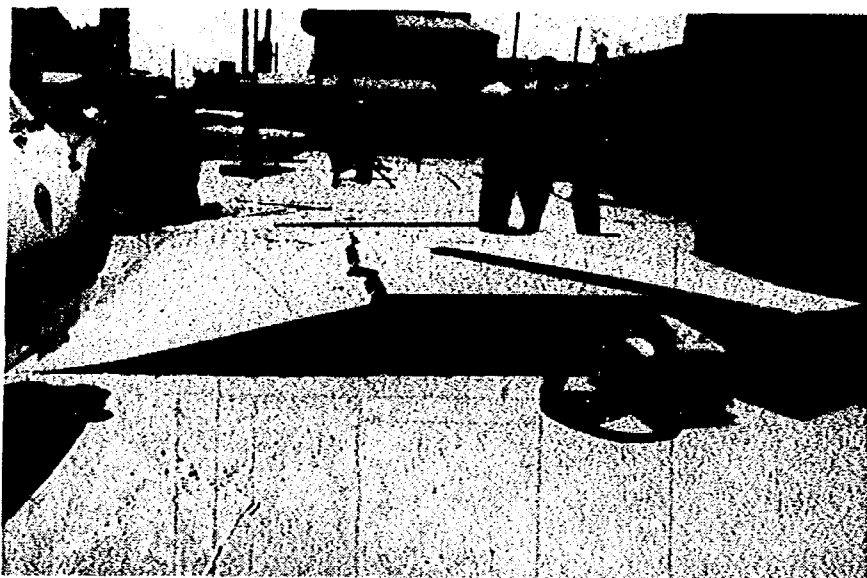
地震時に噴き出した砂

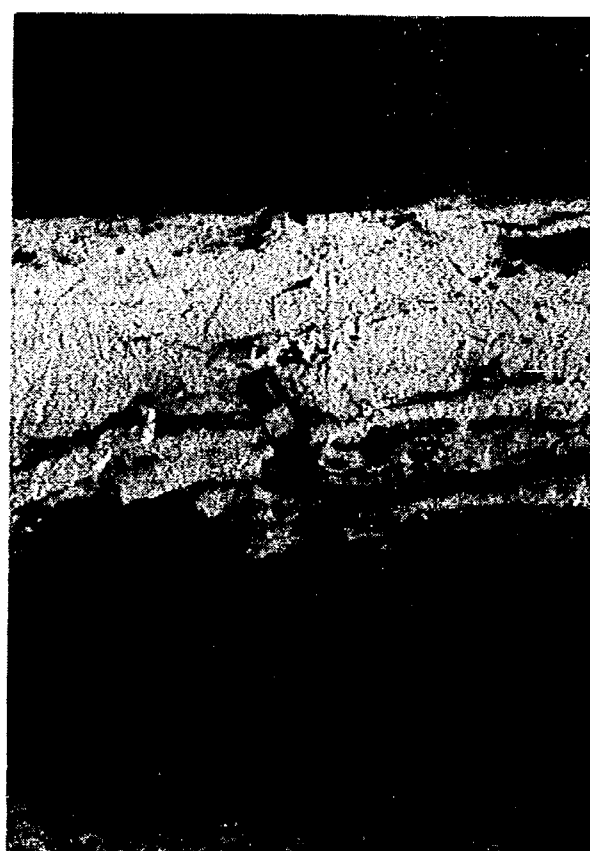


1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 8
所 在 地	秋田県能代市河戸川上大須賀 12 - 2
会 社 名	日光石油店 (共同石油)
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 2 3 9 8
タ ン ク の 種 類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10 kl 1 本 (6 kl 入っていた)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	44 ~ 76 cm
タンクの浮上りの状況	振動中に浮上った。
噴砂・噴水の状況	噴水はあった (高さ約 2 m) が、後に砂は残らなかった。
地 下 水 位	地盤面より 0.5 m
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴	昭和 38 年に田圃を埋立てた。
周辺の被災の状況	防火べい倒壊
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定、施工業者	7 月中旬頃に掘り返す。 東京タツノ秋田営業所。
備 考	



