



## 「新潟震災」

—— その復旧の現況 ——

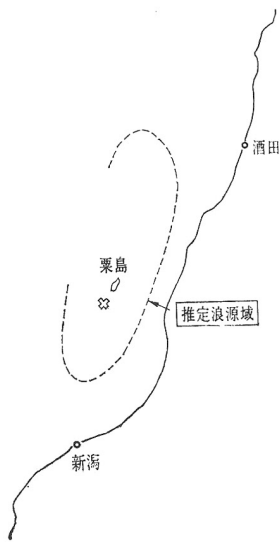
### その地震学的考察

金井 清

昭和39年6月16日13時01分に、北緯38.4度、東経139.2度、深さ40kmにおこった新潟地震のマグニチュードは、気象庁の最初の発表が $M=7.7$ であったので、東海、南海地震のような海岸から遠く離れた海底におこった大規模地震を別にすると、関東地震以来の最大の地震だという解説があったりしたが、その後、気象庁で再検討の結果、 $M=7.5\pm 0.2$ ということになり、気象庁としては $M=7.5$ を採用することになった。

吉山は、震央距離と震度との関係に関する研究結果から、この地震のマグニチュードは丹後地震（昭和2年、 $M=7.4$ ）と鳥取地震（昭和18年、 $M=7.3$ ）の間で、鳥取地震の方に近いという結論を出し、この地震のエネルギーは関東地震のその1/10~1/20であるとしている。カリフォルニア工

図一 推定浪源域（相田らによる）

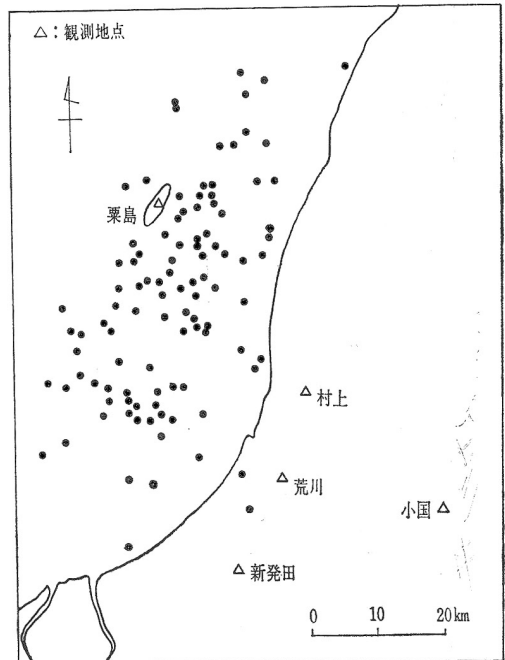


潟、山形両県にまたがる海岸にほぼ平行な沖合の陸棚上にあり、長、短軸の長さがおおよそ90km、30kmのだ円形である。本震の震央および栗島は、この浪源域の中にある。津波の高さは、特別な場所では6mにも達したが、海岸線が比較的平坦なので、全域としては単純な分布であり、浪源域に近いところで4mぐらい、それから離れるにしたがって小さくなり、約150km離れたところで、おおよそ1mであった。その周期は、20分ぐらいのものに40~50分ぐらいのものが重なっていた。

新潟地震の余震は、本震の震央および栗島をふくむ海岸線に平行な南北、東西の長さおおよそ70km、30kmの地域内におこり、この余震地域の値から、実験式を使って本震のマグニチュードを推定すると、 $M=7.3$ になる（震研余震観測班による）。なお、余震地域と津波の浪源域とは、ほぼ一致している。

余震観測の結果は、本震の発震機構の研究など純粋地震学の立場から重要視されてきたほか、地盤の振動性状をしらべて、構造物の地震による破壊機構を研究する

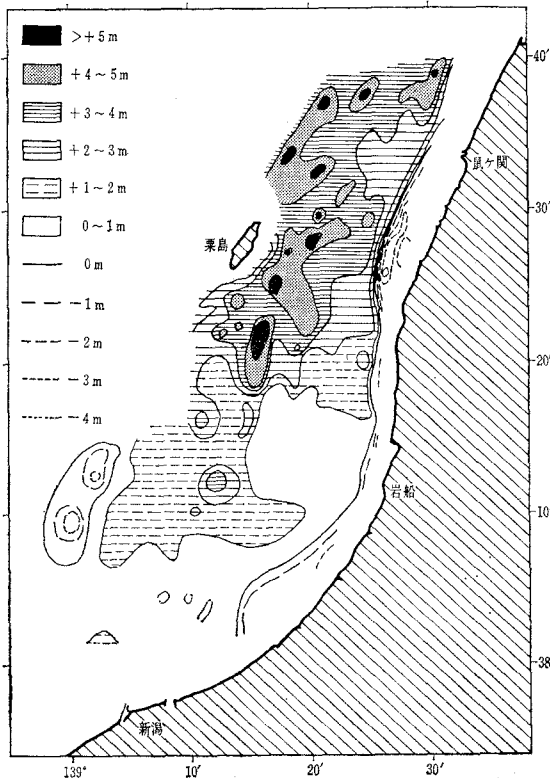
図二 余震の震央分布（震研余震観測班による）



手段にも大いに利用されてきた。新潟地震では、これらの目的のほかに、爆発地震研究グループに属する人たちによって、地下深所の構造解析のためのデータをとることが試みられた。観測点は、粟島の対岸付近から伊豆半島の先端付近を結ぶ直線およそ 400 km 上に 21 か所とられた。従来、この種の研究は、いわゆる人工地震によって行なわれてきたものであるが、余震のエネルギーは、一般に、普通の人工地震のそれよりも大きいので、非常に貴重なデータが得られたわけである。

茂木(昭)などが行なった新潟地震後の海底調査の結果によると、粟島海峡および粟島堆を含む、北北東-南南西の方向にそう広い区域が隆起し、その最大量は 5 m 以上もあった。また、その東方の鼠ヶ関-岩船海岸にそう海底および馬の脊東方の海盆地が沈降し、その最大量は 4 m に達したことがわかった。また、隆起区域の中央部から粟島にわたる海底には、3 条の断層があり、そのうちの 1 つは、この地震のときに活動したこともわかった。またバチスカーフ読売号による海中調査が行なわれ、肉眼観測でも鉛直断層が認められたという報告がある。茂木(清)の陸上調査によると、鶴岡の西方海岸から村上の北西方海岸にわたる地域で、最大量 45 cm の沈降を生じたことになった。中村などの調査によると、南北、東西の長さおよそ 7 km, 2 km の粟島は、この地震

