

東北地方における土木技術の問題点

1. 北上川の洪水調節

(1) 概要

北上川は宮城・岩手両県にまたがる東北一の大川であり、源を岩手県岩手郡岩手町御堂村に発し北上、奥羽両山脈から発する大小幾多の支川を合わせ岩手県をほぼ北から南に縦貫し、一の関下流の狭さく部を経て宮城県に入り、米谷の大湾曲部を通り津山町柳津で新北上川に分流し、新北上川は追波湾に注ぎ、旧北上川は迫川、江合川などを合わせ石巻湾に注いでいる。

新川は慶長、元和年間に開削されたもので、その後、明治43年より昭和9年までの第1期改修工事時代にさらに河川を拡大して本川とし、分流地点に洗ぜき、水門、開こうを設け、また新川には可動ぜきを設けて分流量を調節し、さらに、用水の確保を行ない塩水の逆流を防止した。

(2) 第一次改修計画

北上川下流部宮城県側は明治44年より河道改修高水工事が行なわれ、昭和9年一応竣工をみているが、岩手県側は、一の関市狐禅寺下流十数kmにわたる狭さく部により、洪水の流下がさまたげられ、この狭さく部の疏通能力は $5600\text{ m}^3/\text{sec}$ 内外にすぎず、これに反し、一の関平野に殺到する洪水量は最大 $7000\text{ m}^3/\text{sec}$ 、また昭和22年カザリン台風時には $9000\text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水以上と推定され、このため一の関平野の湛水は大正2年8月洪水時において十数メートルに達した。したがって、この狭さく部が、下流宮城県への影響で、開削できないとすると、北上川上流部の改修計画は、従来の河道工事のみでは工法工費の点からいって問題があり、多数の多目的ダムによる洪水調節を前提とする改修計画が昭和16年樹立されたのである。この第一次改修計画においては、北上川本川渋民ダム、雫石川御所ダム、猿ヶ石川田瀬ダム、和賀川湯田ダム、胆沢川石淵ダムの各地点に多目的ダムを建設し、一の関平野における洪水流入量を $7700\text{ m}^3/\text{sec}$ より $5600\text{ m}^3/\text{sec}$ に調節し、河道改修とあわせて、北上川上流部における治水方式を確立したものである。

(3) 改訂計画の作成

当初計画樹立後、昭和22年北上川上流部はカスリン台風による大出水にみまわれ、花巻市以南は既往最高となり、一の関推定流入量は $900\text{ m}^3/\text{sec}$ と大幅に第一次

計画を上まわった。さらに昭和23年アイオン台風による出水にみまわれ、花巻市以南本川においては、この22年9月洪水の最大流量を基準として計画高水量を定め、各支川については、従来の考え方を改め、支川最大流量をもって計画高水量とし、これに対し調節機能を増大するため、ダム地点の変更、高さの増大などの計画変更を行なった。この結果、5大ダムの総洪水調節容量は、当初計画の 82000000 m^3 より 238000000 m^3 と約3倍に増大し、狐禅寺上流における流域面積の約47%は5大ダムの支配流域となった、この5大ダムは、北上川特定地域総合開発の中心として、発足当時はTVAの日本版として期待がよせられた。この計画は昭和22年9月洪水時一の関流入量を $9000\text{ m}^3/\text{sec}$ とし、5大ダムによる調節効果を狐禅寺地点で $2000\text{ m}^3/\text{sec}$ と定め、さらに一の関市対岸舞川に遊水池を設け、 $700\text{ m}^3/\text{sec}$ のピークカットを行ない、狐禅寺以南の狭さく部における可能流下能力 $6300\text{ m}^3/\text{sec}$ に流量を低減させた。

(4) 5大ダム統合管理と洪水予報

すでに完成した石淵、田瀬両ダムにおいては、管理事務所を設け、建設省直轄管理を行ってきたが、近く湯田、四十四田ダムの完成の見とおしがついたので、これらダム群の統合管理の必要性が生じ、統合管理の構想が具体化した。すなわち、北上川上流部は、流域の降雨特性が非常に異なり、合流の状況が複雑であるので、5大ダムの組合せを考慮した、洪水調節効果を確認し、さらに、より有効な調節効果を得るための、有機的な統合操作が要求されるようになる。また、北上川上流部は河道工事の進捗率が低いため(38年現在約30%)中小洪水といえども水防上重大であるので、5大ダムを統合操作しながら、迅速かつ精確な洪水予報を行なう必要がある。以上の要求をみとすには、高速度に精確な計算を行ないうる計算機が必要と考えられ、昭和34年以来、東北地方建設局内にアナコン製作小委員会を設け、高性能アナログ式電子計算機の開発を進めてきたが、昭和38年3月岩手工事事務所が盛岡市に設置された。この計算機は期待どおりの性能を発揮しており、今後5大ダム統合管理と洪水予報に大きな役割りを果たすことが期待されている。

(5) 旧北上川の洪水調節(江合、鳴瀬、迫川)

北上川本川の洪水は、計画として新川をとってその

全量を追波湾に流下させ、洪水時旧川への分流はない(平水時維持用水を分流する)。

旧北上川の洪水は、河口における流量を、2000 m³/sec におさえるため支川江合川上流に鳴子ダムを築造して洪水調節、さらに新江合川を開削して 300 m³/sec を分流させ、その残量 800 m³/sec を合流させている。また支川迫川においても花山、栗駒両ダムおよび南谷地、長沼遊水池により調節し、合流量を 900 m³/sec (調節前推定流量 2450 m³/sec) としている。そのほか蕪栗沼遊水池などにより合流量の軽減をはかっている。