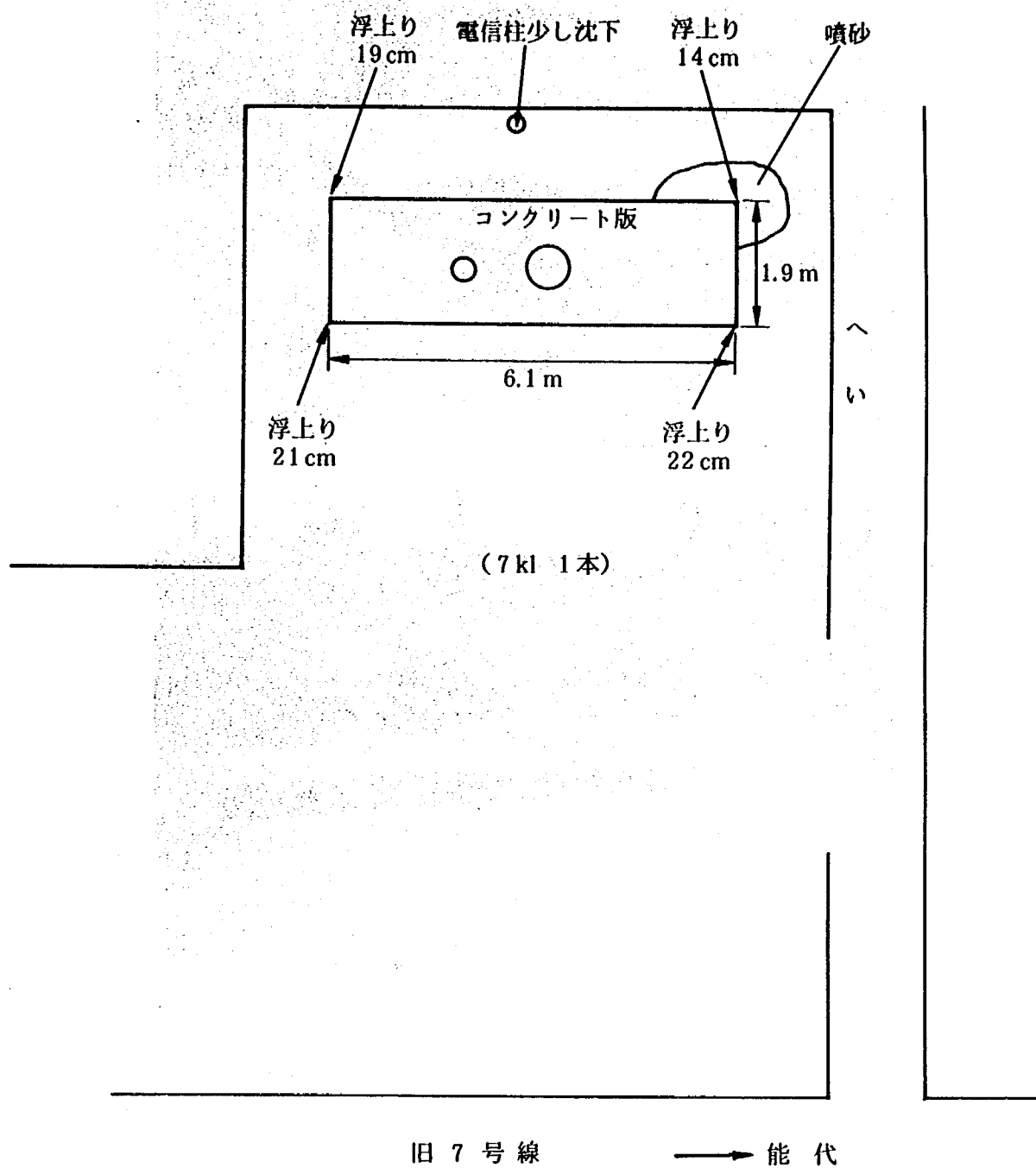
旧
7
号
線

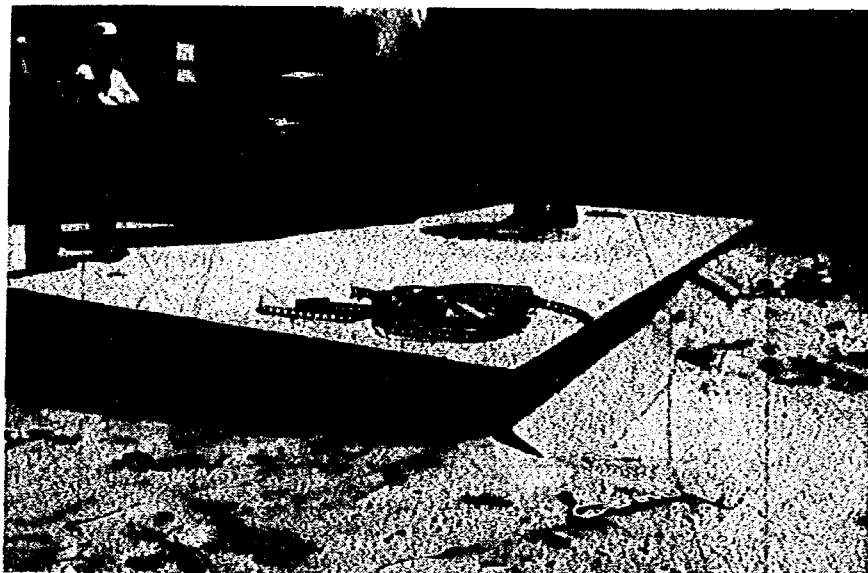




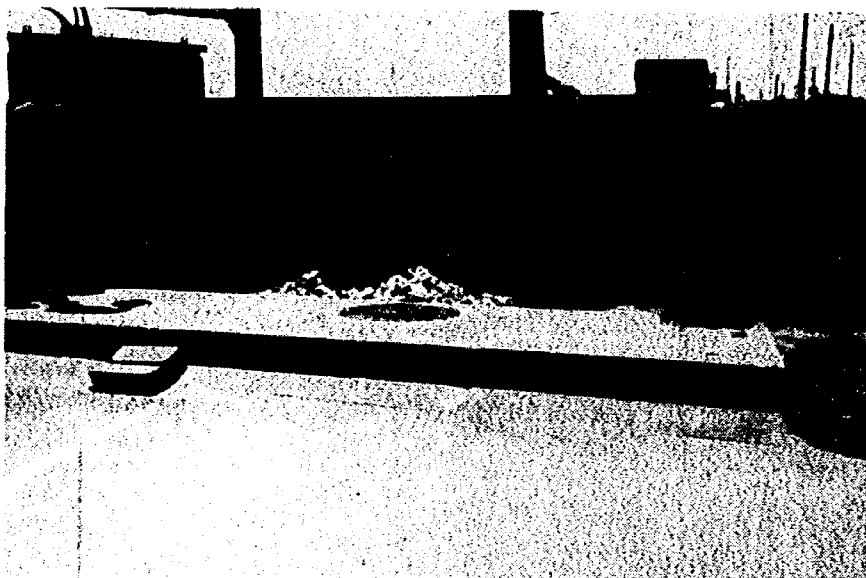
今回の地震によって被災した後にオイルタンクを掘り返したところ
銅帯を基礎に固定していたボルトが抜けている。

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 0 9
所 在 地	秋田県能代市河戸川字大須賀 5 0 - 1
会 社 名	能代自動車整備
電 話 番 号	0 1 8 5 - 2 - 1 3 1 1
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	7 k l 1 本 (半分ぐらい入っていた)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	14 ~ 22 c m
タンクの浮上りの状況	地震が終わった時には浮上っていた。
噴砂・噴水の状況	コンクリート版の 1 つの隈で噴砂があった。(高さ 1 m) 地震が終わると噴水は終わった。
地 下 水 位	地盤面より 0.5 m
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴	昭和 46 年にタンクを建設した。
周辺の被災の状況	付近の電信柱が少し下った。
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	掘り返す予定である。 塚本建設
備 考	