図一三 海底地殻変動量 (水路部による)



で島全体が 1 つの剛体として、東西におよそ 55° 傾動し、隆起量は 80~150 cm で、等隆起線は島の長軸方向であり、地層の一般走向にほとんど等しいことになった。

新潟地震の震害地における余震ならびに常時微動の観測結果によると、広い意味での不同沈下によるものを除いた被害は、地盤の振動性状と密接な関係があることがわかり、とくに、建物の固有周期か地盤の卓越周期に近いと、破壊程度が大きいことを示した。また、この地震では新潟、秋田で強震動の満足な記録がとれたが、これらから求めた本震の卓越周期は、普通程度の大きさの余震や常時微動の卓越周期とほぼ一致したので、常時微動の利用についての信頼度を高めたようである。なお、新潟川岸町アパートの強震動記録にあらわれた周期数秒のかなり優勢な波形については、なお、いろいろ検討されつつあるが、新潟気象台における地震動記録がそれほど大きくなかったことなどからして、現在までのところ、この波形は地盤と建物との特別な関係によるもので、一般性のあるものではないと解釈するのが自然のように考えられる。地震時の構造物の損傷は、地震動の直接作用によるものと、間接作用(広い意味での不同沈下)によるものとの 2 種類があることは、過去の震害資料が明らかに示したところであり、比較的短周期の建物などでは、後者の方が大きいことは、関東地震など日本のものだけではなく、世界中の破壊地震の震害統計結果にあらわれたところである。構造物は、地盤が軟弱なほど地震に対して不利であることは、一応いえるが、構造物の振動減衰性は地盤が軟いほど大きいということも、耐震設計上に十分考慮に入れる必要があることを、上部構造と下部構造の損傷程度の差異などで、まのあたりに示したものである。

新潟地震では、地震前の陸地の地殻変動が、隆起から沈降へ徐々に変わった地域や、隆起を続けながらも、その運動が一様でなくなった地域があったこと(国土地理院による)、また、陸地ではあらわれなかった断層が海底にあったことが肉眼でも見られたことなどの、地震学上きわめて重要な調査結果が上げられたことほかに、新潟市内の木造家屋の被害率は 3% ぐらいであったのに、鉄筋コンクリート造建物の被害率は、その 10 倍にも達したり、新旧の橋梁が大破損したりしたことは、この 4 月 20 日の安倍川河口の沖合に起った地震 ( $M=6.5$ ) で木造家屋の被害はきわめて軽微であったのに、新幹線がやられたり、2, 3 の鉄筋コンクリート造の新式建物に多数の窓ガラスの破損、構造体のきれつきを生じたこととあいまって、十分に掘りさげた研究をしなければならぬ地震工学上の重大問題を提示したものといえよう。

(正会員 東京大学地震研究所)

# 道 路

土 屋 雷 蔵

新潟地震における道路関係の被害は、新潟市に集中した。道路のきれつ・隆起・陥没、および浸水、橋梁の落下・損壊によって、道路交通は全くまひ状態におちいり、救援作業や復旧作業を困難にした。また、市街地道路の多くが被害を受けたため、し尿処理、清掃作業は困難となり、加えて、下水道等の排水施設の損壊による湛水が、衛生環境をいちじるしく悪化させた。さらに市民生活に大きな不安と支障を与えたものは、水道およびガスの長期供給ストップであり、電信・電話の機能喪失であったが、これらが、いずれも道路敷内の地下埋設物であることに注意したい。

新潟市は、信濃川と阿賀野川の河口デルタ地帯に位置しており、被害が両川の河道敷に顕著に見られることから、地盤の軟弱さが被害を大きくした最大の原因といえる。これら河道跡は、深さ 10~15m のゆるい砂の堆積層であり、急激な震動によって、クイックサンド現象を生じたが、このため建造物の多くが傾斜、沈下、転倒という強制変位をうけた。これは、従来の震災にあまりみられない例であって、工学的に大きな問題を提起している。

新潟の場合は、低湿地帯の地震災害が集約的に出ているといえるが、これはまた、低湿地帯に都市が無計画に、つきつぎに拡げられていったことにも問題がある。元来、当地方のように、デルタ地帯で、軟弱な堆積層のところは、土木工学的にみて注意を要する地盤であるが、こういうところほど、交通や水利の便がよく、人口が集中し都市形成が行なわれる。これは日本の地理的条件からみて自然であり、これを土地利用面から規制するというのは、問題も多く、やはり地盤に応じて総合的な対策を講ずることが必要となる。

技術的には、一般論として、十分な調査にもとづいて、設計・施工が行なわれれば、何も心配することはないと思われる。

今次震災による新潟周辺の道路被害は、橋梁約 1300カ所、道路約 750カ所で、復旧事業費は総額 38 億円余に達した。地震直後、交通まひ状態におちいった各道路については、ただちに応急復旧工事が着手された。一級国道 7,8 号線が、翌 17 日交通可能となり、万代橋が支保

表-1 公共災害復旧事業（道路）

事業主体	事業名	全体事業計画 (100万円)	昭和 39 年度実績	
			事業費 (100万円)	進捗率 (%)
国	元 1 級国道 7 号	721	649	90
	“ 8 号	174	174	100
	小 計	895	823	92
県	新 潟~村 上 線	173	143	83
	元 2 級国道 116 号	52	52	100
	元 1 級国道 49 号	21	4	19
	新潟港~下木戸線	19	19	100
	そ の 他	1091	278	25
	小 計	1356	496	37
市町村		1578	694	44
計		3829	2013	53

工による補強によって、18 日全車種交通可能となる等をはじめとして、交通不能箇所ほとんどが 6 月末までに回復された。さらに本復旧工事施工に際しては、恒久的な復興に関する総合計画が策定された。すなわち、運輸通信施設については、新潟西港、都市道路、貨物駅の復興が重点であり、とくに道路では災害時の輸送確保が重視された。この復興の基本構想にもとづいて現在施工されている事業は、表-1 のとおりで、道路(橋梁を除く)については、市内で地下埋設物等との関連あるものを除き、ほとんどが改良復旧を終った。橋梁については、万代橋が両側径間各 20m を箱型ラーメン橋で架替え、本年半ば完成予定であり、昭和大橋はさる 11 月に一応の完成をみた。また、八千代橋については、昭和大橋完了後着工されたが、本橋は幅員を 8m から 13.5m に拡大する計画である。

