

ける地盤沈下について

佐藤寛三*
荒田哲彌**

1. 緒 言

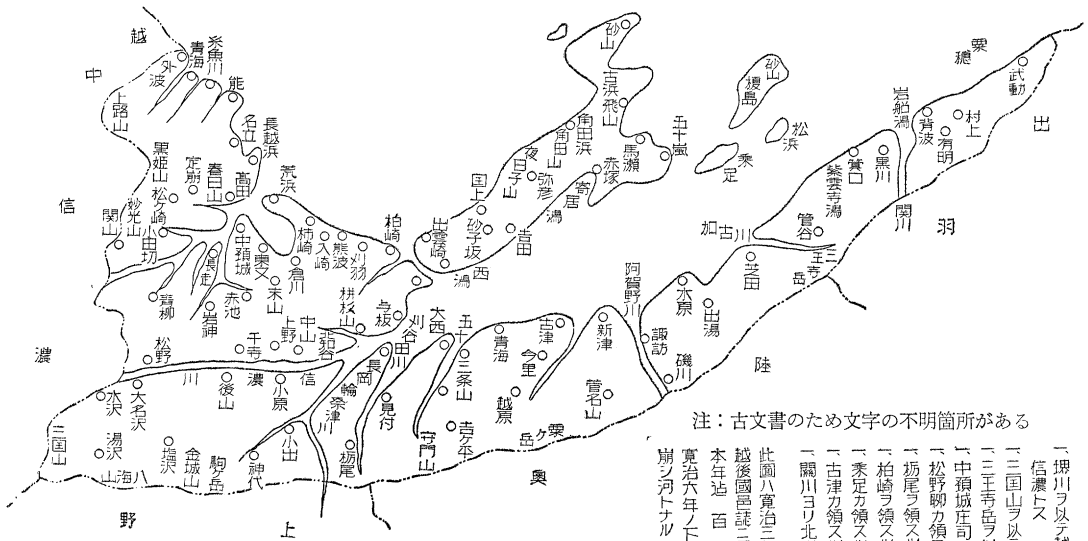
新潟市およびその周辺一帯は図-1のように約870年前までは海であり、信濃川、阿賀野川によつて新しく形成された土地で、新潟市はその河口に発達した。現在人口30万を越え新潟県の政治、経済、産業の中心都市であり、裏日本第一の都市である。なお、周辺一帯は、いわゆる越後平野でわが国唯一の穀倉地帯となつている。

新潟港の年間取扱貨物量は年々増加し、現在年間350万tに達しようとしている。港を中心にして製油、鉄工業、製紙、造船および化学工業などの工場地帯が発展し、その年生産額は454億円(昭和33年度調べ)に達し、

広範囲にわたつて浸水の被害が拡大し、発達途上にある新潟市の将来に不安を与え大きな問題となつている。

沈下の原因の調査および対策については2.以下に順次述べるが、これに関係した機関として、新潟市における関係官公庁および地元関係者で組織された「新潟地区地盤沈下調査委員会」が昭和32年9月に発足し、その後急激な沈下による被害の拡大にともない、その重大性にかんがみ政府においては科学技術庁資源調査会の中に「地盤沈下特別委員会」を昭和33年4月に設置し調査を始め、その結果が後述のように報告された。なお現在は政令にもとづき経済企画庁に「地盤沈下対策審議会」が設けられ全国的な問題として総合的に審議が続けられ

図-1 往昔越後之国図



注：古文書のため文字の不明箇所がある

- 「堀川ヲ以テ越中ノ堺トス
- 「信濃トス
- 「三国山ヲ以テ上野信濃
- 「三王寺ヲ以テ奥羽出羽越後三ヶ国ノ堺トス
- 「中根城庄司カ跡カ領入ル所方二十里預城郡トス
- 「松野跡カ領入ル所方千里天沼郡トス
- 「坊尾カ領入ル所方千里越郡トス
- 「柏崎カ領入ル所方千里三島郡トス
- 「桑定カ領入ル所方千里桑定郡トス
- 「古津カ領入ル所方四十里蒲原郡トス
- 「關川ヨリ北岩船郡トス
- 「此圖ハ寛治三十七月源頼朝ノ家臣三郎兵衛慶隆之
- 「越後國誌一見ヘタリ文政十年迄七百三十九年寺即子
- 「本年迄 百 年ヲ経過セシモノナリ
- 「寛治六年ノ下ヨリ角田浜古湯
- 「堀島大波 寺打
- 「崩シ河トナル
- 「奥
- 「野
- 「陸
- 「羽
- 「出
- 「黒倉山ヲ以テ

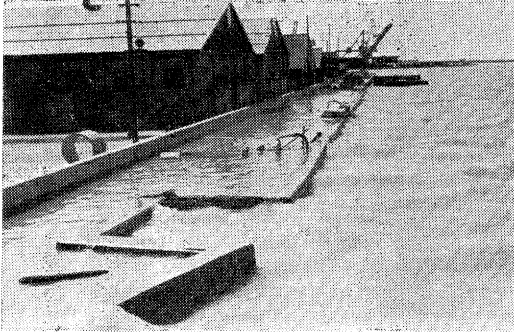
県内工業の約30%を占めている。とくに昭和29年頃から越後平野一帯に豊富に埋蔵されている天然ガスの開発が、新潟市を中心にして進められ、大規模なガス化学工場がつきつぎと建設され、その発展はすばらしいものがあつた。しかるに昭和30年以降新潟市およびその周辺に急激な地盤沈下が起こり、港湾、海岸、河川の施設は沈下し、住宅地、工場地帯など

* 正員 新潟県土木部長
** 正員 新潟県土木部港湾課

新潟港西突堤（左半分はこう上ずみ、右側は沈下したままの状態）



C 埠頭

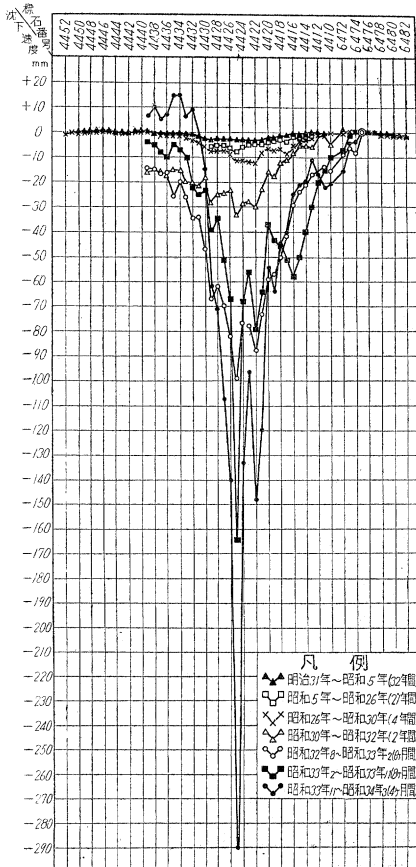


ている。

2. 沈下の現況

新潟市およびその周辺の地盤沈下が顕著に現われてきたのは昭和 30 年頃からであるが、明治 31 年から建設

図-2 一等水準点年平均沈下速度図



省地理調査所で行なわれていた一等水準測量によると図-2のように新潟市関屋(4425)では明治31年から昭和5年までは年間約4mmの沈下が認められ、昭和26年および昭和30年の測量では、それぞれ年間8mm、12mmとなり、さらに昭和32年、33年、34年の測量結果では年間34.4mm、174.9mm、278.7mmに加速している。昭和32年8月以降二等水準点を増設し、測量を継続しているが、昭和34年3月の測量によると図-3のごとく港湾地帯の沈下が最も大きく、1日当たり1.4mm(年間50cm)に達し、その他の広い区域も激しい沈下を示している。