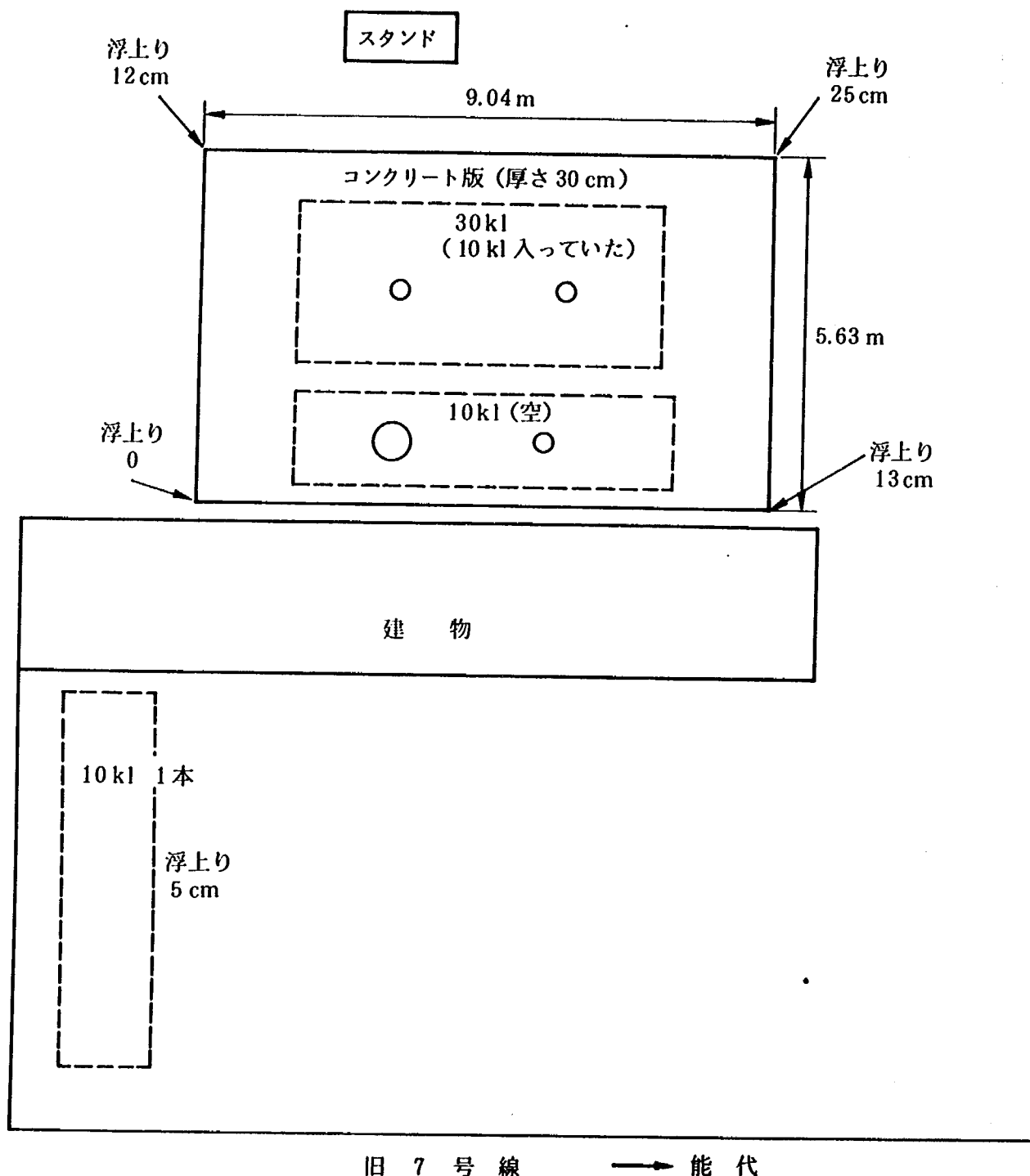


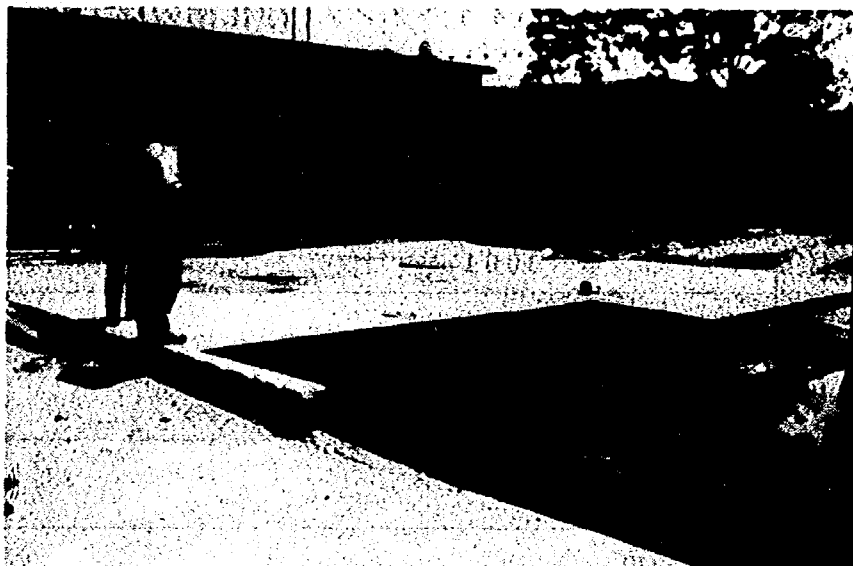


噴き出した砂が見られる

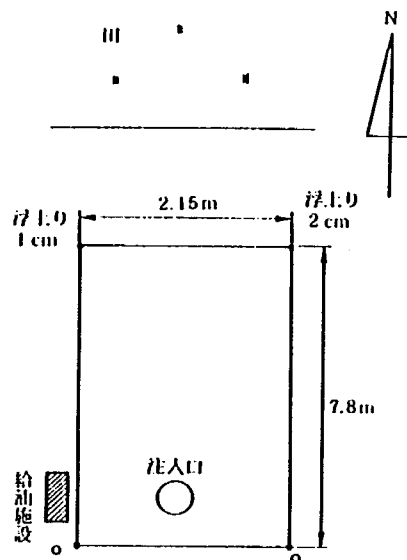


1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 0
所 在 地	秋田県能代市河戸川長沼布 23
会 社 名	昭石興業
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 0 1 2 7
タ ン ク の 種 類	オイルタンク
タンクの容量・本数	30 kl 1 本 (10 kl 入っていた) 10 kl 1 本 (ほとんど空)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	12 ～ 25 cm
タンクの浮上り の 状 況	
噴砂・噴水の状況	
地 下 水 位	地盤面より 0.5 m
地 盤 の 土 質	砂質土
埋 立 の 履 歴 ・	昭和 43 年か 44 年に埋立てた。 昭和 50 年にタンクを建設した。
周辺の被災の状況	特に被害なし。 旧 7 号に近い方の新しいオイルタンクは全く被害がなかった。
以前の施工業者	鈴木土建
今後の掘返しの 予定, 施工業者	
備 考	





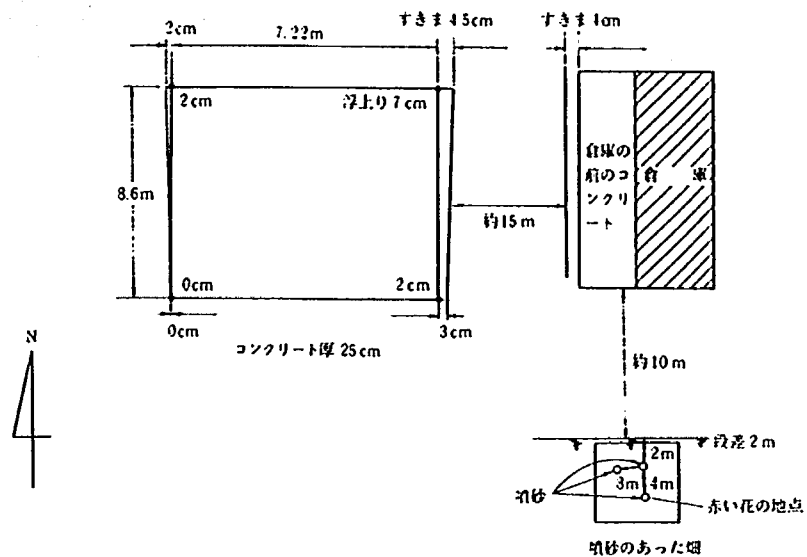
1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 1
所 在 地	秋田県能代市扇田字山下109
会 社 名	山一、東能代給油所
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 8 - 3 0 0 1
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	10kl (4.6kl 入っていた)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	1～2 cm
タンクの浮上りの状況	以前重油のタンクとして使用していたが、灯油にきりかえていた。地震後灯油に重油の色がついていたので、調査した。
噴砂・噴水の状況	な し
地下水位	田面から地盤まで約1m
地盤の土質	砂
埋立の履歴	昭和50年ごろ砂で埋め立て。
周辺の被災の状況	被害なし。
以前の施工業者	畠山工業所 ニツ井町 01857-3-2630
今後の掘返しの予定、施工業者	な し
備 考	



58. 7. 14 撮 影

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 2
所 在 地	秋田県能代市河戸川字中西山
会 社 名	国際運輸
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 7 7 2 2 or 1 6 4 0
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	推定 10kl 4年くらい前から使用していない。
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	7 cm
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	約 30 m はなれた畑で噴砂あり。
地下水水位	畑の地下水水位は約 50 cm。畑と国際運輸との高低差は約 2 m。
地盤の土質	
埋立の履歴	
周辺の被災の状況	ブロック塀が一部傾斜 タンク頂版のコンクリートと地盤のコンクリートの間にすきまあり。
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	
備 考	

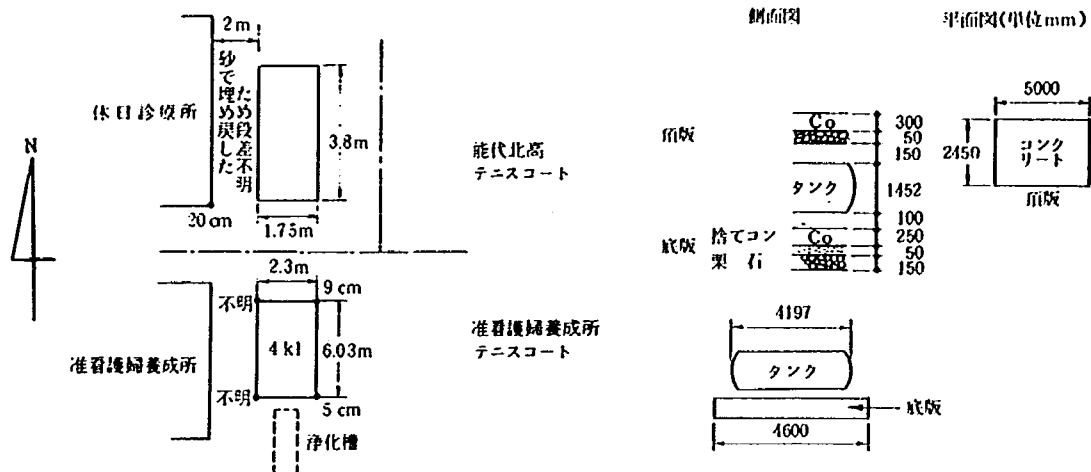
(平面図)