(6) 北上型アナログ コンピューター

北上型アナコンは、低速度型電子管式計算機であるが、多数の流域の降雨量の処理に多チャンネルの長時間関数の発生が必要なのでデータ処理性にすぐれているデジタル型入力方式を採用しており、デジタル アナログ計算機(いわゆるハイブリッド計算機)と称すべきものである。計算機種の選定に当っては、コスト、非線形要素の演算による計算速度および取扱いの簡便さなどを考慮して、アナログ型を採用した。この北上型アナコンの概要を列記すれば下記のとおりになる。

a) 数学的モデル 支川流出には unit graph 法を採用した。

$$q = \int_0^t R(t-\tau)U(\tau)d\tau$$

q: 支川流出量 R(t): 有効降雨関数
U(t): ユニット グラフ

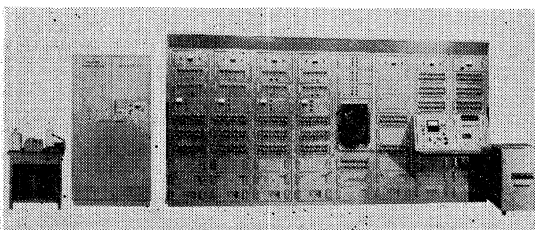
本川河道部は開水路運動式と連続式を連立させた。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2}{P^4/3} \frac{Q^2}{A^2} &= 0 \\ \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= P \end{aligned} \right\}$$

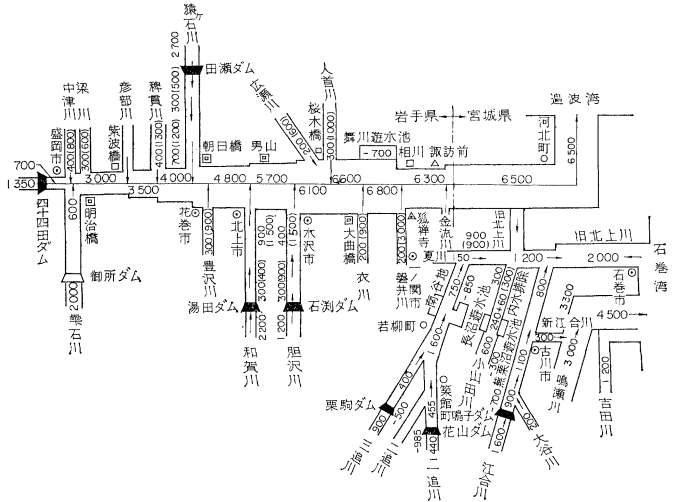
A: 水位, Q: 流量, A: 流積, R: 径深, n: 粗度係数, x: 流下距離, t: 時間, P: 横流入強度

b) 本計算機は原則として洪水追跡用単能形であるが、一般解析演算にも利用可能である。

c) 洪水追跡演算としては、入力として流域平均有効
アナログ コンピューター



図一1 北上川計画高水流量配分図 (m³/sec)



毎時間雨量およびダム放流量が与えられるが、河道任意点の水位、流量が与えられれば、それより下流の計算が可能である。

d) 雨量データの設定は 6 単位きん孔テープによって 2 桁の数値として、連続 96 時間以上の演算が可能である。

e) 解として洪水予報地点 8 カ所の水位流量がペン書同時記録され、その精度は 1% 以下である。またその他の物理量、たとえば支川流入量などは必要に応じ記録できる。

f) 流域よりの降雨流出はユニット グラフ法により、いわゆる、2 次おくれ回路で模擬し、本川部においては河道を数個の区間にわけて、a) で述べた基本式を階差法により常微分方程式として演算を行なう。

g) 自然現象 1 時間が計算機演算 1 秒に対応し、96 時間洪水は 96 秒で実時間演算される。

h) ダム放流量は、折線近似関数発生機のタイム プログラムにより模擬する。

本計算機は、設置以来、デジタル コンピューターによる演算結果との比較既往洪水の解析、河道改修による影響、ダム調節効果の算定などを行なっており、今後洪水調節計画の検討を始めダムの統合管理および洪水予報に、その特色を十分に発揮することが期待される。

2. 雪寒対策

(1) 国 鉄

東北地方における国鉄土木技術の問題点は種々あるが、これを一口にしていえば、東北特有の中途半端な気象状況に起因するもので、鉄道のみに限らず、他部門に共通したものである。中途半端な気象による問題の代表的な例をあげてみよう。この地方における冬の積雪寒冷

はなかなかきびしいが、それでも日中は相当気温の上昇があり、夜とともに冷え込むのが通常である。すなわち、雪や氷は昼は融けるが夜になると氷結する。この凍結・融解のくり返しが1年のうち約半分は続き、コンクリートや土構造物に地区にない苛酷な条件を与える。これは諸構造物の設計・施工にはもちろん、特に線路保守上（温度差による遊間、凍上による高低・水準の維持）に大きな困難をとまっている。この対策は簡単のようであるが解決はされていない。