図-4は昭和33年2月から昭和33年11月までの1日あたり沈下速度と昭和33年11月から昭和34年3月までの1日あたり沈下速度の比を示しているが、内野地区および松浜地区では沈下速度は2倍に加速され、新潟地区一帯も加速の傾向を示している。

沈下は港湾地帯が最も大きく、年間沈下量は最大50cmにも達し、表-1のごとく東京、大阪、尼ヶ崎などに比較して非常に大きく、1日あたり沈下量0.2mm(年間7.3cm)以上の区域は約70km²におよび新潟市の大部分がふくまれる。

表-1 各地の最大沈下速度比較表

地名	場所	沈下速度	時期	備考
新潟	港頭地区	cm/year 51.0	昭和33年11月 昭和34年3月	
東京	江戸川区小松川	19.5	昭和8年	資源データブック第8号
大阪	西淀川区出来島町	21.5	昭和14年	地盤沈下調査資料
尼ヶ崎	尼ヶ崎東高州	19.4	昭和32年	尼ヶ崎地盤水準測量成果

図-5は一等水準点および港湾、河川の施設の築設当初からの総沈下量を示す。これによると、西突堤が最も沈下が激しく2.3~2.7m、臨港埠頭は2.0m、さらに導流堤は1.5m沈下し、旧施設は完全に水中に没している。

3. 調査について

地盤沈下調査として行なってきたおもなものは沈下量および沈下の範囲を知るための水準測量、沈下が地下のどの部分でどんな割合で起きているか、および地下水位の変化を見るための観測井による調査およびその他関連調査等である。

(1) 水準測量

地理調査所の一等水準路線は新潟の海岸線に平行な国

図-3 1日沈下速度図

(昭和33年11月~34年3月間)

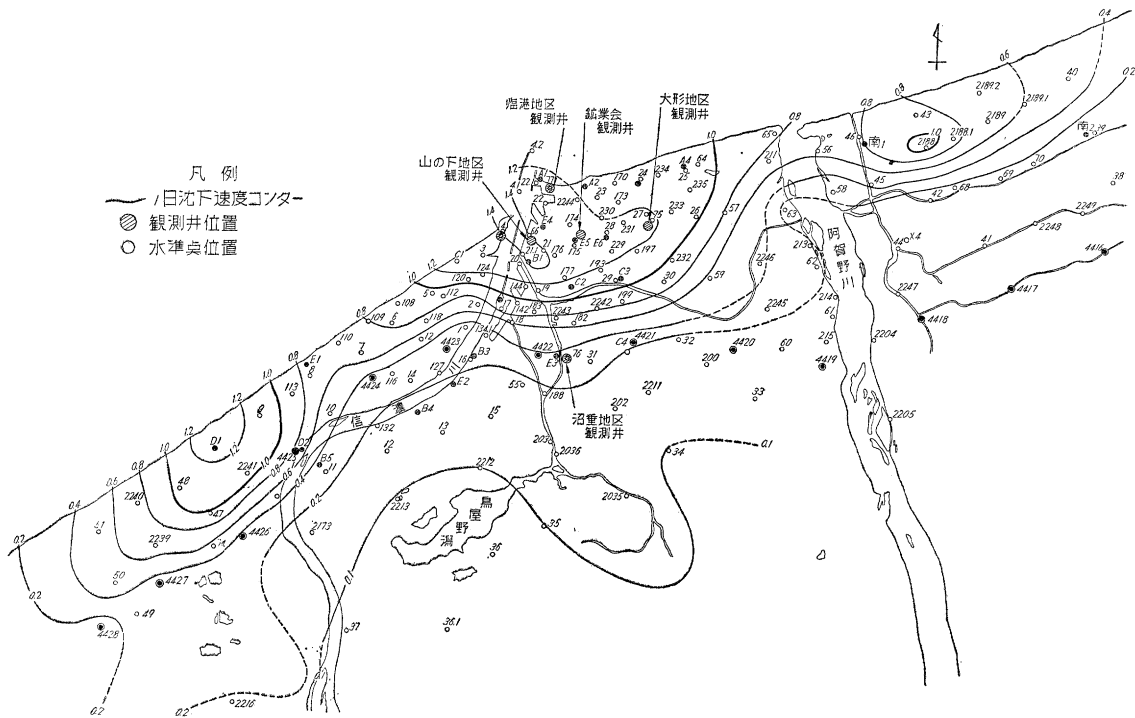


図-4 沈下速度変化図(概算成果)

(昭和33年2月~33年11月(A) } 間1日沈下
昭和33年11月~34年3日(B) } 速度比 $\frac{B}{A}$)

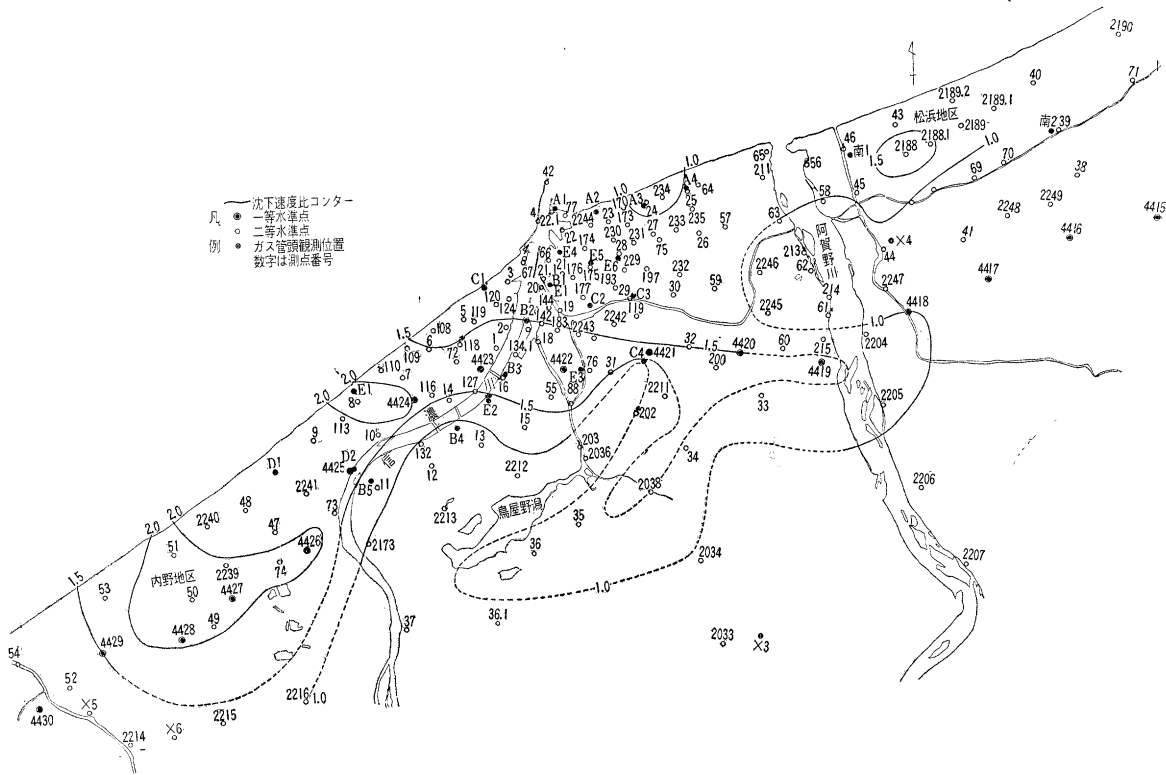
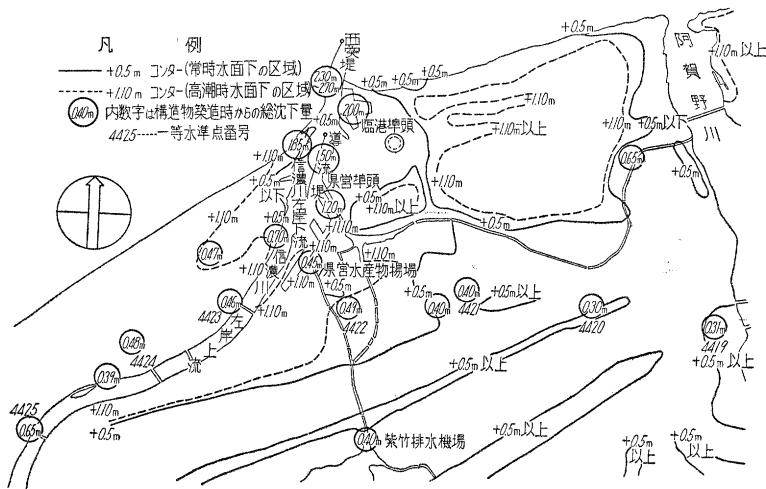