(正会員 建設省北陸地建道路計画課長)

# 上 下 水 道

佐 藤 尚 徳

## 1. 上 水 道

新潟地震における上水道被害は、浄水場の構造物における被害は僅少で、塔が少し破壊したり、滅菌室が傾いたといった程度で、ほとんど無かったといってもよい程度のものであった。

被害の主なもの、取水地点(信濃川)から浄水場に至る導水管および信濃川下流の軟弱地盤地帯の給配水管の折損、破壊、盛り上りなどであった。

これらの水道被害を復旧するために、応急工事として路上に給配水管を布設して、取りあえず各戸に給水するために、応急復旧工事費として 472 000 000 円が支出され、応急復旧工事は 39 年 10 月初旬に完全に終了した。

さらに、これらを本来の水道管として路面下に埋設する本復旧工事として 1 089 000 000 円が計上され、40 年 3 月末日までに、390 000 000 円が支出され、主要な部分の復旧が終り、本復旧全体に対する進捗率は 39% である。

このような状態で、給水に関して市民に迷惑のかからない状態にもどっているといえることができる。

## 2. 下 水 道

下水道の被害は、管路、ポンプ場、終末処理場の全般にわたった。

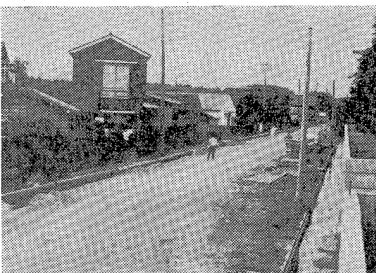
新潟は地盤沈下地帯であり、市内排水の主役たる下水道の被害は新潟にとってゆゆしい問題であった。

下水道災害復旧は、取りあえずポンプの排水能力を回復するための仮ポンプ所工事が、応急復旧事業として 94 000 000 円支出され、39 年 9 月中に完工した。

さらに、本復旧工事として管路ポンプ場の復旧に 2 492 000 000 円が計上され、昭和 40 年 3 月までに 1 068 000 000 円の事業を消化し、その進捗率は 42.8% である。

本復旧の主体は、ポンプ場工事であるが、40 年 3 月までには、基礎工からやっと地表まで構造物が立ち上った所までの施工がやっとであった。上部構造ならびにポンプ機械

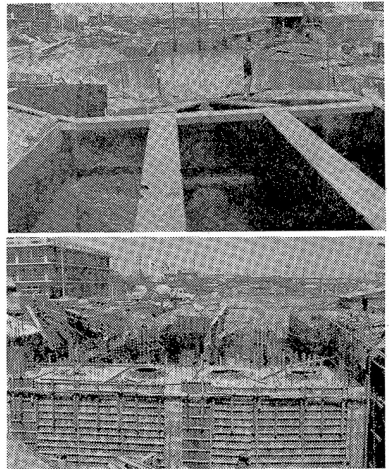
写真-1 青山浄水場被害状況(上)と青山～関屋間送水管仮布設工事状況



類の据付けを今年の雨期までに完工すべく、急ピッチの工事にかかっている所である。

終末処理場は、簡易処理施設が完了し、いよいよ操業にかかろうとするときの被災であったが、被害は僅少で、復旧事業費 38 000 000 円が 39 年度中に支出され完工を見ている。(正会員 建設省都市局下水道課)

写真-2 蔵所堀ポンプ場の被害状況と復旧工事状況



## 河 川

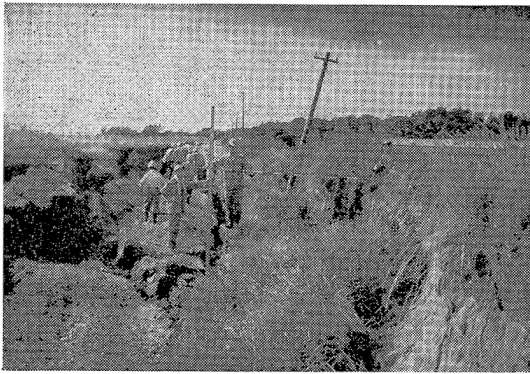
小 坂 忠

新潟地震による主要な被災河川は、蒲原平野における阿賀野川、信濃川およびそれらの支派川、庄内地方における最上川、赤川およびそれらの支川、および両地方にはさまれる沿岸河川である。これらの地域はもともとそこを流れる河川のさまざまな河道の変せんをともなって形成された沖積平野であり、また、これら河川の改修事業において、分水工事、蛇行整正、それにともなる旧河道の埋立等が行なわれてきた。このような現河道の形成経過を反映して、旧川の締切地点、旧河道、元破堤箇所等に大きな被害が集中した。

今回の地震では、津波、堤防基礎ろう水、砂の吹出し等の現象が生じ、被災河川工作物はあらゆる種類におよんだ。とくに、堤防、護岸の破損は今回の被害の大部分を占め、ほとんど原形を止めぬまで陥没、沈下、滑動した所もあり、堤防のきれつは深さ 2 m、延長数百 m におよぶものもあり、縦きれつが支配的であった。これらの被災箇所に対して、水防活動で持ちこたえられる所をのぞき、梅雨期、台風期の出水に備えてただちに緊急復旧を施す必要から、一応計画高水位以上までの盛土を行ない、その後の本復旧工事は原形復旧を目的として行なわ



写真-1 阿賀野川左岸 1.5 km 付近被害状況と復旧状況



れたが、護岸水制、構造物等の一部をのぞき、39 年度中に一応復旧完了した。堤防については、今回の被災状況

に留意して押え盛土を行ったり、余盛高を大きくしたりし、護岸についてはより留矢板の強化を行ない、特殊

堤については押え盛土を行ない護岸の強化を行なった。とくに今回の地震の中心地であった新潟市周辺の市街地河川では、至るところ護岸の沈下、転倒、滑動が見られ、津波がこれら損壊護岸を越えて市街地に侵入し大災害をもたらしたことにかんがみ、旧信濃川では、在来の計画水位 T.P.+1.10m に対し、今回の津波の実績を考慮して堤防余裕高 0.3m を含めて、護岸高さを T.P.+2.20m とし、さらに災害復旧計画を基調として背後地盤のかさ上げを行ない、河岸遊歩道を設ける等の震災復興計画がたてられている。また、通船川、新旧栗ノ木川では地盤、土地利用等の面から低水路方式が採用され、東新潟地区河川総合対策と称する復興計画が