東北における土木工事の施工適期は、4月中旬から10月中旬までである。この間における土構造物の設計施工にも問題がある。一般にこの地方の土質は、含水の多いシルト、ロームであるが、これを大型機械で土工をする場合、特に盛土では降雨により締固めどころか、土工そのものが不可能になる絶望的な土質状態となることが多い。関東以南のように高温曝気による乾燥などおいて望めないから、勢い不良土は捨て良い資料を求めることになるが、この土質学的に良い資料はなかなか入手がたい。したがって土質安定処理の方法か、あるいはその土の安定勾配を持つほう大な盛土を設計することになる。しかし、土質安定処理法については、いまだ適当な、あるいは経済的なものが見あたらないし、また、後者のような盛土は、悪天候に対する耐性が少なく、しばしば、沈下崩壊があり、この対策は軟弱地盤の処理以上に困難な問題となっている。切取においても同じことがいえる。含水の多い土質の凍結・融解作用によるのり勾配の不安定、表層凍上のため浮き上がったのり面防護用の植生工が、雪とともにすべり落ちて生育しないことなども研究すべき重要課題の一つであろう。しかし、土構造物が、含水多量で最も不安定な融雪期に、必ずしも崩壊そのほかの事故が多く発しているとは限らない。これは冬期の前記した苛酷な条件そのものが、土粒子の再組成を自律的に行なわせて、暫時的安定を与えているものと思われる。したがって、土構造物は、使用前に一冬越させることが落ち着きも良くなり、弱点も判明し対策もとりうることになる。これはまた、東北地方における土木施工法の一般的常識と合致している。しかしこれらを技術的に解明し、積極的に利用開発する段階には至っていない。特に低開発地域である東北では、急速施工を要求されるあまり、越冬の手段はとり得ないことが多い。なお、寒中施工については、コンクリートではすでに各種の方法を考案してほぼ支障なく行なわれているが、土構造物の降雪凍結期の施工は、多くの場合中止しているのが現状である。

東北地方における冬期間の輸送の確保について、新たな、しかも当然な問題が起こっている。従来降雪地帯では鉄道線路の除雪は単線型が主体であったが、複線工事

が進むにつれ複線型、つまり一方の側に多量の雪を押しつける方式に変わりつつある。一方国道の改良も進み、従来冬期間は交通絶たか、積み上げ路面としていたのを、全期間を通し舗装面を確保する完全除雪に変わりつつある。この両者が平行または交差して走る区間は、互いの除雪が干渉しない方策を研究しなければならない。たとえば鉄道と国道とが接近しうる限度は、その地区の降積雪量とその状態、風速、風向などと、両者の除雪方式などから定めなければならない。しかし、その地区ごとの適確な雪の状況を求めることはなかなか困難であるし、実際は、両者を離すにも種々の制約があって、結局防雪さく、雪覆、流雪溝などの共同設置についての土木技術的研究が必要となっている。

最後に東北の鉄道では、近代化にともなう電化計画が進むにつれ、これにともなう現在トンネルの改築がある。これは、現在トンネルの断面が狭小なので、交流電化型に断面拡大するもので、列車を運行させながら改築する方法と、別線新設する方法とがある。前者ははなはだ危険であり、高価ではあるが、線形、停車場位置の変更、取付土工を考えると総体的にはこの工法が安く、かつ好ましい場合がある。この工法では列車への移動式防護工をトンネル内面に入れ、この防護工とは別に鋼製支保工による掘削を進める施工をしているが、列車の保全、悪地質による土圧対策、列車の煤煙処理、狭小部のコンクリート覆工など経済的にして早急な技術を要求されている。また後者の別線新設案においても、地質の軟硬にかかわらず現在トンネルにおよぼす影響を十分調査し、施工・設計をねる必要があるが、これらにおいても解明できない事項が多く、今後の研究が待たれている。

(2) 道 路

冬季交通の確保が、民生安定上はもちろん産業経済の伸長とともにますます重要であることは論をまたないところであるが、東北地方が後進性から脱却するためにもきわめて重要な事業となっているので道路除雪の概要を

表一 東北地方主要都市の最大積雪深

地名	昭32~36		昭38.1月 豪雪時 積雪深	地名	昭32~36		昭38.1月 豪雪時 積雪深
	最 積 雪 深	同平均値			最 積 雪 深	同平均値	
青森	138	100	150	山形	88	51	65
大前	116	81	125	米沢	198	134	76
大館	83	72	110	野辺地	150	92	95
能代	89	62	69	盛岡	71	41	64
秋田	60	33	79	花巻	80	53	60
酒田	43	27	63	新発田	206	84	165
鶴岡	93	64	111	長岡	295	139	318
大曲	170	109	145	新潟	120	45	61
湯沢	193	134	127	高田	377	172	143
新庄	174	126	210	柏崎	194	80	130
尾花沢	233	154	148				

注：1. 東北地方については気象台の資料による。

2. 北陸地方については「道路」1963. 9月号、北陸豪雪始末記より転載。

表一 昭和38年度 東北地方各県別雪寒路線指定延長調書

道路の種類	区 分	青 森	岩 手	秋 田	山 形	宮 城	福 島	合 計
一級国道	地域内延長 (A) km	166.9	553.7	392.2	367.0	297.0	334.1	2 110.9
	指定直轄管理区間 km	66.0	123.5	31.9	161.5	59.3	—	442.2
	指定県管理区間 km	100.9	369.9	360.3	165.1	237.7	215.6	1 449.5
	指定延長 小計 (B)	166.9	493.4	392.2	326.6	297.0	215.6	1 891.7
	(B)/(A) %	100.0	89.2	100.0	89.0	100.0	64.5	89.6
二級国道	地域内延長 (A) km	276.3	240.5	330.0	195.6	66.9	420.6	1 529.9
	指定延長 (B) km	246.6	174.0	303.3	87.6	48.6	400.7	1 260.8
	(B)/(A) %	89.2	72.3	91.0	45.0	72.6	95.3	82.4
主要地方道	地域内延長 (A) km	669.0	743.4	521.9	590.2	537.2	678.4	3 740.1
	指定延長 (B) km	589.6	549.3	353.4	348.5	451.9	568.4	2 861.1
	(B)/(A) %	88.2	73.8	67.0	59.0	84.1	83.8	76.5
一般地方道	地域内延長 (A) km	1 892.5	2 147.4	1 528.1	1 720.0	1 653.1	2 929.4	11 870.5
	指定延長 (B) km	436.9	578.0	581.0	449.6	441.3	858.7	3 345.5
	(B)/(A) %	23.8	26.9	38.0	26.0	26.7	29.3	28.2
合 計	地域内延長 (A) km	3 004.7	3 685.0	2 772.2	2 872.8	2 554.2	4 362.5	19 251.4
	指定延長 (B) km	1 440.0	1 794.7	1 629.9	1 212.3	1 238.8	2 043.4	9 359.1
	(B)/(A) %	48.1	48.7	59.0	42.0	48.6	46.8	48.6