図-5 昭和 34 年 10 月推定地盤高図および総沈下量図
(地盤高の推定は昭和 33 年 11 月～34 年 3 月間の沈下速度にもとづく)



道に沿って設置されており(図-6)、明治 31 年から測量が続けられているが、昭和 32 年 8 月に地盤沈下の調査を始めてから順次水準点を増設し、現在は図-6 のようになっている。このうち沈下の激しい新潟市およびその周辺は年 2 回、さらにその背後地についてはそれぞれ 1 年および 2 年周期で地理調査所において実施される計画になっている。

現在までの実施状況を示すと表-2 のとおりであるが、昭和 32 年 8 月から昭和 33 年 6 月までは新潟県および新潟市の委託で、それ以後は地理調査所の事業として測量が続けられている。測量に際して基準点(仮定不動点)として、地盤の安定している新潟田市住田地内の一等水準点 No. 6475 が使用されている。測量結果については前述のとおりであり、第 7 回測量は 1 年周期の地域を昭和 34 年 8 月から 10 月に実施され、近くその成果が発表されることになっている。

(2) 観測井による調査

水準測量で地表面の沈下量は知ることができるが、この沈下が地層のどの部分でどの程度起きているか、および地下水位の変化を調べる目的で観測井を設けた。

構造は図-7 のように、二重管とし、管底が自重によつて局部的に沈下するのを防ぐため、砂礫層に立てて、内管の抜け出しによつて、観測井の管底より地表までの収縮が測定されるようになっている。

観測井の位置、深さ、および観測開始は図-3 および表-3 に示すように山の下地区(運輸省所管)に 6 本沼垂および大形地区(通産省所管)に 3 本を中心に全部で 13 本設置されている。図-8 の土質図で G₂, G₃, G₄, G₅, は砂礫層(ガス水くみ上げ層)であり、ここが観測井の基礎となつており、610 m (G₅ 層)の収縮量から、380 m (G₄)の収縮量を差し引けば、610~380 m 間の地層の収縮量を知ることができる。

山の下地区の観測井の記録の月平均沈下量と水位の関係は、図-9 にまとめてあるが、これで見ると地下水位の低下したときは沈下量が増し、地下水位が上昇するときは、沈下量が減少すること、および沈下量の大部分が 380 m 以深に認められることがわかる。

なお 12 月の沈下量が特に変化しているのは、自記記録計の取りかえを行なつたためであると思われる。

(3) その他の関連調査

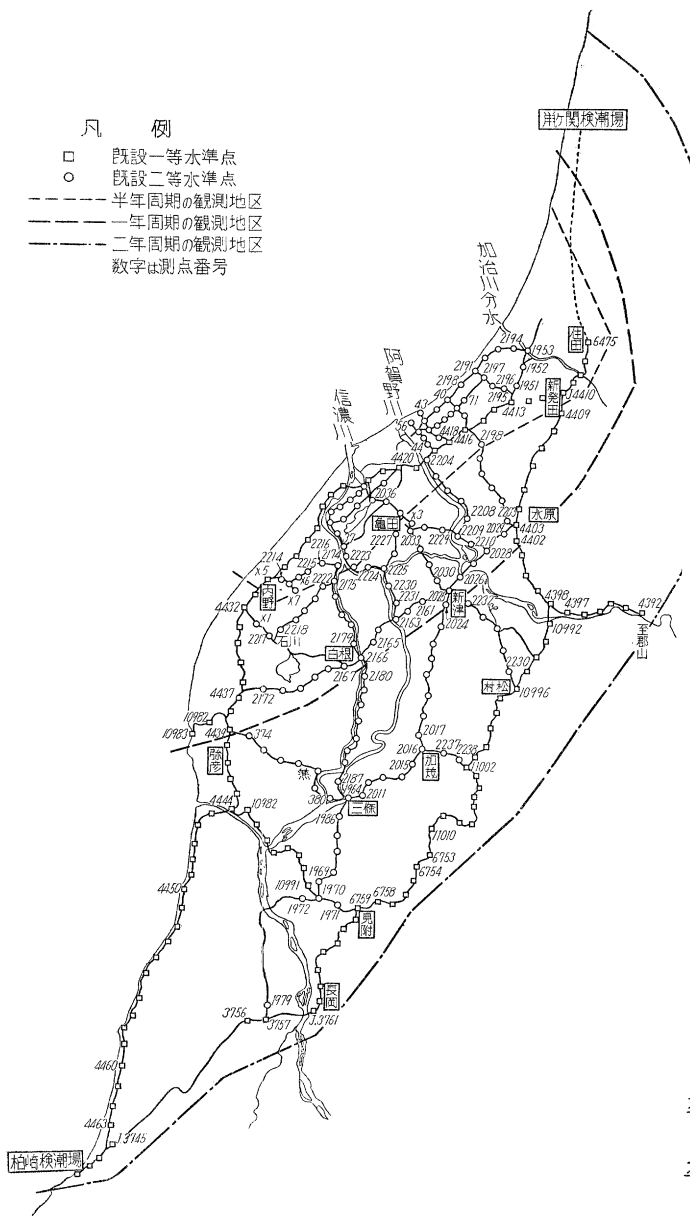
そのほかの関連調査として行なつたものは主として次の 6 つであるが説明は省略する。

- a) 潮位観測
- b) 重力測定
- c) 水平変動調査
- d) 土質調査
- e) 地形学的調査
- f) 地下水調査

表-2 地盤沈下調査水準測量実施表

測量回数	測量年月日	周 期	測 点 数		作 業 量		摘 要
			一等測点	二等測点	一等ルート	二等ルート	
第 1 回	昭和 32 年 8 月	6 カ月	34	63	58 km	81 km	県、市の委託による
第 2 回	昭和 33 年 2 月	〃	25	84	48	96	〃
第 3 回	昭和 33 年 6 月	6 カ月中の一部分のみ	8	35	15	34	県、市の委託による(山ノ下区域のみ)
第 4 回	昭和 33 年 11 月	2 カ年	134	231	379	321	地理調査所の事業として行う
第 5 回	昭和 34 年 3 月	6 カ月	36	185	56	203	〃
第 6 回	昭和 34 年 5 月	6 カ月中の一部分のみ	—	41	—	32	地理調査所の事業所として行う(山ノ下ガス坑井休止区域のみ)
第 7 回	昭和 34 年 9 月	1 カ年	119	258	235	370	地理調査所の事業として行う