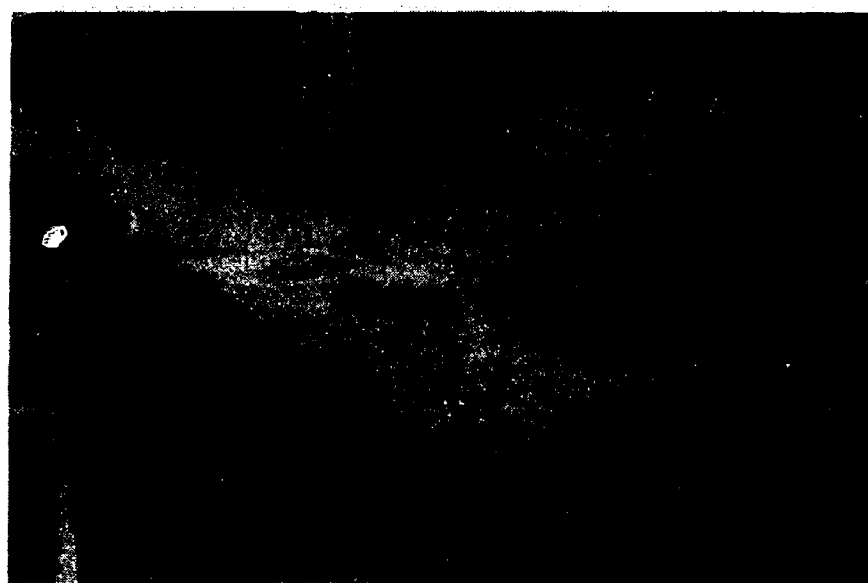
58. 7. 14 撮影

1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 3
所 在 地	秋田県能代市中川原33 - 44
会 社 名	准看護婦養成所
電 話 番 号	01855 - 4 - 3166
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	4kl (ほとんど空)
タンクの大きさ	図参照
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	准看護婦養成所のとなりの休日診療所のタンクの方が被害が大きかった。 しかし、休日診療所は休日以外人はいないので詳しい話はきけなかった。
噴砂・噴水の状況	隣接の能代北高のテニスコートで噴砂、噴水、クラック、沈下あり。
地下水位	地盤面より 2m 浄化槽ほり返し時測定 6～7月頃
地盤の土質	砂
埋立の履歴	52年度 開校
周辺の被災の状況	オイルタンクのとなりの浄化槽がオイルタンクより浮上った。 浄化槽は使用できなくなり、全部取り替えた。その際に頂版をコンクリートからアスファルトに変更。 地盤は約20cmぐらい沈下している。(建物との境界から推定) 休日診療所は配管がすべて使用不能になった。 准看テニスコートは北高のテニスコートより被害は小さくすべて修復されていた。
以前の施工業者	吉岡建設 (タンクは共立製作所)
今後の掘返しの予定、施工業者	(准看) そのまま使用
備 考	休日診療所 管理者 東能代広域県民センター(通称) TEL 01855-8-2614～5

(平面図)



テニスコート
噴砂のあと

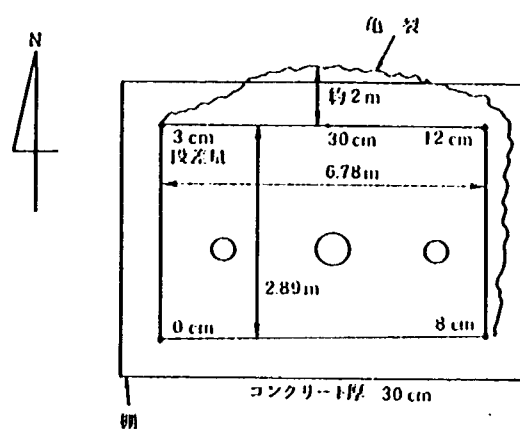


休日診療所の
タンク

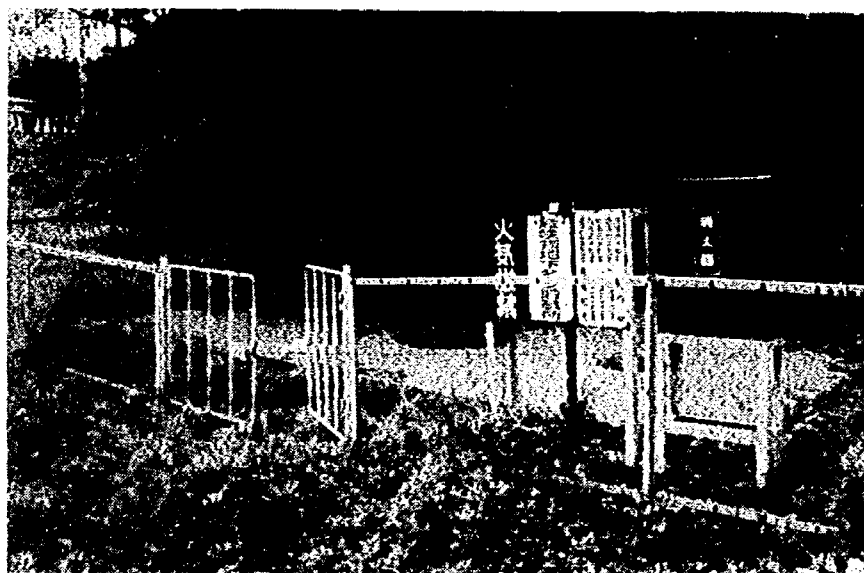
58. 7. 14 撮 影

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 4
所 在 地	秋田県能代市鶴形字戸草沢
会 社 名	国鉄鶴形駅
電 話 番 号	無人駅
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	15 k1 (内容量 不明)
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	段差 最大 30 cm (浮上ったかどうかは不明)
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	な し
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	53 年度 タンク設置 (冬期ポイント用)
周辺の被災の状況	タンクの周りの地盤が 15 cm ぐらい沈下している。 沈下により柵が変形している。
以前の施工業者	東北交通機械 0188-34-2168(ふじわら), タンク 吉田鉄工 0188-45-1177
今後の掘返しの予定, 施工業者	土砂を充填して使用
備 考	管理機関 秋田機械区 大館支区