紹介する。

a) 積雪量 東北地方の積雪量は、表一に示すが表日本の宮城県以南は、雪は少ないが、内陸部が多雪地帯であり、日本海沿岸が吹雪地帯といえる。また、雪の比重は北海道のものより大きく 0.1~0.15 くらいである。

b) 雪寒地域指定路線 東北地方の雪寒地域内指定路線は、表一のように、雪寒地域内道路延長約 19 250 km に対し約 9 360 km で約 49% にすぎない。表を見てわかるように主要地方道以上の道路の指定は大体高率なので問題ないが、一般地方道になると、わずか 28% の指定であり、交通網の機能発揮の面から考えると未指定となっているので市町村道とともに大きな問題といえよう。

c) 雪寒事業 「雪寒法」にもとづく事業は、①除雪事業、②防雪事業、③凍雪害防止工（合流雪溝整備）の三事業であり、現在は昭和 36 年度を初年度とする雪寒事業 5 年計画にもとづいて施工されているが、昭和 39 年度に大幅に改訂される機運にあるので、詳細は省略する。

d) 除雪事業 東北の道路除雪は、雪寒法制定以来強力に推進されつつあるが、最近のめざましい経済活動

表一 東北地方の道路除雪延長

年 度	昭和35年	昭和36年	昭和37年	昭和38年
除雪延長 (km)	5 250	5 966	6 710	7 570
前年比 (%)	—	1.14	1.12	1.13

表二 昭和38年度東北地方道路除雪内訳

県 名	東北地 建直轄	青 森	岩 手	秋 田	山 形	宮 城	福 島	計
除雪延長 (km)	442.2	1 499.9	1 881.7	1 246.7	1 018.2	525.3	954.8	7 568.8

に即応するよう除雪を遂行するためには、まず第一に道路の改良舗装の促進をはかることが必要であり、また現在施行している除雪の質および量の向上も必要である。

除雪事業の概要はつぎのとおりである。

① 除雪延長：最近における除雪延長の推移は表一のとおりで年々約 12% も増加していることは除雪事業の躍進がうかがわれ、本年度においては雪寒指定路線の約 80% に達する。

② 除雪事業費（除雪機械整備費を除く）：

④ 1級国道の指定区間；昭和 34 年来、国直轄で施工され年々指定区間の追加にともない事業費も増大し、本年度は除雪延長 442 km、事業費 1 740 万円の計画である。

⑤ 県施行区間；昭和 36 年度までは国庫補助がなく、県単事業として施工され、地元協力団体の援助をうけて実施された。昭和 37 年度から、国庫補助がわずかになされたが、除雪延長の伸びにおいつかず、まだ地元協力団体の援助が必要な現状である。

③ 除雪機械：除雪事業の伸びとともに除雪機械も増強され、昨年度は、ブルドーザ約 150 台、グレーターおよびブラウ付ダンプ約 140 台、ロータリー除雪車 37 台、ローダー 34 台が用意された。

e) 豪雪災害時の緊急対策 昨年 1 月の北陸豪雪の経験にかんがみ、今後予想される豪雪に対処して、緊急確保路線の選定、それに必要な除雪機械、オペレーターの動員などの措置がとられている。

f) その他 吹溜り地帯における防雪柵の設置、市街地における流雪溝の新設が考えられ、東北地方でも山形県尾花沢市に約 2 600 m 新設される。このほか雪崩対策防滑対策も忘れてはならない作業である。

(3) 電 力

山形の除雪状況



発電所送配電線等、電力施設に対する雪害にはつぎのようなものがある。

- a) なだれによる建造物の損傷
- b) 積雪・着雪による送配電施設の損傷機能低下
- c) スノージャム、流雪塊の水路流入堆積による取水能力の減退

いずれも原因そのものを防止することはできないが、適当な対策をとることにより、被害防止あるいは軽減をはかることはできる。以下簡単に各項について概要を説明する。

a) なだれ 建造物を設ける際は地形、積雪状況、過去の記録などを参照して十分安全と思われる場所を選定しているが、必要上やむを得ず危険な場所に設置する場合は、なだれの来襲を考慮して建造物の補強、地下構造の採用あるいは適当な防護策（防止壁柵、スノーシェッド）を施し万全を期しているため、永久施設がなだれにより致命的な損傷を受けた例はほとんどない。しかし工事中の仮設備、仮宿舍は、十分調査して設けるのであるが、工事の性質上ある程度位置が制約され、また施設も簡単なものになるので、予想もしなかった場所、時期に起こったなだれ（大量に降り積った新雪がすべる表層なだれが多い）により人命に死傷が生じた事故が戦後において二、三回起こったが、以後極力事故をくり返さないよう配慮している。

b) 積雪、着雪 山腹等急斜面に設けられた鉄塔付近に大量に積った雪が春先雪解けとともに縮り、斜面に沿ってすべり移動し、鉄塔脚に大きな横圧力をおよぼす。また水平な所でも雪が縮まるにつれて、下部部材にいわゆる「ふとん荷重」となり大きな鉛直圧力をおよぼすことがある。これらの圧力により脚が彎曲することは時々あるが、このために鉄塔が倒壊するに至ったことはほとんどなく、雪が消え去ってから事故を発見することが多い。このような恐れのある所は、部材を強剛にするか、あるいは根巻きコンクリートで十分補強する。