図-6 新潟地盤沈下調査一、二等水準路線図



東海岸の護岸

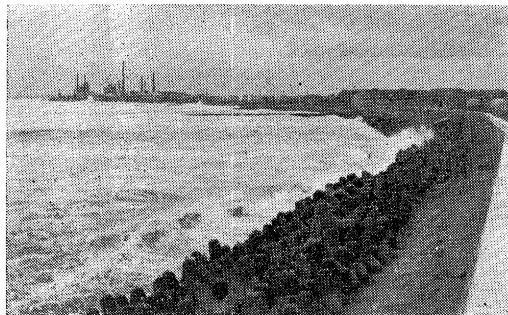


図-7 (a) G₆層観測井構造図

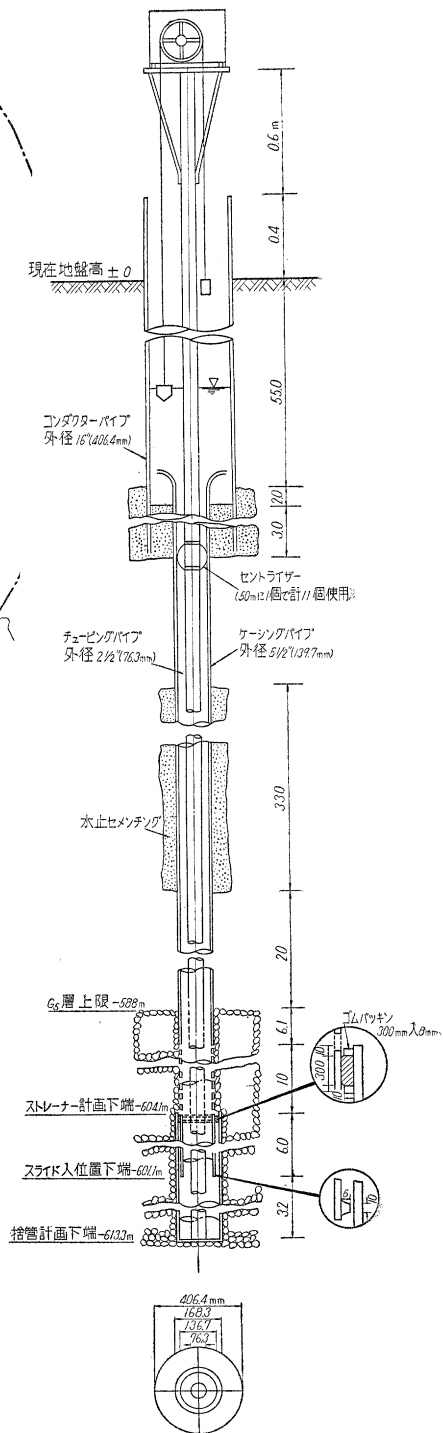
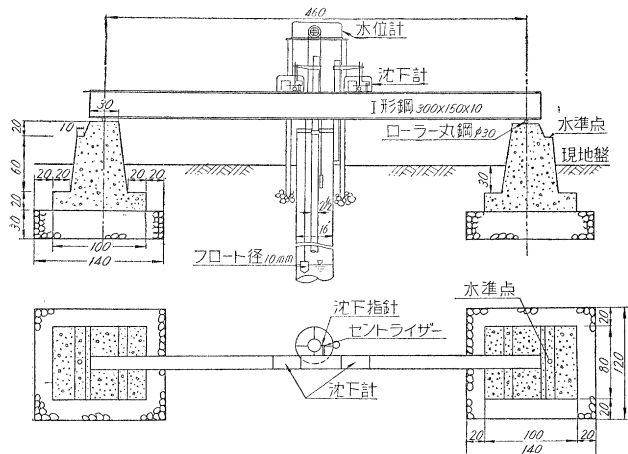


図-7 (b) 観測機構詳細図



高潮による臨港埠頭の越水状況
(昭和 33 年 12 月 10 日)



表-3 観測井一覧表 (昭和 33 年 3 月現在)

坑井名	所	管	観測開始年月日	設置箇所
山ノ下 1190 m	運輸	省	昭 34. 5.19	新潟市浜町
610	"	"	昭 33. 6. 8	"
490	"	"	昭 34. 7.14	"
380	"	"	昭 33. 7.23	"
260	"	"	昭 33. 9. 1	"
20	"	"	昭 33. 6. 1	"
山田町 130	"	"	昭 33.11. 1	新潟市山田町 2 丁目
20	"	"	昭 33. 7. 4	"
臨港 30	"	"	昭 34. 3. 1	新潟市臨港町
沼垂 560	通産	省	昭 34. 3. 1	新潟市山木戸東新潟中学校々庭
大形 520	"	"	昭 34. 3. 5	新潟市河渡
440	"	"	昭 34. 3.19	"
鉱業会 550	天然ガス鉱業会	"	昭 34. 3. 1	新潟市山ノ下秋葉通 2 丁目

沈下速度を増して、昭和 33 年にはかなりの範囲が 1 年間に 20 cm 以上も沈下し、特に激しい地区では 1 年間に 40 cm 以上も沈下する異常な事態となりました。

被害は日を追って深刻となり、沈下原因の究明が強く要請されるに至つたのであります。資源調査会においては、昭和 24 年から、地盤沈下による災害を防止するための基礎的調査を始め、昭和 29 年には、東京、大阪、尼ヶ崎などの地盤沈下原因は地下水圧の低下にあるという旨の報告を行なつた事がありました。新潟の地盤沈下についても一般的試料を収集しつゝありましたところ、最近の異常な事体を知るにおよび、新潟関係の調査は特に緊急に促進すべきであると考えまして、昭和 33 年 3 月 25 日に新潟地盤沈下特別委員会を設け、すでに発足していた現地の調査機関を始め、各方面の協力を得て、沈下の実態を究明しつゝ恒久対策に資するための調査を開始いたしました。

昭和 33 年 6 月 24 日には、科学技術庁資源調査会報告第 5 号「新潟地盤沈下の現況に関する中間報告」を提出し、調査の方針を明らかにすると共に、当面の応急対策が調査と並行して実施されるよう要望し、その実現方を見ました。

その後 1 年間、当初の調査計画に基づいて順次調査を進めて参つたのであります。

水準測量は昭和 32 年 8 月と、昭和 33 年 2 月に実施されていましたが、更に昭和 33 年 6 月と、10 月と、昭和 34 年 3 月とに繰返され、どの地区で沈下が加速されつゝあるかが、かなり明瞭になりました。

観測井は全部で 12 坑が設置され、地層収縮の立体的状況が次第に判明されるにいたりました。

その間に、天然ガス坑井の休止に伴う地下水位 および地層収縮量の変動状況も観測されました。

地質および土質に関する調査が行なわれ、これと並行して、潮汐、気象状況、港湾液状化等についての関連調査も行なわれてきました。

かくして、これら一連の調査計画がようやく軌道にのり、ある程度の結果が得られましたので、特別委員会では各員の見解を集め別記のごとき報告として資源調査会に提出されました。