〔平面図〕



ホーム



58. 7. 14 撮 影

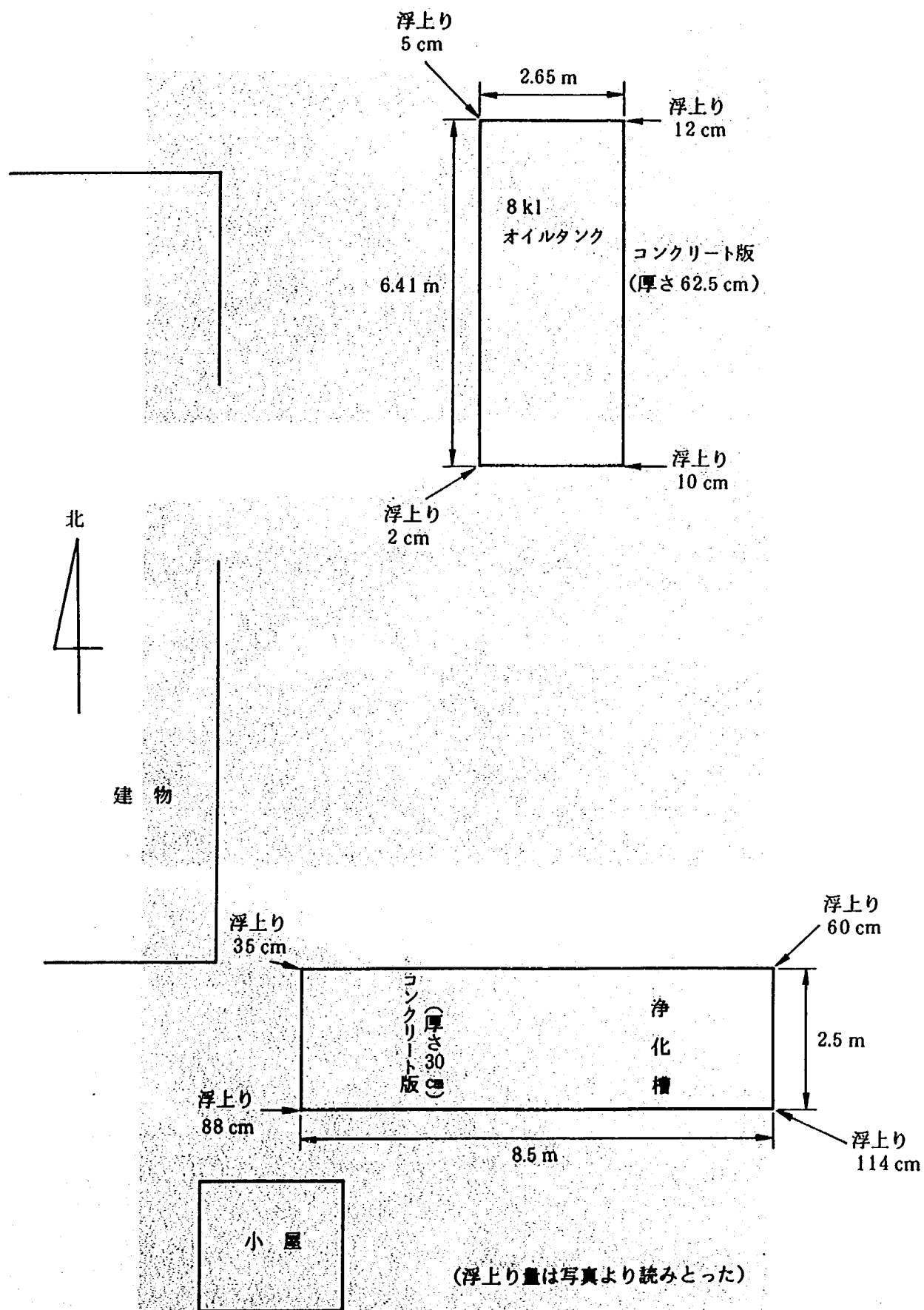
1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 5
所 在 地	秋田県能代市南元町58
会 社 名	アイケー
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 4 - 1 1 0 1
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	
地下水位	
地盤の土質	
埋立の履歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定、施工業者	
備 考	

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 6
所 在 地	秋田県能代市元町 8 - 3 0
会 社 名	信用金庫
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 4 - 6 0 2 5
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	
備 考	

1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 7 1
所 在 地	秋田県能代市東大瀬54-1
会 社 名	第四保育所
電 話 番 号	01855-4-6044
タ ン ク の 種 類	オイルタンク
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	
地 下 水 位	
地 盤 の 土 質	
埋 立 の 履 歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	
備 考	

1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 2 1 8
所 在 地	秋田県能代市緑町4-10
会 社 名	商業高校
電 話 番 号	0 1 8 5 5 - 2 - 3 2 3 1
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	
タンクの浮上りの状況	
噴砂・噴水の状況	
地下水位	
地盤の土質	
埋立の履歴	
周辺の被災の状況	
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定、施工業者	
備 考	

1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0301
所 在 地	青森県西津軽郡木造町大字筒木坂字鳥谷沢18-9
会 社 名	老人ホーム 柏風園
電 話 番 号	0173-45-3006 or 3007
タンクの種類	オイルタンク ・ 浄化槽
タンクの容量・本数	8kl 1本(6kl入っていた)
タンクの大きさ	浄化槽 直径 2.5m 長さ 8.5m (フジクリーン製)
タンクの浮上り量	オイルタンク 2~12cm, 浄化槽 1m
タンクの浮上りの状況	振動中に浮上った。 30°ぐらい傾いて浮上った。
噴砂・噴水の状況	浄化槽の近くで噴砂があった。 噴水の高さ1m
地下水位	地盤面より 1.3m (実測)
地盤の土質	砂質土
埋立の履歴	
周辺の被災の状況	地盤の沈下が見られた。
以前の施工業者	
今後の掘返しの予定, 施工業者	現在掘返し中。五洋建設, 中野厨房
備 考	