着雪による被害は電線に生ずる。電線が雪の重みによ

り回転（ねじれ線という）しながら太っていく現象で新渦豪雪のときには直径 20 cm にも達するものができた。この着雪が一時に脱落すると、荷が急に減少した勢いで電線は跳躍し、隣接線と短絡する（スリートジャンプ）、あるいは断線などの事故をおこす。また着雪の重心移動による、ねじれ線により引き起こす素線切れも、しばしば遭遇する事故である。着雪は気温が温かく（0°C～+1.5°C）風の穏やかな（5 m/sec 以下）時期におこり、季節的には暮から正月、あるいは3月頃が多い。

雪害とは若干異なるが、標高 800 m 以上の山地では電線に樹氷が付着する（下図参照）。



これがため風におおられ電線の動揺がはなはだしくなると隣接線と短絡あるいは断線をおこす。裏日本と表日本を連繋するには奥羽山脈を横断せねばならず、樹氷地帯を経過せねばならない場合が多い。着氷している期間も長いので東北横断線の大きな問題である。

着雪・着氷に対しては、線間距離を大きくとって短絡防止を計り、かつ電線強度を大にして断線を防止する。現在はこれらの現象に関する諸調査を実施してから建設を進めており、完成後の線路監視補修と相まって 15 万ボルト以上の送電線が雪害によって停電事故をおこすことは、いちじるしく減少している。

c) スノージャム、流雪塊 スノージャムは新雪が河水に混入しジャム状になり、水面下少しもぐった状態で流下してくる。流雪塊は川になだれなどにより大量の雪が落下しこれが塊状になって水面上を浮遊流下する。これらを放置しておくと、スクリーンの目をふさぎ、前面にたまり、ついには取水不能に陥いる。

防止策としては、流雪塊は浮遊してくるのでスクリーン前面に防材を浮かべ、水路への流入を阻止し、たまった雪塊は土砂吐、余水吐から越流排除せしめる。スノージャムは水路に流入させても途中で堆積しない限り支障がないので水路内流速を早め遅滞なく流下せしめる。しかしスクリーンにさえぎられ、なかなか流入しないので、丁字状の棒により前面をかくはん、あるいはこすって目詰りを防ぐ必要があり、多くの人手を要する。特にスノージャムの多い所では砕雪機（原理は人力作業と同じ）を設置し能率を上げている。そのほか取水口、沈砂池などに適宜雪覆を設け雪が水路内に入らないよう配慮するなどの方法をとっている。

現在各所とも十分注意して運営しているので、水路あるいは鉄管内に雪がつまり取水不能におちいることは、ほとんどなくなっている。

総括して雪害はかなり減少しているが、このために雪



のない地域に比して余分の経費がかかるのは致し方ない。しかし雪が多いことは反面水力発電にとり有利になるので、雪害と差し引き勘定すれば、むしろ雪の功の方が大きいといえよう。

3. 大船渡港の津波対策防波堤

(1) ま え が き

沖合に大地震の頻発地帯を控え、海岸線のいたるところ屈曲湾入に富んだ典型的なリアス式海岸の三陸沿岸は、有史以来すべて凄惨な津波 災害に連なっている。

史実に明らかなところでも貞観 11 年 (869 年) 以来今日までに 28 回にわたる大津波が来襲しており、その惨状は“陸奥国地大いに震動し、流光昼の如く隠映し、海上哮吼の声雷霆に似たり。驚涛涌潮沔涸漲溢し、舟に乗ずるに違あらず、山に攀るに及び難く、溺死するもの数千人、資産稼苗殆んど子遺なし”と凄絶に形容されている。もちろん三陸海岸の最南端に位置する大船渡湾も例

表一五 最近の大船渡湾の津波災害

津波名	発生年	津波階級	被害戸数			死者 (人)
			流失 (戸)	全潰 (戸)	半潰 (戸)	
三陸津波	明 29 年	4	382	13	45	1241
三陸津波	昭 8 年	3	187	2	0	120
チリ津波	昭 35 年	2	245	239	620	53

外ではない。参考までに同湾の最近の被災例を示せば、表一五のとおりである。

なかでも、昭和 35 年 5 月 24 日未明、人身に感ずる地震もないのに突如として来襲したチリ地震津波の災禍は、大船渡湾に一手に集中した感が深い。岩手県下の被害総額 115 億円余、死者 57 名のうち大船渡湾においては 43 億円余、53 名の多きに達したため、これを契機として、根本的恒久的な津波対策が強く要望されるに至った。

(2) 湾口締切り防波堤の計画と効果

一般に津波対策施設としては、すでに他地区で実施されているような防潮堤を海岸線にめぐらすのが普通の方法である。しかしこの方法を大船渡湾に適用すると、つぎに述べるようなさまざまな問題を生ずる。