資源調査会はこの報告の内容について検討を加えたとともに、本件の取扱ひ方について慎重に審議を行いました。

その結果、調査の現段階においては、まだ明らかでない点

4. 沈下の原因について

3. の調査については、すべて地元の「調査委員会」と、科学技術庁の「特別委員会」の両委員会での調査の方針および方法について、十分検討の上実施されたものである。

これらの調査資料にもとずき、「特別委員会」では現在までの調査内容を取りまとめ、「資源調査会」に原因についての報告を行ない、資源調査会では、昭和 34 年 6 月 24 日次のような調査報告が発表された。

34 科技資調第 167 号
昭和 34 年 6 月 24 日

科学技術庁長官
中曾根康弘殿

科学技術庁資源調査会々長
内田 俊一

新潟地盤沈下に関する調査報告

新潟市とその周辺地域は、明治 31 年の水準測量開始以来わずかながら土地が沈下して行く傾向にありましたが、昭和 30 年の測量により、沈下にかかなりの加速が認められ、その後は急激に

図-8 G₅層観測井土質柱状図

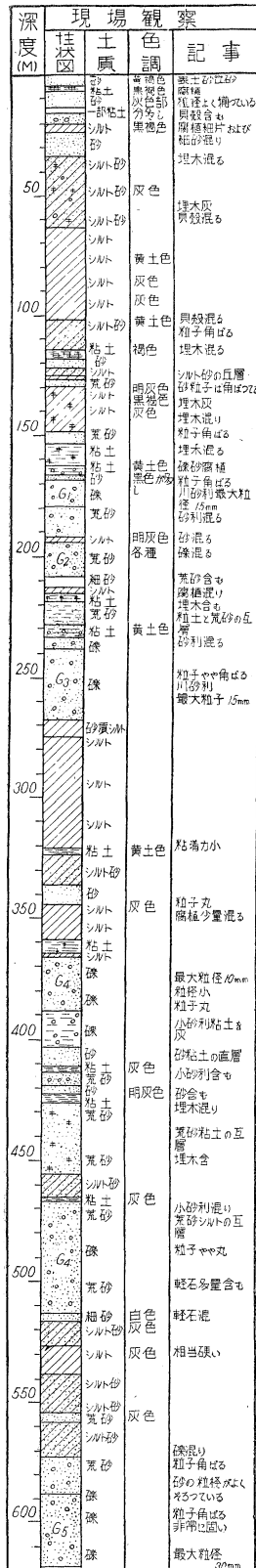
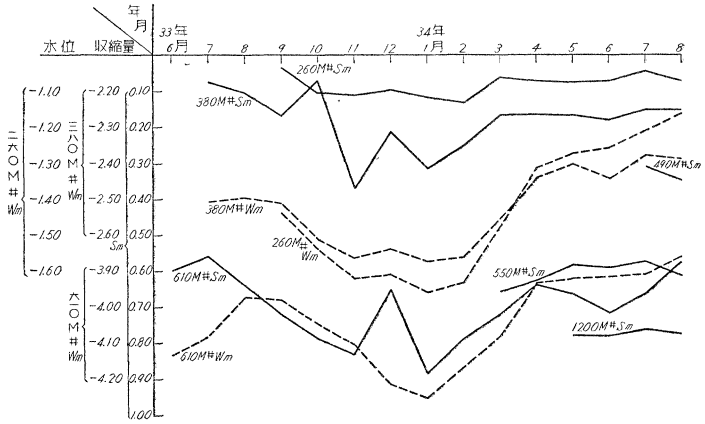


図-9 月平均水位 (W_m) と月平均1日当り収縮量 (S_m) との関係



注：12月に収縮量が特に変化しているのは記録計取りかえのためと思われる。

あるとしても、報告内容は十分に注意すべきもので、今後の対策が実施されるにあたり大いに参考になると思惟しましたので、新潟地盤沈下に関する諸事情にかんがみ、こゝに資源調査会として下記の判断を加えて報告いたします。

記

原因として各方面で唱えられている説は、次の8つであります。

- 1) 地球全体の温暖化による極氷融解がもたらす海面の上昇によるとする説
- 2) 日本海沿岸の全般的沈下があるとする説
- 3) 新潟地方に特有な地殻変動とする説
- 4) 新潟沖積層の自然圧密とする説
- 5) 海岸浸食の影響であるとする説
- 6) 港湾浚渫が軟弱地盤を動かすとする説
- 7) 農地の乾田化による地盤収縮とする説
- 8) 地下水の急激な大量揚水によるとする説

以上の8つの説の内 1) および 2) の説はすでに昨年 月提出の中間報告において考慮の必要がないものと認めたところであります。また、3)~7) の各説については、影響が絶無とはいえませんが、このように広く激しい沈下を説明するには、科学的な測定値の裏付けにおいて、今の所不十分であるということ是否定できません。この点において、水準測量成果ならびに観測井の記録に基づいて表明された上記の 8) すなわち、この沈下の主原因は地下水の急激な大量揚水であるとする説を重視せざるを得ないのであります。

資源調査会は本報告に基づいて、関係省庁その他において実情に即した対策がとられることを期待いたします。

なお、調査は、今後の対策を適切に進めるためにも必要であり、連続観測を中核として確実にこなされるべきであると考えます。

この報告にもとずき通商産業大臣より地盤沈下の激甚なる地域の地下水汲み上げ制限の勧告が出され、昭和34年9月1日よりガス坑井を休止することになっている。

5. 被害状況

昭和32年秋頃より、沈下の激しい港湾地帯を中心に海岸、河川などの港湾施設は沈下のため機能を失ない、内陸部は広範囲にわたって、自然排水が不可能になつて

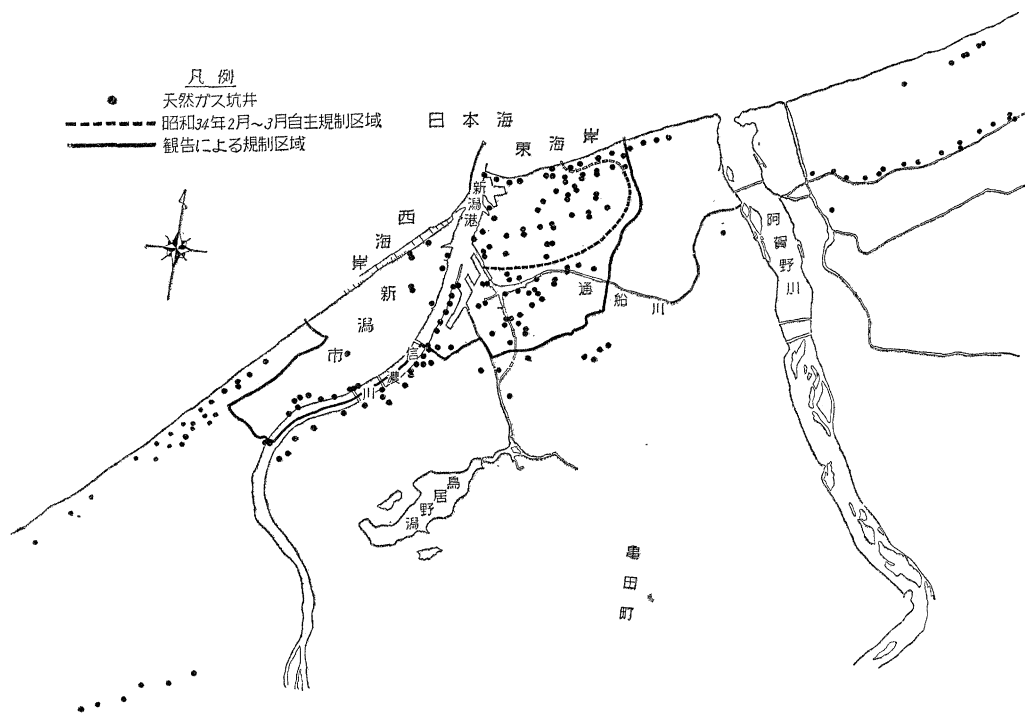
きた。特に臨港地帯の防波堤や岸壁は水没して完全に機能を失ない、倉庫、工場地帯も浸水のため一時操業を停止する状態になった。昭和 32 年 12 月の冬期風浪、および昭和 33 年 7 月の豪雨（日雨量 140 mm）による浸水被害の状況は次のとおりである（表—4）。