図-1 阿賀野川復旧標準断面図

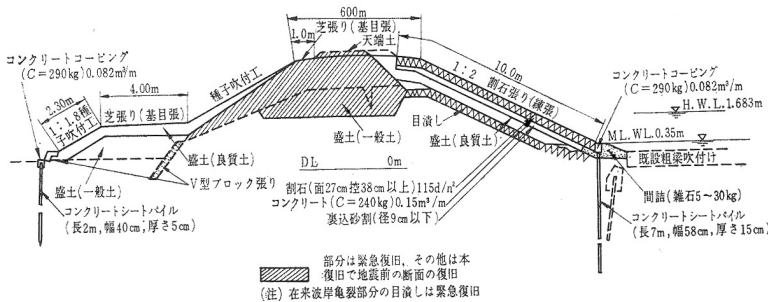


図-2 旧信濃川恒久対策工事標準断面図

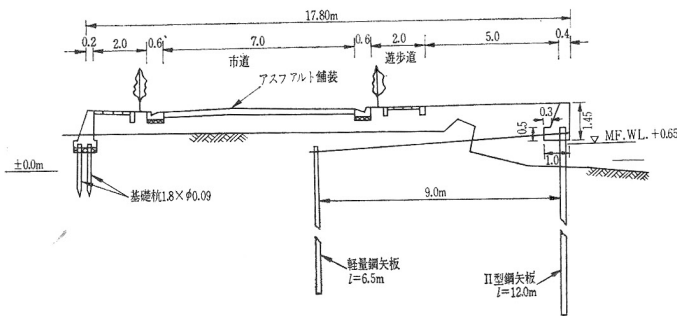


表-1 河川災害復旧事業費

所 管 別	新 潟		山 形		福 島		秋 田		合 計		
	箇所数	金 額	箇所数	金 額	箇所数	金 額	箇所数	金 額	箇所数	金 額	
直 轄	最上川下流		37	460 984					37	460 984	
	中流		1	1 230					1	1 230	
	阿賀野川	19	710 020						19	710 020	
	阿賀川					3	2 610			3	2 610
	信濃川下流	10	286 250						10	286 250	
合 計	29	996 270	38	462 214	3	2 610			70	1 461 094	
都 道 府 県	147	3 579 821	70	232 347	2	6 256	5	16 060	224	3 834 484	
市 町 村	7	18 407	2	2 353	2	—		—	11	20 760	
合 計	183	4 594 498	110	696 914	7	8 866	5	16 060	305	5 316 338	

注：事務費は含まず。単位 千円

たてられ、42年度完成を目途として工事が進行している。その他代表的な災害復旧状況を 図-1,2, 写真-1 に示す。

なお河川災害復旧費を表-1 に示す。

(正会員 建設省河川局治水課)

# 港 湾

久保島信弘

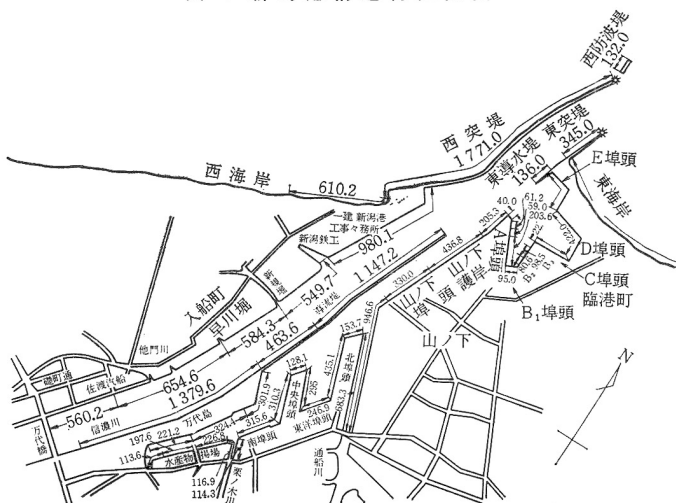
## 1. 被害とその対策

新潟地震による港湾施設の被害は、地震後4回にわたる調査団を派遣して調査を行ない、その結果は新潟地震港湾被害報告第1部にわしく論ぜられている。このうち甚大な被害を受けた新潟港について示せば表-1のごとくなる。新潟港の震害で注意すべき点は、地盤沈下が非常に悪影響をおよぼしていることである。すなわち、地盤沈下のため埠頭や護岸が防波堤の役目をなしており、これらの破壊が大きな浸水被害をもたらした。また地盤沈下のため構造物はかさ上げを余儀なくされ、断面の補強を行なっても無理が多く、構造物自体の耐震性は大いに損なわれていたことである。

復旧対策に当っては、つぎの事項を基本方針と定めた。

- ① 原則として現位置に復旧する。
- ② 基本的施設の復旧には、昭和39,40年の2ヵ年

図-1 新潟港構造物位置図



を目途とする。

- ③ 耐震性と防潮機能、ならびに今後の地盤沈下に対して十分考慮した施設とする。
- ④ 港湾機能を保持し、都市防災の万全を期するため、背後低地帯の地盤かさ上げを行なう。