① 大船渡湾は他の湾にくらべて湾内全域にわたり海岸沿いに人家が密集連坦している。しかも前面水深は深い等のため防潮堤築造上の問題が多い。

② 地区住民は沖合漁業、定置漁業、湾内養殖漁業等漁業に対する依存度がきわめて強いため、海岸線に万里の長城のような防潮堤を造ることによって海陸の連絡を遮断してしまうことは日常の生活活動を営む上に不便が多い。また防潮堤では養殖漁業の防災は期待できない。

③ 大船渡湾は岩手県の産業開発上最も有望な開発拠点として現在各種産業基盤施設の整備が着々と行なわれている。したがって今防潮堤で囲むことは港湾の機能に致命的な障害を与えることとなり、地域開発上好ましくない。

以上のような事情を考慮してチリ地震津波対策審議会では防潮堤の代りに湾口締切り防波堤計画を採用した。本防波堤は図一2 に示す湾口位置に築造するが、湾口幅員 740 m のうち中央部 200 m を港口とし、残りの 540 m を天端高 +5.0 m の混成式防波堤で締めきることによって、湾内に侵入する津波の流勢をそぎ、津波波高の peak cut 効果をはかるものである。

この防波堤の湾内におよぼす水理的な効果、影響の概略をつぎに示す。

表一六 湾口締切り防波堤の効果

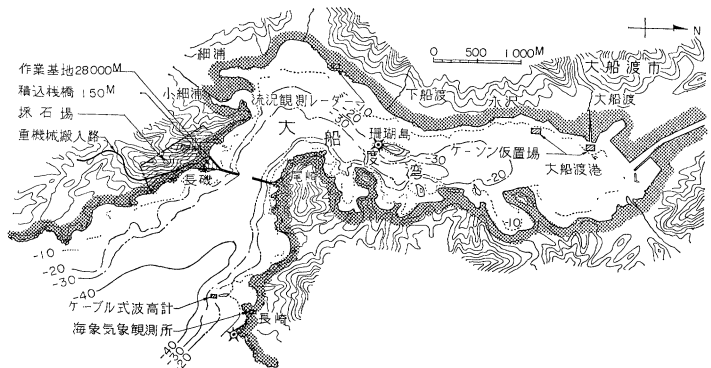
	チリ地震津波	近地地震津波
peak-cut	1.9 m	2.6 m
内外最大水位差	2.8 m	3.0 m
最大港口流速	定常 5.9 m/sec 過渡 5.1 m/sec	定常 6.1 m/sec 過渡 5.7 m/sec
常時港口最大流速	0.15 m/sec	—

注：1. 計算は流入方式による。

2. 津波の諸元

チリ地震津波	半波高	3.0~5.0 m	周期	40 分
近地地震津波	半波高	3.0 m	周期	15 分

図一2 大船渡港平面図



大船渡湾の既往の最大津波水位がほぼ +5m で湾周辺の地盤高が +2.5~3.0 m であることを考えると、かなり効果が期待できるであろう。

(3) 津波防波堤の設計と施工

防波堤の工事地点は平均水深 27 m, 最大水深 37 m と水深がきわめて深く、さらに未解決問題の多い津波力を対象としているため、設計施工上問題点が多いが、ここでは、その要点のみを記すに止め、詳細はつぎの機会にゆずりたい。

a) 防波堤部(図-3) 港口の両側 480 m の延長は図-3 に示す構造で施工する。設計条件はつぎのとおりである。

安定計算上、特に問題になったのは海中部において 20~25 m の高さの Rock fill type マウンドの上に高さ 15 m のケーソンを載せた総高 35~40 m に達する混成防波堤の地震時の振動性状とマウンドのり面の安定である。この点について種々検討した結果、構造物全体について一律な震度をとらず、高さによって表-7 のように震度を変えたのであるが、目下港湾技術研究所において振動実験を実施中である。

表-7

波	浪	$H=4.0\text{ m}$	$T=9\text{ sec}$
		$H=6.0\text{ m}$	$T=15\text{ min}$
地	震	$H=6.0\text{ m}$	$T=40\text{ min}$
		-20~-35 m	$k=0.1$
		-10~-20 m	$k=0.15$
		ケーソン部	$k=0.2$
基礎地質		堅硬な岩盤	

上記設計条件を用いたケーソンの安定計算結果はつぎのとおりである。

表-8

	sliding	over turning	Toe pressure
浅部型ケーソン	1.27	2.25	30.0 t/m ²
深部型ケーソン	1.34	2.32	31.6 t/m ²

基礎捨石量は約 100 万 m³ に達するが、図-3 に示すように長磯側に採石場を設け、ベンチカット発破によって 2000 m³/日の捨石採取を予定している。岩質は海岸

図-4 開口部断面図

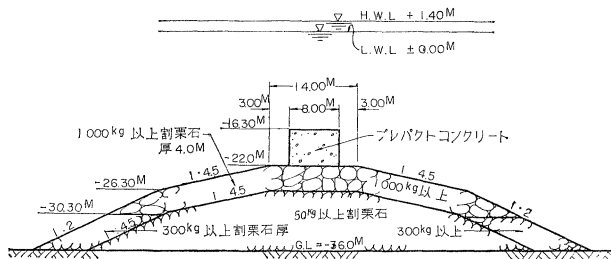
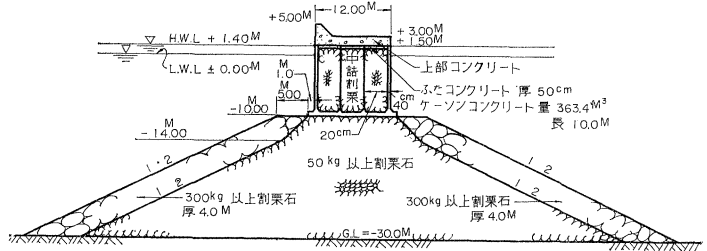