表—4

	浸水面積	床上浸水	床下浸水	工場被害	倉庫被害
昭和 32 年 12 月 13 日	75	93 戸	1 030 戸	11	22
昭和 33 年 7 月 23～27 日	304	212	2 201	31	54

昭和 33 年 10 月から応急対策工事として防潮堤、護岸のかさ上げ、ポンプ排水などの施設が完成し、一時的に被害を防止しているが、沈下が今後さらにつづけば 図—5 の常時水面下の危険地域はさらに広がり、被害の増大することが予想される。従つて早急に激しい沈下を防止し、恒久対策を実施する必要がある。

図—10 天然ガス坑井分布および規制区域



図—10、表—5 はガス規制の区域、および区域内のくみ上げ量を表わしているが、このうち昭和 34 年 2 月から 3 月までの日産 60 000 m³ の停止は、天然ガス鉱業会が沈下の激しい地域に対して自主的に行なつたもの、6 月から 8 月までの日産 20 000 m³ は自然休止によるもので実際停止するものは、9 月 1 日の日産 60 000 m³、およびガス燃料を他の燃料に切りかえをための施設整備のため、11 月 1 日から停止する日産 450 000 m³ である。規制区域内全体としてガス坑井 123 本、日産ガス量 190 000 m³ となる。これは当時の日産 700 000 m³ に対し約 27%

6. 対策について

(1) ガス規制およびその影響

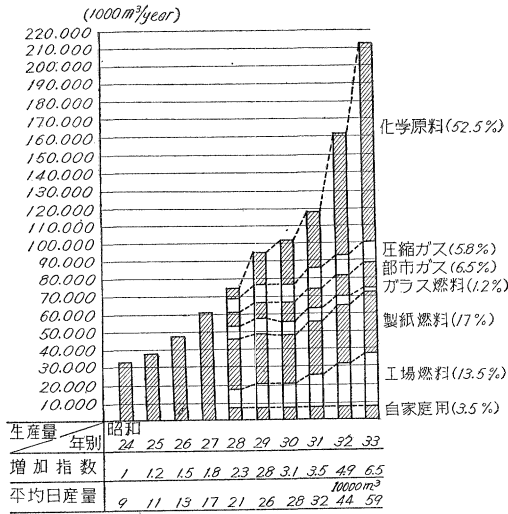
天然ガス採取地域は 図—10 のごとく新潟市全般にわたり、従来は都市ガス、自動車および工場自家用燃料その他として採取されていたが、昭和 30 年頃からガス化学工業の発展にともない、生産量は 図—11 のごとく最近急激に増加し、現在では日産 700 000 m³（これに付随してほぼ同量の地下水をくみ上げている）となつている。また利用状況は 図—11 のように、工業原料が非常に増加してゐる。

科学技術庁の原因についての報告にもとずき、ガス水のくみ上げの規制が、昭和 34 年 9 月 1 日より実施されることになつた。

となる。

表—6 は昭和 34 年 9 月 1 日のガス水くみ上げ停止以後の観測井による地下水位および、収縮量の変化を示しており、地下水位は 610 m (G₅)、490 m (G₄') 観測井では 8 月平均水位にくらべ 2.0 m 上昇を示し、浅い層ほど上昇は少ない。これは 表—5 でわかるように、G₅、G₄' 層のくみ上げ停止量が全体の 78% 以上を占めているためであろう。収縮量は水位の上昇と同時に減少し、8 月平均と 9 月平均を比較すると、水位変化と同じ傾向を示し、490 m 観測井 (G₄' 層) より深い所で 25～30%

図-11 新潟県天然ガス生産量および利用状況



の減少を示している。ただ停止後わずか1カ月の短期間での資料で判断することはむずかしく、少なくとも3カ月ないし6カ月くらいの観測結果を見ないと何んともいえないが、沈下量が減少し始めたことは将来に対して明るいいきざしができた。

(2) 対策工事について

対策工事には沈下の原因ならびに機構を究明し、沈下原因を排除するとともに、将来の沈下量を推定して行なう恒久対策と、それまでに現実に発生する被害を防止するため実施する応急対策の二つにわけられる。

a) 応急対策工事 昭和33年度より応急対策工事を実施しているが、その考え方は、将来の沈下量を明確に定めることが不可能であるため、最も新しい水準測量の結果より毎年の沈下量を想定し、工事施工年度の終りにその構造物が必要な高さに維持されるように計画し、これを毎年くり返し実施することになっている。

昭和33年2月現在より昭和35年3月までの3カ年計画を立てる場合を次に示す。

表-5 勧告によるガス規制区域内ガス坑井の揚水量および採取量 (m³/月)

層別	昭34.2~3間の自 主停止坑井			昭34.6~8間の 停止坑井			昭34.9.1から の停止坑井			昭34.10.31まで に停止する坑井			合計		
	本数	揚水量	ガス採取量	本数	揚水量	ガス採取量	本数	揚水量	ガス採取量	本数	揚水量	ガス採取量	本数	揚水量	ガス採取量
G ₇ ~G ₈	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	58 790	122 284	1	58 790	122 284
G ₅	16	954 142	1 089 686	5	155 475	186 683	13	811 276	1 048 142	8	504 028	716 952	42	2 424 921	3 041 463
G ₄ '	11	276 787	300 398	7	136 627	147 537	12	412 764	480 215	6	240 419	333 849	36	1 066 597	1 261 999
G ₄	9	332 453	279 193	5	165 808	186 043	10	377 104	335 260	3	136 529	128 707	27	1 011 894	929 203
G ₃	6	241 471	170 318	4	195 112	117 791	5	158 102	83 294	2	113 119	77 772	17	706 804	449 175
計	42	1 804 853	1 839 595	21	653 022	638 054	40	1 759 246	1 946 911	20	1 051 885	1 379 564	123	5 269 006	5 804 124
1日当り (m³)		60 162	61 320		21 767	21 267		58 641	64 897		35 063	45 985		175 633	193 471

注：昭34年2~3月の採取量は昭33年12月、その他は昭34年6月の実績より算出（運輸省第一港湾建設局調べ）

表-6 ガス規制による地下水位および観測井の収縮量の変化

(1) 水位

基準面：東京湾中等潮位上

層別	観測井名	昭和34年 8月1日~31日 平均水位	9月1日~10日 平均水位	9月11日~20日 平均水位	9月21日~30日 平均水位	9月1日~30日 平均水位	8月~9月 平均水位 の位昇
G ₅	山ノ下 610 m井	-38.61 m	-37.27 m	-36.41 m	-36.14 m	-36.60 m	2.01 m
G ₄ '	” 490	-31.61	-30.54	-29.30	-28.98	-29.61	2.00
G ₄	” 380	-23.91	-23.15	-22.67	-22.77	-22.86	1.05
G ₃	” 260	-11.87	-11.39	-11.13	-11.14	-11.22	0.65
浅層	” 20	0.95	0.98	0.96	0.94	0.96	0.01
”	山田町 20	1.22	1.33	1.28	1.19	1.27	0.07