これらの方針にもとづいて、設計震度は0.2、構造物

写真-1 万代島棧橋被害状況

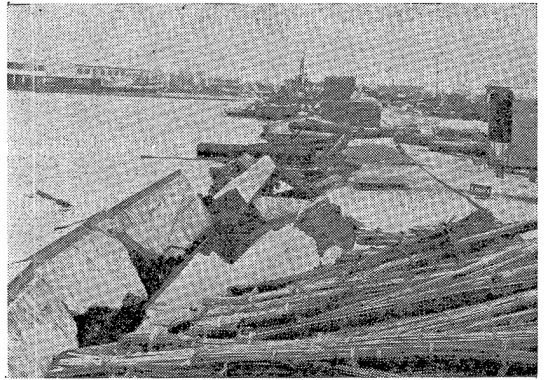


写真-2 北埠頭岩壁被害状況



写真-3 水産物揚場被害状況

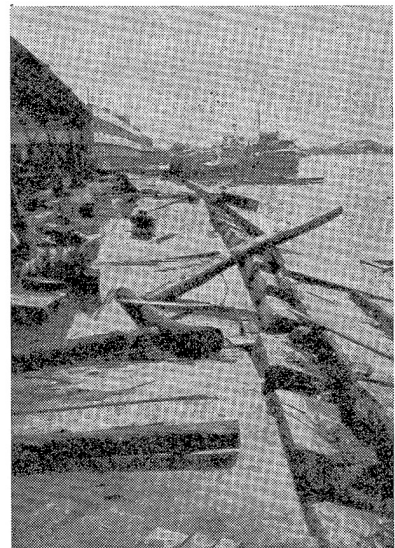
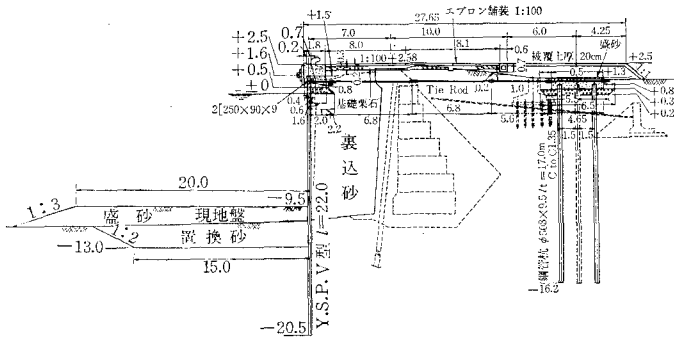


表-1 新潟港・港湾構造物被害概要

施設名		被害の概要	
臨 港 埠 頭	A 埠頭 A <sub>1</sub> (a) (b) A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> 先端護岸	ブロック積壁体が沈下・前傾し、全面的に水没。 ウエル構造の壁体が約 1m 沈下。エプロンの沈下がはげしい。 コンクリート矢板壁が完全に水没。背後の防潮バラベットの沈下・前傾し、ところどころ切断さる。 コンクリートの壁体が沈下・前傾し、ほとんど水没。	
	B 埠頭 B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	コンクリート矢板壁が完全に水没、防潮バラベットの沈下・前傾。 同上 コンクリート杭棧橋が大きく沈下、完全に水没。	
	C 埠頭 C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>	コンクリート矢板壁が前傾・沈下し、完全に水没。防潮バラベットの沈下・前傾し、ところどころ水没。	
	D 埠頭 D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	ウエルは大きくすべり出し、同時に前傾・やや沈下。棧橋はウエルに引かれてやや前傾・沈下、スラブの破壊著し。 同上	
	E 埠頭 E <sub>1</sub> E <sub>2</sub>	詰杭護岸が大きく沈下し、ほとんど水没。防潮バラベットの沈下・前傾。ウエルは少し前傾しただけ。 詰杭護岸が大きく沈下し、ほとんど水没。防潮バラベットの沈下・前傾。中央部分にすべりの形跡あり。	
山ノ下埠頭	山ノ下護岸	鋼矢板壁の天端は約 1m 沈下、法線は海側へ移動。頭部コンクリートは前傾または後傾、ところどころ水没。	
	山ノ下岸壁	鋼矢板壁の法線のはらみ出し・沈下ともにきわめて小。エプロンはやや沈下、きれつ発生。アンカー・ウォールの背後の砂は約 2m 陥没。	
果 菅 埠 頭	通船川 右岸護岸 (新川護岸) 北埠頭背面物揚場 (左岸)	鋼矢板護岸であるが、被害きわめて小。 鋼矢板壁の法線のはらみ出し大(最大 2m)。頭部コンクリート前傾、裏込めは約 70cm 沈下、タイロッド切断箇所ある模様。	
	北埠頭 北埠頭先端 北埠頭岸壁 北埠頭物揚場(a) 北埠頭物揚場(b) メイドルフィン サブドルフィン	北埠頭先端	ブロック積擁壁が大きく沈下、ほとんど水没。エプロンも法線から 15m 背後まで水没。ブロック積・鋼管補強の壁体が最大 1.5m はらみ出す。エプロンの変状かなり大。倉庫破壊。
		北埠頭岸壁	鋼矢板壁のはらみ出し大。頭部前傾。エプロンは沈下・破損。倉庫破壊。
		北埠頭物揚場(a)	ブロック積擁壁が最大 4m すべり出す。頭部後傾。背後の沈下大。倉庫破壊。
		北埠頭物揚場(b)	鋼矢板製前後壁とも法線が川側に弯曲。頭部バラベットの目地開き、内部浸水。沈下・水没。
東埠頭(東洋埠頭)	柵式壁体が約 3m はらみ出す。頭部コンクリート前傾。倉庫の前面に約 1m の沈下あり。倉庫破壊。		
菅 埠 頭	中央埠頭 北側岸壁 先端岸壁 南側岸壁	北側岸壁	ブロック積・鋼管補強の壁体がややはらみ出す。頭部コンクリートやや前傾。倉庫の損傷比較的少。
		先端岸壁	ブロック積・鋼管補強の壁体が約 2m はらみ出す。頭部の沈下・前傾大。エプロンの破損著し。
		南側岸壁	ブロック積・鋼管補強の壁体が約 2m はらみ出す。頭部の沈下・前傾大。倉庫破壊。
南埠頭	鋼矢板壁が約 2m はらみ出す。頭部コンクリート前傾。エプロンの沈下・破損大。		
栗ノ木川埠頭	右岸物揚場 (南物揚場) 左岸物揚場	右岸物揚場	ブロック積護岸の沈下著しく、ほとんど水没。河口付近では頭部後傾、大きくすべり出ししている。
		左岸物揚場	ケーソンまたはブロック積護岸がかなり沈下、一部水没。すべり出しあり。
	水産物揚場	(a) (b) (水産奥護岸)(c)	前面鋼矢板のコンクリート杭棧橋の沈下・前傾・すべり出しが著しく、ほとんど水没。 同上 鋼矢板護岸の沈下・前傾大、ほとんど水没。
万代島埠頭	万代島奥護岸 (万代島物揚場) 万代島岸壁(a) 万代島棧橋(b) 万代島先端護岸	万代島奥護岸	鋼矢板護岸が完全に水没。
		万代島岸壁(a)	鋼矢板壁の前傾・はらみ出し大。エプロンほとんど水没。
		万代島棧橋(b)	コンクリート杭棧橋が完全に水没。
		万代島先端護岸	鋼矢板護岸が完全に水没。
右岸護岸(万代島)	鋼矢板護岸の沈下大、ほとんど水没。		
左岸護岸	万代橋一佐渡汽船	鋼矢板壁のはらみ出し大、沈下大、頭部コンクリートは前傾または後傾。水没箇所多し。	