図-3 標準断面図



線に沿って石英安山岩、その背後に砂岩層が分布し、両者とも堅硬であるが比較的きれつが多いようである。捨石積込みのため長磯港内側海面 28000 m³ を表土やずりで埋立てて、作業基地とし護岸前面に積込用棧橋 2 基を設けた。陸上運搬はユークリッド 227, ダンプトラック、海上運搬投入は 180 m³ 積底開式岩運船を主力としている。ケーソンは浅部型(高 11.5 m×幅 14 m×長 10 m) 42 函、深部型(高 17.8 m×幅 20 m×長 10 m) 6 函であるが、両者とも宮古港ケーソンヤードで製作し、海上距離 120 km を回航しすえつけを行なう。

このうち深部型ケーソンについては宮古港で高さ 10 m まで製作して大船渡に回航仮置き、残りの 7.8 m を打ち足したのち本すえつけする計画である。

b) 開口部(図-4) 港口部は将来 10 万 t 程度のタンカーが入港する事態を予想して -16.3 m の水深を確保することにした。設計に当たって最も検討を要した点は津波時の港口流速がきわめて大きくなることである。前述の流入方式の計算によれば 6 m/sec となるが、さらに越流せきの考えによって深度ごとの流速分布を計算すると、-16.3 m においては 8.3 m/sec となるので、この流速分布にしたがって被覆石重量の算定および上部セル部の安定計算を行なった。開口部の本体となるセルは厚 3.2 m/m 鋼鉄を主材として陸上で製作し現地に沈設したのち骨材を投入し、モルタルを注入する計画である。

以上大船渡津波防波堤工事の概要を述べたが、これに要する事業費は約 19 億円で、昭和 41 年完成の予定である。昨年 6 月現地に工場を開設して気象・海象・砂など調査を鋭意進め、昨年 7 月本工事に着手してから現在までに運搬・道路・切羽・作業基地などの諸準備工事が終り、いよいよ 12 月より本格的な捨石採取投入工事にかかるまでに至った。しかしながら本工事は水深が大きいこと、堤断面が大きいこと、土工運搬量が多いこと、工種が多岐に至ることなどで、これまでのわが国の港湾工事では類例をみない特異かつ大規模な工事のために施工段階において体得する知識の十分な活用と、技術開発にまたねばならぬ点が多いと思われる。このような意味合いからも、今後工事施工過程において遭遇する

問題点は機会のあるごとに逐次報告して広く皆様のご批判とご教示をお願いするものである。

4. 八郎潟の干拓

(1) ま え が き

最近の干拓、開かん事業は従来のような単なる食糧増産の手段としてでなく、低所得地域の開発、農家所得増大政策の一環として見なおされてきた。八郎潟干拓事業はこの意味において、わが国の代業的事業としてその成果が期待されている。以下この事業の概要を紹介する。

(2) 八郎潟干拓事業の概要

a) 着工前の現況 八郎潟は男鹿半島と本土とに囲まれた東西 12 km, 南北 27 km, 面積 22 173 ha の半カン湖で琵琶湖につぐわが国第二の湖である。その成因は地殻の変動による海跡湖で、現在西南端で狭い船越水道によって日本海に通じている。潟の水深は最深部で 4.5 m, 平均 3.2 m, 湖底はほぼ平坦である。潟の流域面積は約 689 km² にすぎず、21 河川が流入しているが、このうち 5 本が準用河川でほかは排水路程度の無堤小河川である。

八郎潟の大規模干拓計画は大正の頃から数次にわたって立案されたが、いずれも技術的、資金的困難から実現しなかった。昭和 27 年に至って農林省は本格的干拓計画樹立の必要性を認め根本的調査に着手し、31 年にオランダの対外技術援助機関と技術援助契約を結び計画書を完成した。その結果、昭和 32 年度から着工するところとなった。

b) 計画の概要 潟の東部に集中している流入河川からの洪水を、東岸沿いの承水路で潟南部に設ける調整池へ導き、調節しながら船越水道を経て日本海へ排除する。干拓地は堤防で囲み、地区内の余水は排水機で調整池または承水路へ排除する。残存水面積は干拓前よりいちじるしく狭小となるので、洪水時の調整池水位は従来

八郎潟の締切工事



より上昇する。このため湖岸に既耕地保護と周辺干拓地造成をかねて堤防を築造する。また流入河川についても水位上昇の影響範囲まで改修する。調整池は干拓地の用水源としても利用する。このために船越水道の入口に防潮水門を設けて、海水の逆流を防止し調整池を淡水化する。

以上の基本構想によって潟面積 22 173 ha のうち、潟中央部に 15 870 ha の中央干拓地および東岸、南岸沿いに 1 560 ha の周辺干拓地をそれぞれ造成する。中央干拓地は入植地とし、理想的なモデル農村を建設する。周辺干拓地は北部、東部、南部、西部の 4 地区に大別され、大部分は周辺既存農家の増反地とする。