(2) 収縮量

観測井名	昭和34年 8月1日~31日 平均1日当り 収縮量(A)	9月1日~10日 平均1日当り 収縮量	9月11日~20日 平均1日当り 収縮量	9月21日~30日 平均1日当り 収縮量	9月1日~30日 平均1日当り 収縮量(B)	A/B%
山ノ下1200m井	0.779mm	0.380mm	0.730mm	0.638mm	0.583mm	75
” 610	0.578	0.313	0.273	0.653	0.413	72
” 490	0.347	0.220	0.231	0.279	0.243	70
” 380	0.152	0.117	0.129	0.189	0.145	92
” 260	0.072	0.072	0.064	0.092	0.076	105
山田町 130	0.073	0.072	0.077	0.127	0.092	—
臨港 30	0.007	-0.003	0.020	0.057	0.025	—
山ノ下 20	0.001	0.005	0.004	0.009	0.006	—
山田町 20	-0.0006	-0.008	-0.002	0.028	0.006	—
鉱業会 550	0.614	0.370	0.420	0.498	0.429	70

：こう上高
 $h_{33} \sim h_{35}$ ：各年数の推定年間沈下量
 h_0 ：昭和33年2月までの沈下による不足高

1) 昭和33年度施工の場合

$$h = h_0 + h_{33}$$

2) 昭和34年度

a) 昭和33年度に継続の場合

$$h = h_{34}$$

b) 昭和34年度で初めて着工の場合

$$h = h_0 + h_{33} + h_{34}$$

3) 昭和35年度

a) 昭和34年度に継続の場合

$$h = h_{35}$$

b) 昭和35年度で初めてのの場合

$$h = h_0 + h_{33} + h_{34} + h_{35}$$

このような考えにもとずき昭和33年度6億円、34年度11億円の対策工事を実施中であり、35年度には約40億円の応急対策費が必要であり、現在予算要求中である。

事業内容は昭和33年、34年度では岸壁、物揚場などの機能の復旧は考えず、単に浸水防止のパラベット、護岸こう上および排水ポンプ施設などが主である。昭和35年の対策事業費が増大したのは、このほかに地表からの砂層が厚く水面下の地域に湧出する地下浸透水を防止するための止水壁が必要になったことと、岸壁の一部機能復旧の施工が必要になったためである(図-12、表-7)。

b) 恒久対策 恒久対策は沈下の原因対策と被害対策との二つにわけられる。前述のごとく沈下機構に関する定量的な調査が十分行なわれていない現状では、なか

表-7 応急対策事業費一覧表 (単位：1,000円)

事業主体	部門別	昭和33年度	昭和34年度	昭和35年度	摘要
		事業費	事業費	事業費	
国直轄	港湾	157 440	300 000	848 350	
県	港湾	81 980	98 000	927 860	
	海岸(運輸省) (建設省) 小計	91 700	295 000	585 780	
		—	—	449 000	
		91 700	295 000	1 034 780	
	河川	85 599	111 000	97 869	
行	農地	—	102 600	519 000	昭和34年度農地予算は現在交渉中
	計	259 279	606 600	2 579 509	
市施行	都市排水	190 890	235 104	500 000	
国鉄	鉄道	—	—	37 000	
	合計	607 609	1 141 704	3 964 859	

なか困難なことであり、恒久対策を早急に望む方が無理なことかも知れない。しかし沈下量はわが国では例を見ないほど激しいものであり、新潟市の産業、経済に大きな打撃を与え、社会、政治問題となっている現状からして早急に恒久対策の樹立が必要である。次に恒久対策に際して考えなければならない事項を列記する。

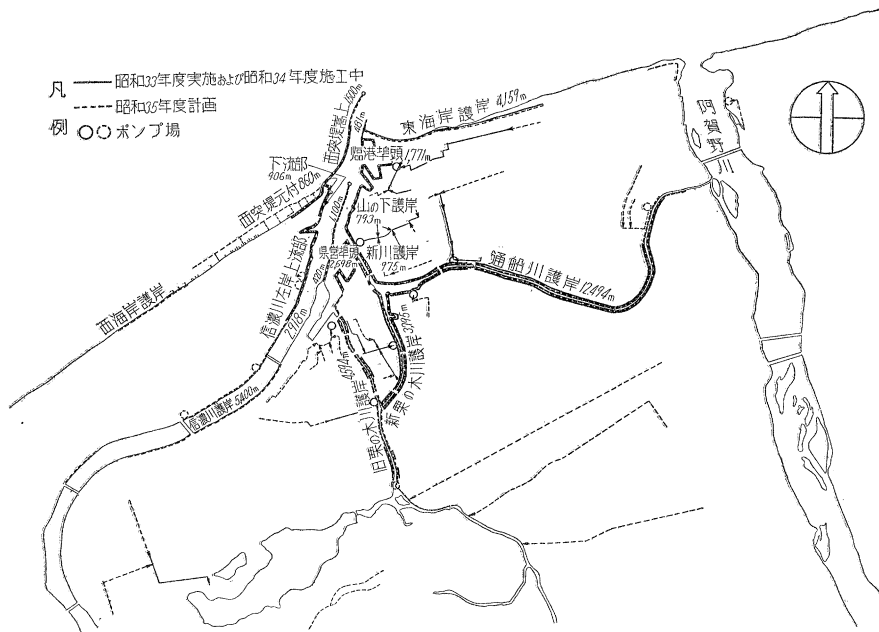
1. 新潟市は越後平野の橋頭堡である

背後の越後平野一帯は昔から低湿地であり、農地はポンプ排水にたよっている。従つて砂丘地帯に発達した新潟市の防護は越後平野を守ることにになり、非常に重要な意味をもっている。

2. 浸透水を防ぐ止水壁が必要である

新潟地区の土質は地表から、河川沿いでは8~10m、海岸線では30mくらいまでは砂質であり、しかも港湾

図-12 地盤沈下対策事業計画平面図



地帯を中心はかなり広範囲の土地が現在すでに水面以下になっており（図-5）、地下浸透水の湧き出しが次第に多くなっている。これを防止するために不透水層まで止水壁が必要である。

3. 構造物の強度について

地盤沈下のための水面下になった地域の構造物の強度については伊勢湾台風によるまなましい経験もあり特に考慮することが必要である。

4. 対策事業費について

沈下の最終見とおしがつけば、それにもとずき沈下した港湾施設の機能復旧、止水壁の設置、都市および農地の排水施設ならびに港湾、河川、海岸などの施設のこう上補強等の対策工事が必要であり、これにはぼう大な費用を要する。

地方財政の窮迫した現状から政府に対し国費の高率補助を要望するとともに単独立法の制定を強く働きかけている。

7. 結 言

新潟の地盤沈下の問題は科学技術庁の報告によつて沈下原因は急激な多量の地下水くみ上げを重要視せねばならぬとされているが、この地下水はガス化学工業の原料である天然ガス採取にともなうものであるため、問題の処理は一そう複雑となっている。