信濃川	佐渡汽船一早川堀	同上		
	早川堀一新規堀	鋼矢板壁かなりはらみ出す。沈下大、一部水没。		
	新規堀一新潟鉄工 新潟鉄工下流(a) (b) (c)	鋼矢板壁のはらみ出し大、沈下大。頭部コンクリートは前傾または後傾。水没箇所多し。 ほとんど水没。 同上 同上		
防波堤など	東突堤 東導水堤	東導流堤	被害なし 被害なし	
	導流堤	上 下	流 流	倒壊・水没。 ほとんど傾斜または倒壊。
	西防波堤			被害なし。
	西突堤			3箇所クラックおよびテトラポッドの沈下あるも、本体の被害は小さい。
	西突堤元付	(a) (b)		水叩工にクラックを生ず。 水叩工、および斜路にクラックを生ず。
海岸	東海岸		臨港裏が2箇所破壊。昭石裏より東方は被害少なし。	
	西海岸		西突堤元付から610mの区間を除き、被害少なし。610m区間に2~3mの陥没を見せた所が2箇所あり。元付隣接部分の破壊著し。	

図-2 北埠頭(-9.5m部)復旧標準断面図



の天端高は T.P.+2.50 m に定めている。とくに地盤かさ上げは万代橋下流の左右兩岸を、水際線から幅 50~70 m で一様に T.P.+2.50 m の高さまで盛上げ、地盤沈下都市の防災に万全を期するようにしている。

## 2. 復興現況

港湾関係の公共施設の復旧には総額 71 億円を予定しており、新潟港のみで約 70 億円になる。新潟港では 39 年度に 34 億円を支出して約 50% を復旧し、40 年度までに 61 億円を支出して 90% 復旧する。新潟港以外の港湾では 40 年度までに 95% の復旧を完了する予定である。一例として新潟港北埠頭の復旧断面を 図-2 に示す。

## 3. 教訓

### (1) 砂の流動化と港湾施設の震害

新潟地震では砂の流動化など、土の動的性質が震害に

大きな役割りを果たした点で注目されているが、港湾施設の被害でみる限り、とくに流動化が決定的な原因となった例はみられず、おおむね過去の震害例と大差がなかった。砂の流動化については、その実験的研究について被害報告第 2 部に詳述されている。流動化現象は、地表面から土の内部に進行する性質を有しており、たとえば矢板壁構造の控え壁が浅い所に設置されていれば、抵抗力を失うことが予想される。しかしながら、港湾構造物は一般に根入れが深く、地震のような比較的

短時間では深い所まで流動化が進まない。したがって、矢板壁の破害にみられるごとく、前傾やはらみ出しなど控え壁の抵抗力不足については、流動化の影響が考えられるが、流動化のため根入れや曲げモーメントに起因して破壊するという様式はみられなかったのである。この意味で、流動化は港湾構造物の破壊に対しては、二次的な作用をなしたものと考えられる。

### (2) 現行の耐震設計法

港湾構造物の破害が大きい箇所、比較的小さい箇所を、現行の耐震設計法にもとづいて追算した結果は、被害報告第 2 部に述べられている。それによれば、被害の様相は現行設計法によってもかなり良く説明し得る。もとより現行設計法は震度法によっており、土の動的性質を考慮に入れていない。したがって、新潟港の万代島護岸や臨港 B 埠頭のごとく、地盤震害による破壊に対しては無力となるが、前述の流動化現象のごとく、破壊に対して二次的な役割りを果たしている場合には、現行の耐震設計法はかなり有効なものと考えられる。もちろんその際、

たとえば控え壁の安全率、矢板壁と控え壁との距離など、改善すべき点は種々ある。

今後は、土の動的性質、構造物の振動性状を考慮に入れ、耐震設計法の欠陥を一步一步改良しなければならないことは論をまたない。

参 考 文 献

- 1) 新潟地震港湾被害報告第1部，運輸省港湾局外，昭和39年9月
- 2) 新潟地震港湾被害報告第2部，運輸省港湾局外，昭和40年5月発行予定
- 3) 新潟地震津波調査報告，運輸省港湾局他，昭和39年8月  
(正会員 運輸省港湾局防災課長)

使用不能となった。

2. 応急復旧工事

A滑走路はコンクリート舗装で、版の隆起、破壊がいちじるしく、手の施しようもなく、とりあえず復旧しやすいアスファルト舗装のB滑走路と排水施設の応急復旧工事を被災後ただちに着手し、6月26日には小型機(DHヘロン)用として900mを復旧し、7月4日には全長1200mを復旧し、中型機(フレンドシップ、コンペア240等)による運航をそれぞれ可能ならしめた。その復旧費は3750万円である。

3. 本復旧工事

空港の復旧計画は、空港という特殊機能を考慮し、災害浸水時にも機能を保持せしめるよう計画した。すなわち、河川堤防の欠かいおよび海岸堤防の欠かいの場合、基本施設が冠水しないだけの標高をもたしめること、ま

空 港

林 鋼 太 郎

1. 被害状況

阿賀野川河口の西方に位置する新潟空港は、砂地盤のため激甚な災害を受けた。すなわち、空港の基本施設である滑走路、誘導路、およびエプロンの舗装は、地割れ、不同沈下、および水平移動により大部分が破壊した。また、地下水の噴出、防潮堤破損による海水の浸入、排水管路の破壊、および下流の阿賀野川河口の排水ポンプ場の破損で相当面積に滞水し、空港機能は完全にまひ状態におちいった。またターミナルビルは約100cm沈下し、1階は浸水し

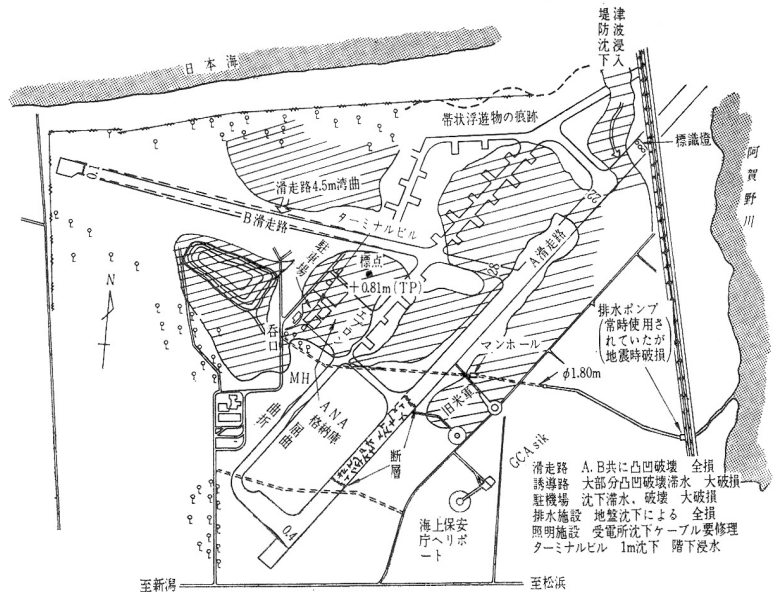


図-1 新潟空港付近平面図

新潟空港被害写真・左よりA滑走路，B滑走路の破損状況，右はターミナルビルの沈下状況



た今後の地盤沈下量を考慮し、現在の滑走路、誘導路、およびエプロンの上に約 1.5m の盛土かさ上げ施工することにした。本復旧工事は 39～41 年度の 3 年計画で実施する予定で、その復旧費は概算 6 億 7 000 万円を見込んでいる。すなわち