建設事業費 331 億円、全干拓面積 17 430 ha, 造成耕地 14 785 ha, 入植 2 000~4 000 戸, 増反 4 300 戸, 事業完成後は、年間農業生産額約 40 億円が見込まれている。

c) 計画上の問題点

① 軟弱地盤上の築堤：潟東南部一帯にきわめて軟弱ないわゆるヘドロ層が分布し、その厚さは 20~30 m にも達している。この軟弱地盤上の築堤については、計画時において自信のもてる基礎処理工法を確定し得なかった。実施に当って、オランダで成功した置換工法とサンドベッド工法について試験堤防を施工して決定することとした。そこで昭和 33 年度に堤防予定線上に実物大の試験堤防を築造して、土質力学的観測および施工方法などの調査を実施した。さらに試験堤防の一部について破壊沈下を起こすまで盛土する破壊試験を実施して、安定度の計算値と実際の比較をなした。この結果、計算と実際の比較が良く一致することがわかり、堤防断面を自信をもって決定することができた。試験の結果を総合して、軟弱地盤部の堤防は 2 m を砂で置きかえる置換型に決定した。

② 船越水道：現水道の通水能力は 150 m³/sec 程度であり、計画上の水道としては不十分であり改修を要することとなる。改修にあたって、現水道を利用するか直線的に新水道を開削するかは、技術的に不明な点が多く計画上の大きな問題であった。そこでこの両案に関する研究を土木学会に委託した。そして海岸工学委員会内にこれに関する研究特別委員会が設置された。改修の問題点は河口閉そくおよび堆砂の掃流などである。これらについては不明な要素が多いので、現地において風、波、堆砂状況などの基礎調査を続けるとともに、農業土木試験場において掃砂実験を実施した。これらの資料にもとづき検討の結果、委員会は新水道案が水理的、経済的に有利であるとの結論を得た。これによって昭和 37 年度に新水道の開削に着手した。しかし新水道河口維持の方法については問題が残されている。

③ 中央干拓地区内農村計画：ここに建設される新農

村は土地利用配分、営農方式、部落形態その他各施設についても理想的に計画され、日本農業の将来の姿を示すモデル農村であるべきである。この観点から農林省内に各界の権威者をもって構成する委員会を設けて入植営農方針、農村建設計画、行財政制度のあり方について検討を進めている。

④ 営農計画：入植者所得が都市勤労者に見合う所得を目ざして、協業による大型機械化営農方式とし、1戸当たり農業所得100万円を見込んでいる。この計画は農業の生産性および所得水準からみて画期的なものであるが、栽培技術、経営方法などにつき未解決の問題があるので、干陸済みの南部干拓地に実験農場を設置して具体

的な研究を進めている。

⑤ 農村建設計画：地区内に総合中心地を設置し生活および経済の中心地とし、さらに干拓地を8地区に分け各地区に農家集落を設ける。各集落と総合中心地は循環道路で結び、地区外とは7本の幹線道路で連絡させて理想的な農村生活が営めるように計画する。

(3) あとがき

昭和32年度着工以来工事は順調に進み、38年11月には中央干拓地の干陸排水を開始した。また周辺干拓地の一部ではすでに周辺既耕地に劣らない収穫をあげている。

東北に心臓をつくれ

井部 勇一

東北の現状は人間のからだでいえば、脚か腕のようなものであって、その心臓は遠く東京にある。たえず新しい血液を送り出し古い血液を回収する心臓がよその地方にあっては東北の開発はおぼつかない。まず東北に一つの心臓をつくり東北各地区の経済の集積を計る必要がある。

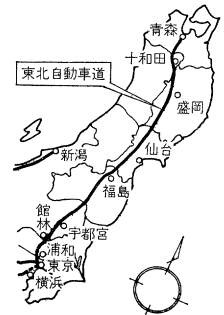
そしてその一つの心臓が十分発達するまで育成し、大きくなりすぎた時、もう一つの心臓をつくることを考えればよい。今の東北に必要なことは産業および人口の集中である。東京や大阪のように無計画に人口や産業などの集中した都市は交通難、住宅難、用水難などでいきづ

まっている。今必死になって応急手術をしているが、それにも限度がある。

東北自動車ルート道案

都市機能を分散し地方都市を振興する必要にせまられている。しかし都市もある程度以上発達しないと生産のベルトに乗れない。一たびこのベルトに乗れば、人口や産業と各種公共事業とは相対的に増大してゆく。

東北の現状ではまず集中によって一つをこのベルトにのせることが必要である。



[筆者：正員 東北地建河川部長]

東北の酒

後藤 壮介

現場に出ると、とかく酒を飲む機会が多い。東北の山村では特にその傾向が強い。先祖伝来のしろものなどで相手されようものならよほど自信の持主でないとは通用しない。

外部から人の入ってくることの少ない山村では、工事のために来ている連中は何かと引っぱり出される。祝いの席などに招かれ、祝儀持参で行くとまず上席の方へ座らされる。入り代り立ち代りの酌の相手をしているうちに餅が出る。“お雑煮”を初め“ごま”、“しるこ”、“納豆”、“じんだ”など種類もたくさんあるが、餅が好きだなどといったら、無理矢理お代りを喰わなければならぬ破目になる。相手の主人が相当参って来たのでこの辺で逃げられるかと思っていると、妻君が席へつく。女

の人といえども中々酒豪がいるので、全く一難去ってまた一難である。この辺で“そば”が出てくる。このそばは通称“そば半酒盛り”といって酒席の半ばに出るもので、腹をつくってから今一献というものであるが、初めての時はいよいよ終りかと思っほっとするが、さにあらず、とんでもないそばである。再び杯を重ねやれやれ終りとなり帰りの挨拶をすると“おたち”（出立振舞いすなわち別れの杯）と称して大きい杯になみなみと入ったのをつき出される。腹八分でおたち分をあけておかぬと具合が悪い。

あれやこれや気をつかって飲む酒は決してうまいものでない。矢張りほどほどに好きなものを肴に気楽に飲むのが最上である。



[筆者：正員 東北電力KK労務部長]