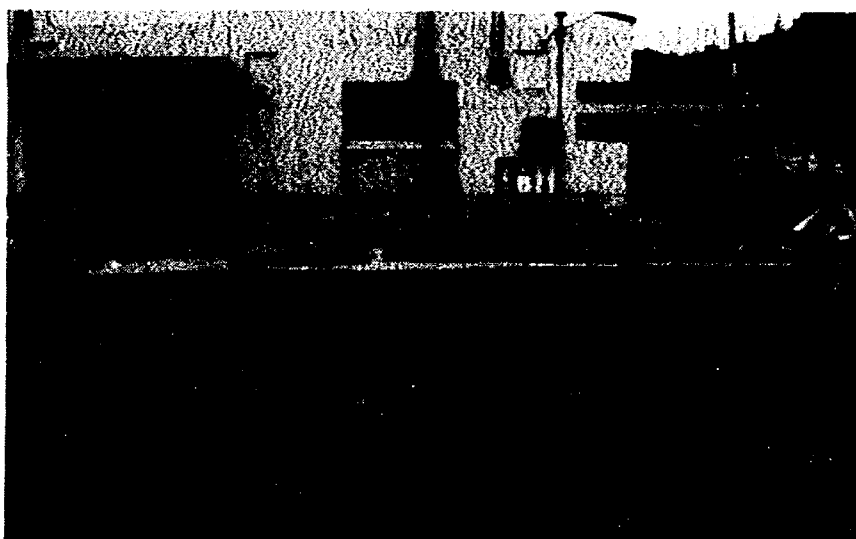




今回の地震によって被災した後に掘返したところ

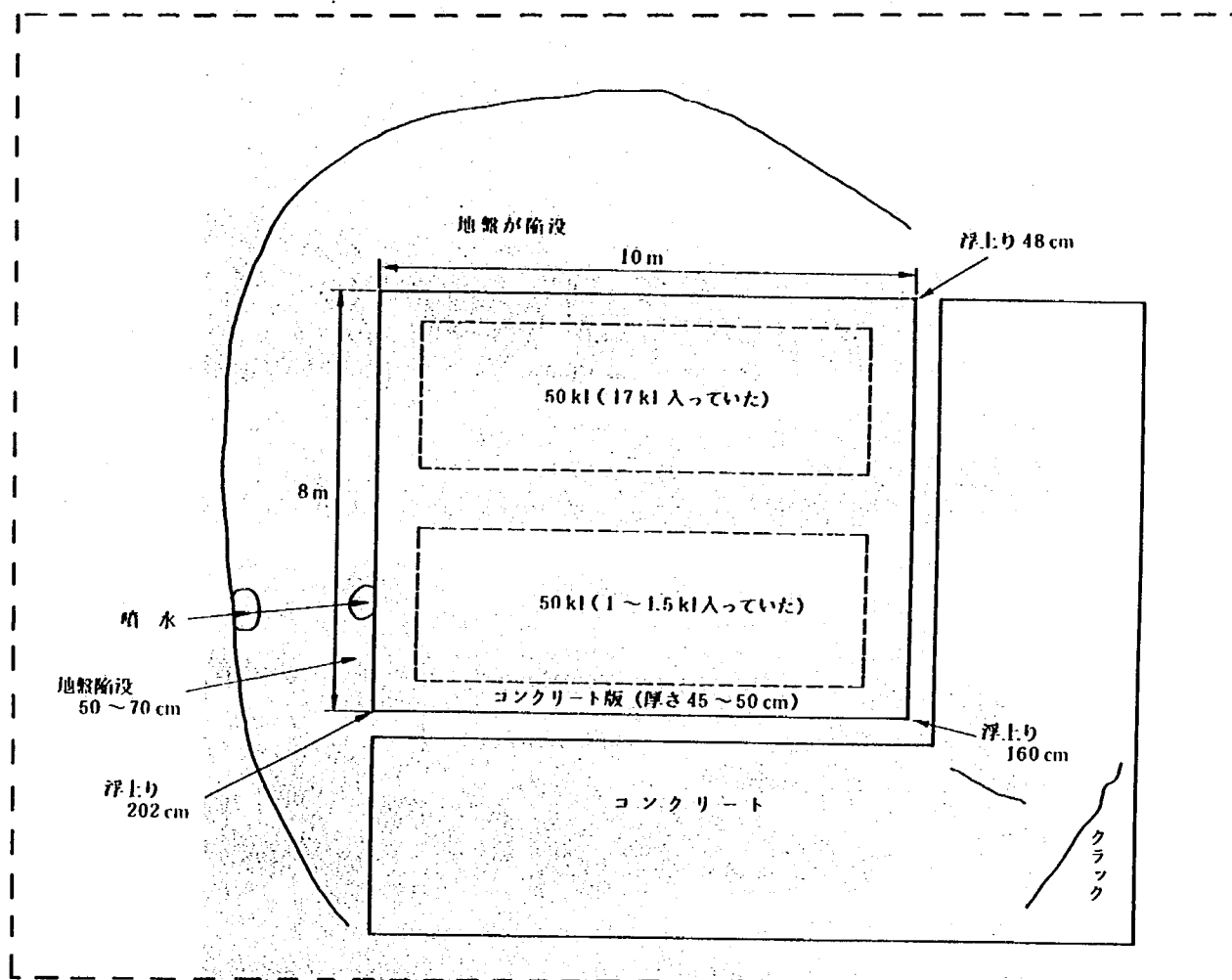


浄 化 槽

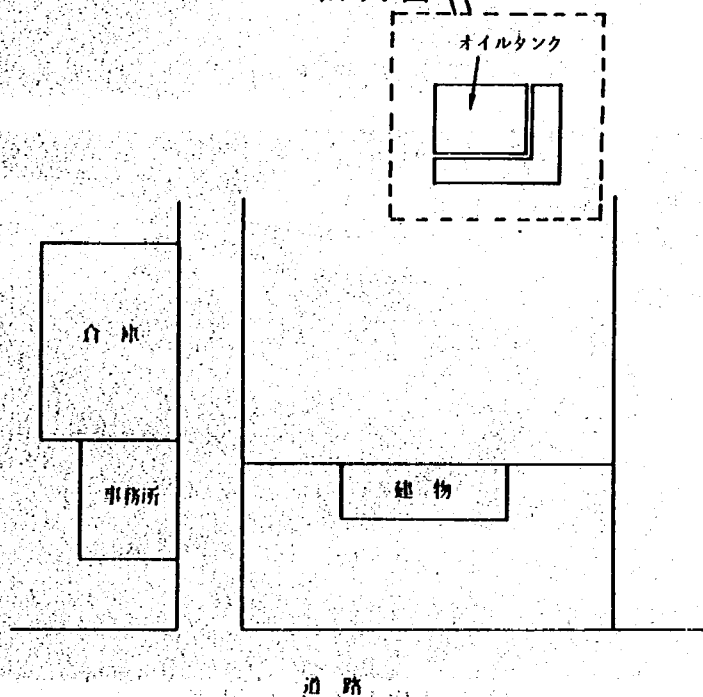


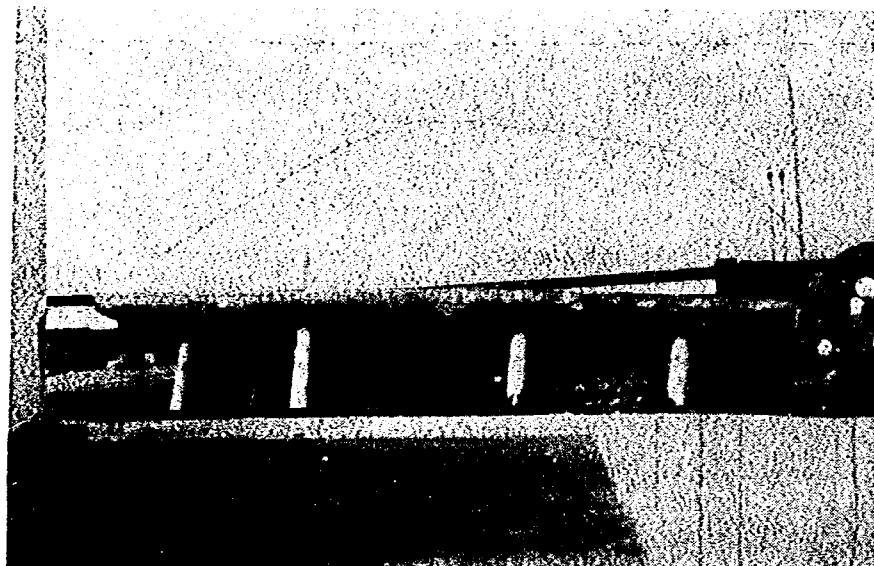
地下オイルタンクの浮上り

1983年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0302
所 在 地	青森県五所川原市広田字柳沼91
会 社 名	(株)角 弘, 五所川原燃料センター
電 話 番 号	0173-35-2244 or 35-5632 (渋谷)
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	50kl 2本(トキコ油器製 0177-34-6401) (0292-25-3813(水戸)原田, 03-491-9141)
タンクの大きさ	直径 3m 長さ 8m
タンクの浮上り量	2m(1~1.5kl入っていた), 60cm(17kl入っていた)
タンクの浮上りの状況	コンクリート版 10m×8m 厚さ 30cm コンクリートの台も一諸に浮上った。 同じ場所に30kl(20kl入っていた)と20kl(12~13kl入っていた)のオイルタンクがあったが浮き上らなかった。 バンドが切れていた。(58.7.26 電話確認)
噴砂・噴水の状況	噴水があった。 噴砂はなかった。
地下水位	地盤面より 1m
地盤の土質	砂質土
埋立の履歴	昭和42~43年に田圃を埋立てた。
周辺の被災の状況	へい, 建物の被害なかった。
以前の施工業者	今建設(倒産した)
今後の掘返しの予定, 施工業者	まだそのままおいてあり, 7月10日頃に掘り出す予定。 斉勝建設(吉沢) 35-2710
備 考	現地調査は行っていない。6月28日に電話でインタビューを行った。 雑誌「ガソリンスタンド」7月号(株)月刊ガソリンスタンド社刊に写真が載っている。