39 年度；A 滑走路の盛土、排水工事の一部を完了

40 年度；A 滑走路、誘導路、エプロン、道路駐車場の舗装、排水工事、庁舎の復旧を予定

41 年度；B 滑走路の盛土および舗装を予定

A 滑走路の工事は、B 滑走路を使用しながら施工せねばならないので、運行制限、工事制限など困難な問題がある。  
(正会員 運輸省航空局建設課長)

## 国 鉄

渋谷 祥 夫

### 1. 被害概況

新潟地震による国鉄の被害は、新潟を中心に東北全般にわたり、不通区間約 110 ヶ所、施設関係被害総件数約 2 500 件、被害総額約 110 億円に達した(本誌 49 巻 8 号参照)。

### 2. 復旧概況と問題点

復旧工事は、地元の努力はもちろん、各地から延べ約 12 600 人の助勤や自衛隊の応援を得て鋭意施工され、6 月末には、一部をのぞき開通した。最も被害の大きかった越後線 関屋～白山～新潟間も 7 月 12 日開通した。本誌 49 巻 8 号の被害概況の項目にそって、その復旧状態と問題点をのべる。

#### (1) 橋 梁

新潟駅構内で桁が落下した笹口跨線橋は、桁を切断、

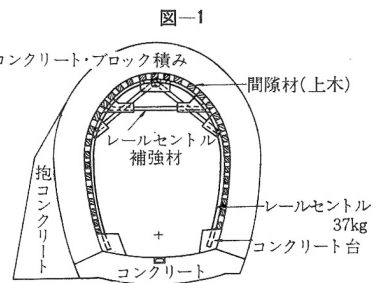
取のぞき、軌道整備の後、6 月 24 日開通した。跨線橋は、建設省の災害復旧橋(パネル橋)で、一時仮復旧し、その後この仮設橋を撤去、本復旧工を行ない、5 月 14 日完成し、もとの姿になった。

越後線 白山～新潟間信濃川橋梁の第 1 橋脚が、約 8 度傾斜したが、これに対しては、1 連目の桁を鋼製ベントで、2 連目を鋼製パイル(φ0.5m×30m×6 本)でそれぞれ支持し、添え桁を用いて 1・2 連の桁を溶接した。一応この状態で開通し、第 1 橋脚を改築、12 月末 写真-1 のように完成した。

軟弱地盤地域にある橋梁について、震害の状態を考慮し、とくに橋台橋脚の傾斜滑動、桁落下など今後検討し、耐震的な構造に留意しなければならない問題がある。

#### (2) トンネル

羽越本線 鼠ヶ関～小岩 川間鼠ヶ関トンネルおよび寺坂トンネルは、坑口付近にクラックが多数発生した



ため、レールセメントをそれぞれ架設補強し、6 月 25 日開通した(図-1 参照)。

#### (3) 路 盤

羽越本線 西目～出戸間で線路延長 140 m にわたり、高さ 10 m の高築堤が流失したが、土工量約 12 000 m<sup>3</sup> の盛土を行ない、6 月 19 日開通した。この流失について路盤の排水不良が検討され、φ75 mm×12 m×23 本の集水管と、φ600 mm×34 m×1 本のヒューム管を埋設した。この結果、集水管 22 本からかなりの水が出、効果があったと考えられる。

越後線 関屋～白山間は、路盤沈下が最もいちじるしく、盛土所要量は約 16 000 m<sup>3</sup> で、関屋方より盛土作業を行なった(写真-2 参照)。

以上の震害例からみて、軟弱地盤上の盛土、とくに盛土資料が砂質で、粒径の均等質であるもの、橋台裏盛

写真-1 信濃川橋梁被害・復旧状況

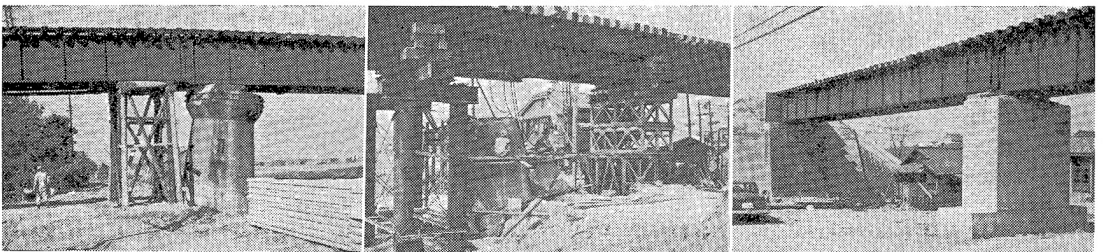
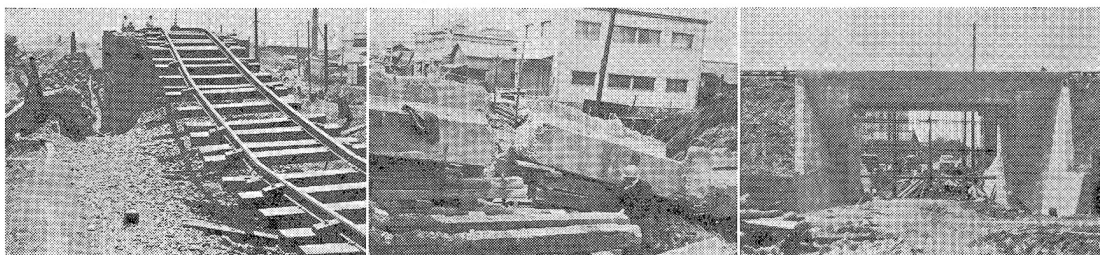