幸いに調査については科学技術庁、対策については経済企画庁を中心にして、関係各省の強い協力によつて、わずか2カ年の短い期間で一応の見とおしをうることができた。今後に残された問題も多いが沈下による被害ならびに不安を取り除くため、早急に恒久対策が立てられんことを切望する次第である。

参 考 文 献

- 1) 幸野弘道：新潟の地盤沈下について、土木技術 14 卷 6 号
- 2) 新潟天然ガス協会：新潟ガス田の現況
- 3) 科学技術庁資源調査会：新潟地盤沈下に関する調査報告
- 4) 新潟県統計課：新潟県概要

正 誤 お よ び 訂 正 表

巻 号	ペ ー ジ	訂 正 カ 所	誤	正
45-2	35 36(表-3)	著 者 勤 務 先	常陸国道工事事務所長	常陸工事事務所長
	"	空 気 量 の 範 囲 (%)		3
	"	単 位 細 骨 材 量	6 6 2	6 5 4
	"	単 位 粗 骨 材 量	1 3 8 8	1 3 0 9

防災工学

台風に対する海岸と港湾の防災

日本港湾協会専務理事
工 学 博 士
黒 田 静 夫
富士製鉄株式会社
石 綿 知 治
共 著

●諸外国に類書なく わが国で始めて刊行された防災工学

東京都新宿区細工町15
振替東京 194982 番

山 海 堂

内 容 見 本 送 呈

- ▶ 太平洋岸の主要港湾を襲った著名な台風について海象の特異な性質を海岸・港湾諸施設の観点からとく
- ▶ 海象との関連において前記湾内の海岸港湾構造物の被害状況を詳細に記述しそれに基づいて技術的説明を行った
- ▶ 前記災害の特性を明らかにし、各々の目的に応じた構造・形式について検討し、対策を提案した

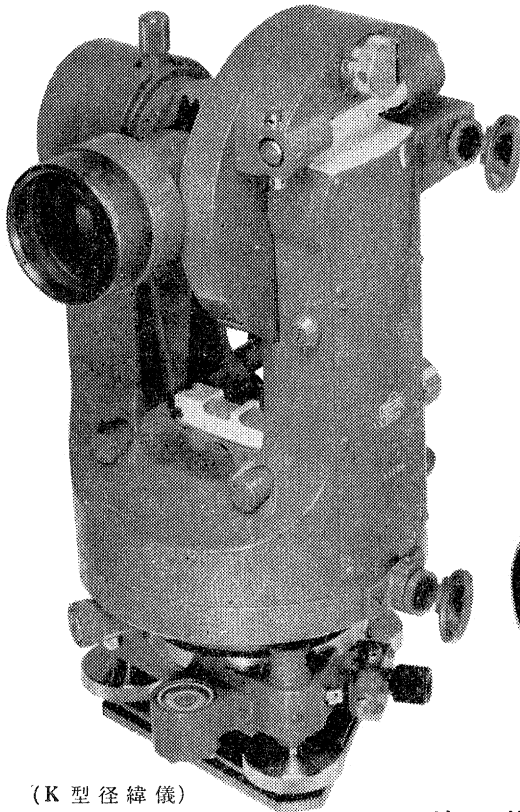
□ 主 要 内 容 □

- 第1編 台風およびこれによつて生ずる海湾の水理現象 台風時の大阪湾内、東京湾内、鹿児島湾内、伊勢湾内の海象
第2編 海岸と港湾の災害状況 ジェーン台風と大阪湾の災害状況・室戸台風と大阪湾・キティ台風と東京湾・ルース台風と鹿児島湾・室戸、ジェーン、ルース、28年13号台風と伊勢湾
第3編 構造物の災害の特殊性

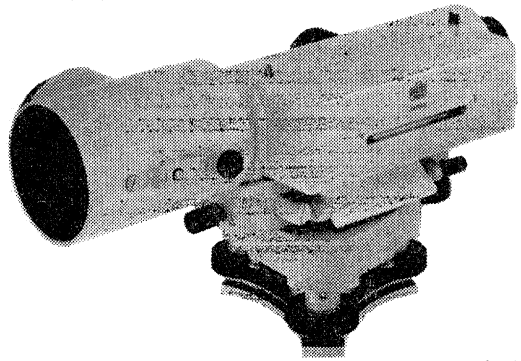
■ A 5 判 上 製 ・ 堅 牢 箱 入 ・ 470 頁 ■ 定 価 980 円 千 70 円

最も理想的な内焦式アナラクチック光学系望遠鏡

日本光学の 測量機



(K型径緯儀)



(レベルS型)

- トランシットH1型 目盛は副尺20秒読でコンパクトで堅牢な構造に出来て居り、土木・建築用に適します。
- トランシットH1型照明装置付 H1型の水平高低目盛望遠鏡が照明付であり坑道・地下道・夜間等の測量に便利です。
- トランシットH2型 H1型と同じ性能ですが、望遠鏡は倒像で口径40mmで明るく見易くなっております。
- K型径緯儀 目盛はガラス製12秒読みで顕微鏡によって読定でき望遠鏡は口径40mmで精密測量に適します。
- 垂直器 測点設定の垂直転位及び定点の変位観測等に便利です。
- 二重像タキメーター トランシットH2型の望遠鏡に装着し測距標尺を併用して能率的な精密距離測量が可能です。
- レベルE3型 新しいチルニングスタイルで望遠鏡の口径40mmで、気泡像の合致も見易くなっております。
- レベルE5型 E3型と同じスタイルですが、気泡像が望遠鏡同視野内で観測できて能率的です。
- レベルE3型照明装置付 合致気泡像、円型気泡管、望遠鏡が照明付で坑道・地下道・夜間等の観測に便利です。
- レベルS型 望遠鏡は高性能で、気泡像は同視野観測、オブチカルマイクロと精密標尺付で精密水準測量に適します。

カタログご希望の方は誌名をハガキに記入の上お申込下さい

特約店

岩崎測量器株式会社
札幌市北郷7条西5丁目
本店
函館市末広町3番地
株式会社樋口商店
青森市大町1番地
株式会社木内通
株式会社砂子田商店
仙台市大町2番地
株式会社仙台測器社
須賀製作所
仙台市田町6番地

三笠商店
東京都中央区日本橋室町4番地
旭商会東京支店
東京都中央区銀座東8番地
明光産業株式会社
東京都文京区小石川1番地(林及会館内)
株式会社よしや測量機械店
新潟市古町通り5番地
株式会社旭商会
名古屋市中区南大津通り4番地
金剛測量製図器械店
大阪市東区京橋1番地
筒井測器株式会社
広島市紙屋町6番地

有限会社片岡器械店
山口市下野小路3番地
水上洋行福岡支店
福岡市薬院中庄町5番地
金剛株式会社
熊本市銀座通2丁目
久永度量衡株式会社
鹿児島市山ノ口町1番地
久永度量衡(株)東京支店
東京都中央区銀座東1番地



日本光学工業株式会社

本社・工場 東京都品川区大井森前町5447 電話(771)代表 2111-3111
営業所 東京都千代田区丸の内1丁目 東京海上ビル新館8階電話(281)4736-9
新丸ビルサービスセンター 東京都千代田区丸の内1丁目 新丸ビル1階 電話(271)4978・5000
大阪サービスセンター 大阪市北区梅田7番地 大阪駅前梅田ビル5階電話(36)2256-7
札幌サービスセンター 札幌市大通西1-1-3 大通ビル2階電話札幌(5)7896・7938