拡大図

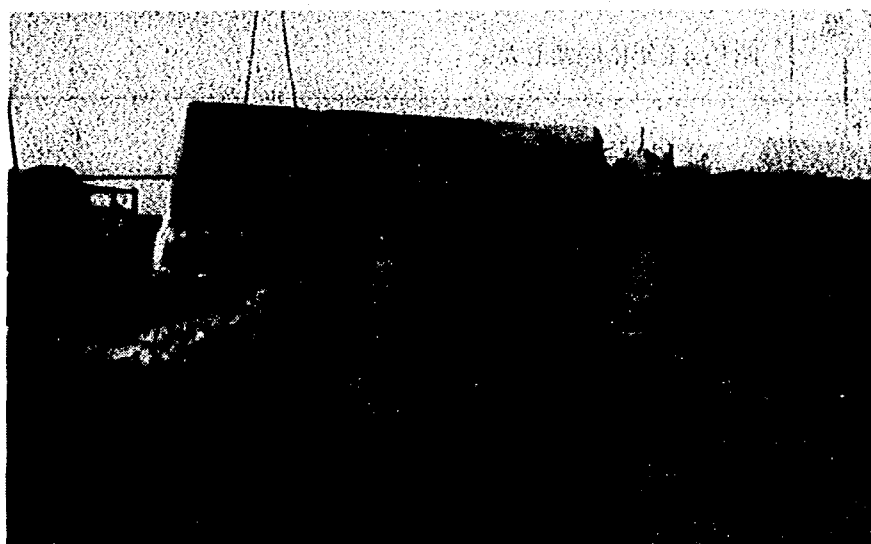




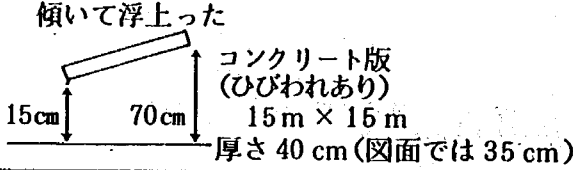
地震発生15分後に撮影

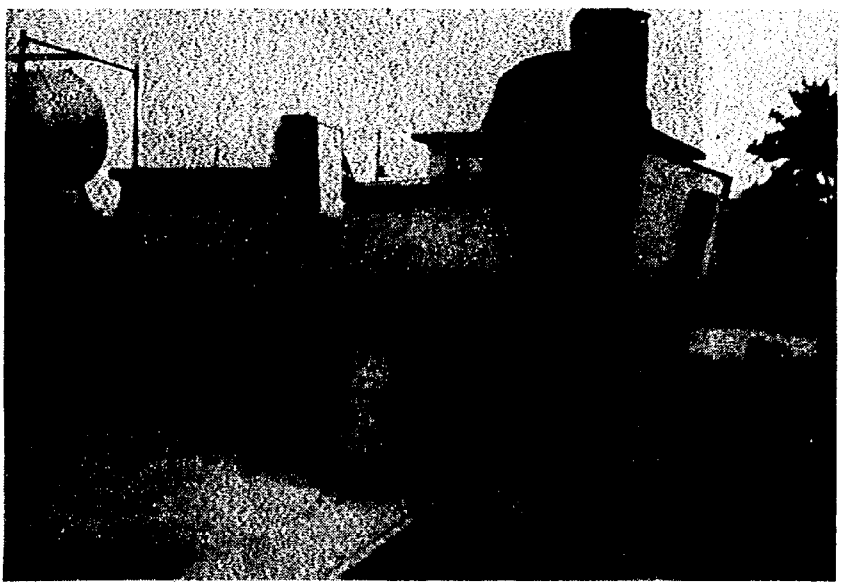
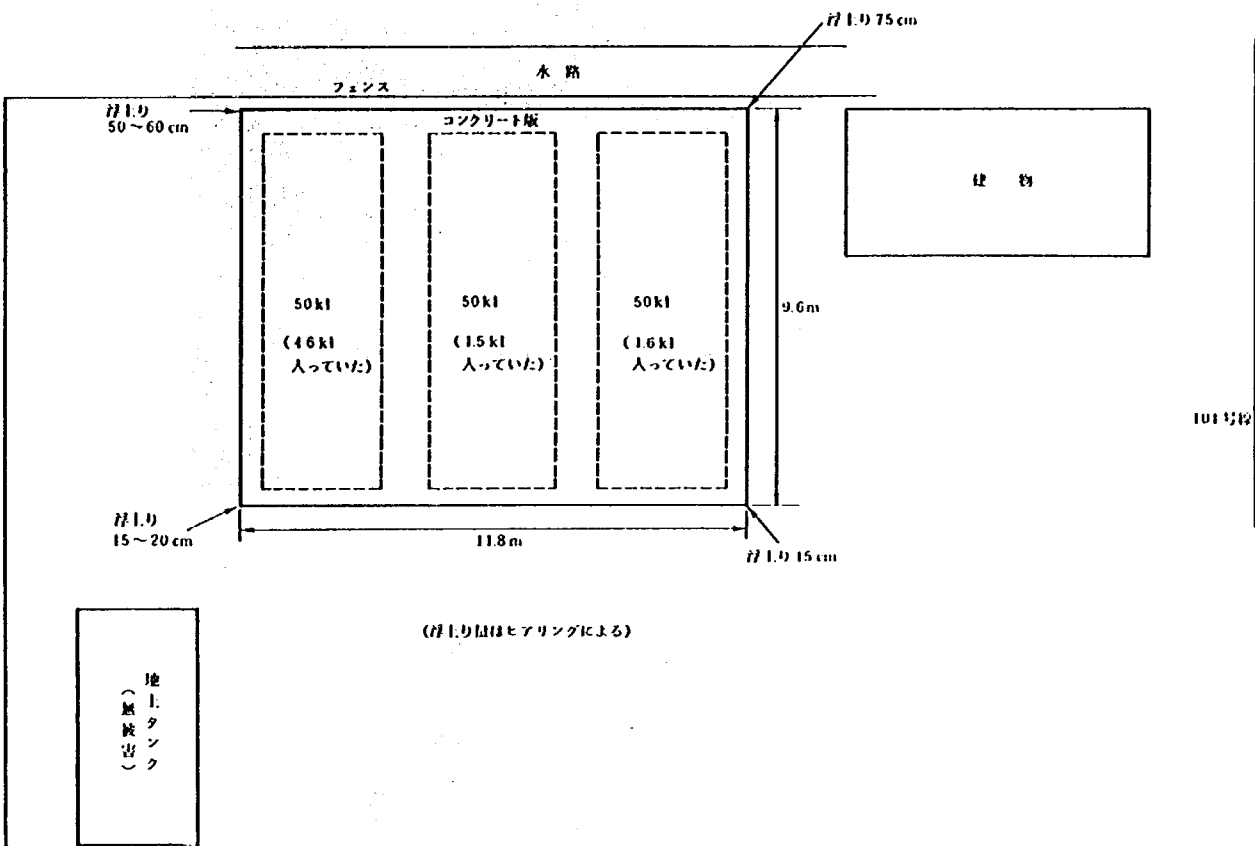