写真-2 白山駅構内被害・復旧状況



写真-3 白山駅際跨道橋被害・復旧状況



土、のり勾配など、今後十分検討されなければならない問題である。

(正会員 国鉄施設局土木課)

## 電力施設

原田 信昭

新潟地震による電力施設の被害は、新潟県のうちとくに新潟市を中心とした地域に集中し、以下山形、秋田、福島、宮城の各県の順となっていた。

新潟市は、被災と同時に新潟市内は全停電し、また、配電用変電所はわずかに関屋変電所1ヵ所の健全を残すのみであった。したがって、新潟地区復旧の中枢部として、県庁、病院、浄水場、新聞社、銀行への送電を急ぎ、同日22時15分に点灯に成功した。以後被害の大きい地中線の架空線代替、傾斜、陥没した電柱の応急使用、倒壊、折損柱の木柱建替等の非常措置により応急復旧が進められ、被害翌日の17日に44%が点灯し、被災5日後の6月21日に至り、浸水等による長期にわたる復旧不能箇所をのぞき、全市の点灯が回復され、被災地の復興に大きな希望と力を与えた。以下各施設ごとに概要を記す。

### 1. 水力発電所

秋田、山形、福島、新潟各県下の11ヵ所の発電所に

被害を生じた。

土木工作物の被害は、構造物に発生したクラックからの流れが大半であり、比較的小規模の発電所に止まった。また、ダム1ヵ所にろう水の一時増加が見られ(八久和ダム)、その他落石地山の崩壊(沼沢沼発電所)、上田発電所、地すべり増加によるクラックの増大(大所川第3発電所)などがあつた。

### 2. 新潟火力発電所

新潟火力発電所は、主として冷却水路および汽かん用水道の地下埋設部にかなりの被害を生じ、40日余にわたって運転を停止した。これらの被害箇所の復旧については、当初2ヵ月間での運転再開を目標とした応急復旧が行なわれ、被災後44日後の7月29日に1号機、また8月4日に2号機がそれぞれ運転を再開した。

### 3. 電線路

架空送電線の被害は、宮城、山形、新潟の各県下の44線路におよんだが、宮城、山形、両地区の被害は9線路のみでその被害も軽微であり、被災翌日には応急復旧を終了し送電を開始した。しかし、新潟市、およびその周辺は、地盤の移動沈下による支持物の傾斜59件、基電力線の損傷17件、電線に対する他物接触5件等集中的に大きな被害を発生した。

地中送電線は新潟市内に8線路が布設されていたが、地盤の移動、沈下、添架橋梁の破損にともなうケーブルの断線や曲げ、あるいは座屈損傷による絶縁破損などを生じ、7線路が大きな被害を受けルート変更を余儀なく



された線路すらあった。

配電線路については、地震発生と同時に東北電力管内の配電線に相当の断混線を生じた。とくに、秋田支店管内21%、山形支店管内37%、新潟支店管内47%の配電線が被災し送電を中止した。新潟市においては、とくに信濃川左岸の旧河床埋立地、新潟駅付近の旧小田地帯の埋立地の被害がはなはだしく、地割れ、地下水の噴出、陥没、あるいは地盤移動が起り重量の大きい配電柱ほど被害が大きかった。

#### 4. 変電所

秋田、宮城、山形、福島、新潟の各県にわたり、25変

電所が被災したが、新潟をのぞく各地区の被害は軽微であった。新潟市内には、一次変電所(154kV-66kV)2ヵ所、二次変電所(66kV-6kV)8ヵ所があり、一次変電所がほとんど無被害であったにもかかわらず、二次変電所の7ヵ所が受電不能の被害を受けた。

今回の新潟地震による電力施設の被害にかんがみ、今後新潟市において耐震上考慮すべきこととして、地盤沈下対策は別として、施設の設置箇所を極力良質地盤に求めることであろう。しかし、施設の機能に制限されて地盤条件を優先し得ないのが普通であるから、与えられた条件のもとに、施設の重要度復旧の難易度、経済性を勘案して基礎工を行なうことが肝要であろう。

(正会員 通産省公益事業局水力課)

### 新潟震災報告書刊行について

土木学会では新潟地震の全容をとらえた震災報告書を刊行すべく現在作業をすすめております。B5判約1000ページで、本年末には刊行の予定ですのでぜひご一読下さい。

東北大学教授 工学博士 河上房義著

# 土質工学計算法

A5判 254頁 上製  
定価 650円 千 120円

## 改訂版

本書は、同氏の著作にかかる「土質力学」の理解をいっそう深めるため、数多くの演習例題・問題を収めたものとして、すでに10版を重ねてきたが、その間、用語の改正、規格の改正・追加などがあり、現状に合わない面が出てきた。それで、記述の不正確・不備な所所の修正も含めて、今回大改訂を行なった。

〈内容〉 1. 土の間ゲキ、含水量、比重および密度 2. 土の粒度およびアッターベルグ限界 3. 土の分類 4. 土のせん断抵抗 5. 斜面の安定 6. 土圧 7. 基礎の支持力 8. 基礎の圧密沈下 9. クイ基礎 10. 土中の透水と排水 11. 土の締固め 12. 路床および路盤 土質試験方法(JIS A1201~1219)他

工学博士 内田一郎 著

道路工学(改訂版) A5 312頁 上製  
定価 800円 千 120円

改訂に当っては、統計・法令・規格に関連する事項および用語を全く一新した。その他新しい技術を内外に亘って収録した。

古川一郎 著

橋梁工学(改訂版) A5 400頁 上製  
定価1000円 千 120円

本書を発売以来6年を経過し、その間小修正を重ねていたが、各示方書が一新され、新技術が開発された機会に大改訂を行なった次第である。

成瀬勝武他監修

成瀬勝武他監修	土木設計データブック	¥ 4,000.
"	土木施工データブック	¥ 4,800.
"	世界の橋	¥ 4,000.
河上房義著	土質力学(改訂版)	¥ 800.
小貫義男著	土木地質	¥ 800.
同委員会編	測量辞典	¥ 1,000.
岡積 満著	応用測量学	¥ 720.
"	一般測量学	¥ 650.
水野高明著	鉄筋コンクリート工学	¥ 1,000.
安芸峯一監修	測量実務叢書(全12巻)平均	¥ 800.
杉本 礼三著	応用力学演習(上・下)各	¥ 800.
"	応用力学	¥ 800.

### ◎ 目 録 呈 ◎

東京都千代田区  
神田小川町3~1 0

## 森北出版

振替 東京 34757  
電話(292) 2601(代)