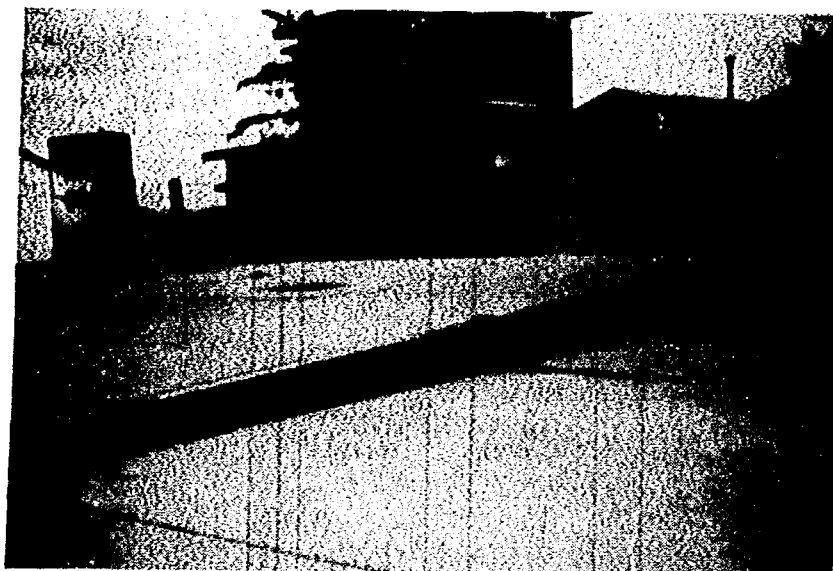
地震発生 15 分後に撮影



58. 7. 12 撮 影

1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 3 0 3
所 在 地	青森県五所川原市栄町 50 - 1
会 社 名	陸奥高压ガス (株)
電 話 番 号	0 1 7 3 - 3 4 - 3 0 2 7
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	50 kl 3 本 (東京タツノ製) 2 本 1.5 ~ 1.6 kl 入っていた。 1 本 46 kl 入っていた。
タンクの大きさ	直径 約 2.5 m 長さ 約 11 m
タンクの浮上り量	60 ~ 70 cm
タンクの浮上りの状況	空のタンクの方が大きく浮上っていたが余震によって同じくらいになった。タンクを止めてあるバンドが切れた。コンクリートの台および捨てコンは浮上っていない。 コンクリート版の上にシビックが 1 台乗っていた。 傾いて浮上った  深 さ 4.5 m 矢 板 10 m コンクリート
噴砂・噴水の状況	噴砂, 噴水はなかった。 以前施工したときに湧水があったため, 捨てコンで水を止め, 玉石を入れた。
地 下 水 位	地盤面より 1.0 m
地 盤 の 土 質	粘土質
埋 立 の 履 歴	田圃を埋立てた。 昭和 41 年に開業した。
周辺の被災の状況	へい, 建物の被害はなかった。
以前の施工業者	高杉建設
今後の掘返しの予定, 施工業者	6 月 28 日現在, タンクを掘り出して外に置いてある。施工中はずっと水中ポンプで排水している。高杉建設 (TEL 35-7467)
備 考	6 月 28 日に電話によるインタビューを行った。



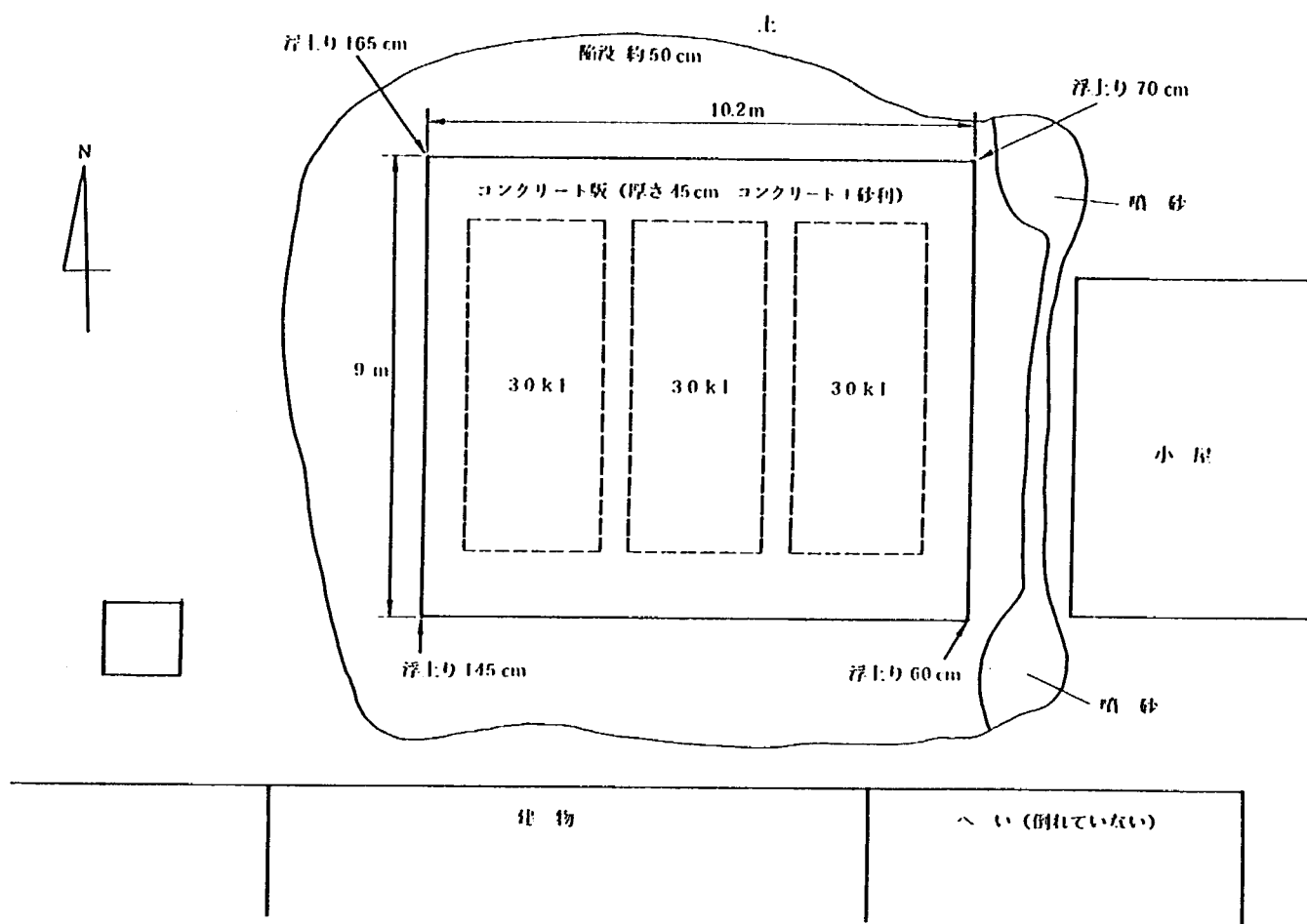




被災後 新しいタンクを設置する基礎



1983 年日本海中部地震によるオイルタンク・浄化槽の浮上りの実態調査	
資 料 番 号	0 3 0 4
所 在 地	青森県北津軽郡鶴田町大字境字里見 163 - 1
会 社 名	鶴田南農業協同組合燃料センター
電 話 番 号	0 1 7 3 - 2 2 - 5 7 7 2 (現地) 2 2 - 3 2 5 2 (本社)
タンクの種類	オイルタンク
タンクの容量・本数	30 kl 3 本 (トキコ製) (3 本で 600 l 入っていた) 灯油
タンクの大きさ	
タンクの浮上り量	1 m 10 cm
タンクの浮上りの状況	コンクリート版 7 m × 7 m ぐらい
噴砂・噴水の状況	噴水があった。 噴砂はなかった。 タンクの付近の地盤が陥没した。
地下水位	地盤面より 1 m
地盤の土質	砂質土
埋立の履歴	昭和 52 年に田圃を埋立てた。
周辺の被災の状況	へい、建物の被害はなかった。
以前の施工業者	経済連
今後の掘返しの予定、施工業者	そのまままだ残っている。
備 考	現地調査は行っていない。6 月 28 日に電話によるインタビューを行った。



58. 7. 12 撮 影

1983年日本海中部地震による
地中構造物の浮上りの被害

ISSN 0386-5878

土研資料第 2235号

昭和60年 5 月(1985)

谷口栄一・森下 義

キーワード：日本海中部地震，地中構造物，液状化，現地調査

要 旨

1983年5月26日に発生した日本海中部地震により，秋田・青森県の各地において地盤の液状化によって地下オイルタンクあるいは地下の浄化槽が浮上る被害が見られた。本報告は地盤の液状化によって被害を受けた地中構造物の現地調査結果，浮上りの被害のあった地下オイルタンクの浮上り量と，浮上りの安全率との関係についてまとめたものである。



郵便はがき

40円切手
をはって
下さい。

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

動土質研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 2235 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名



土研資料第 2235 号

1983 年日本海中部地震による地中構造物の
浮上りの被害

