

# 雪害対策研究の現況と今後の課題

植 林 愛 朗  
島 野 邦 雄

## 1. はじめに

38年1月、日本海側を襲った豪雪により、山陰、北陸、上信越地方などにおいては、人命の損失、鉄道、道路などの交通の途絶、家屋の倒壊、農林業の被害のほか、各種産業のまひなど、社会的、経済的に深刻な打撃をうけた。

かかる状況に対処するため、政府は豪雪非常災害対策本部を総理府に設け、災害の応急対策の強力な推進をはかってきた。

すなわち、現地調査団の派遣を初めとして、主要交通路線の緊急確保、災害救助法の適用、生活必需物資の優先輸送などによる民生の安定、および特別交付税の交付や道路除雪費の追加など、緊要な行政措置をとってきたし、もとより関係各省庁、公社、地元各府県においても、それぞれ必要な応急対策が実施された。

しかし、豪雪により今後発生のおそれのある災害としては、3、4月にかけて豪雪地帯一帯になだれ、融雪出水、地すべり、山くずれならびに農産物に対する冷害などが考えられる。かかる二次災害に対処するため、恒久対策の一環として、雪害防災に関する科学技術的な調査、研究の推進が各方面から要望されている。

従来、当庁においては、台風、集中豪雨災害など、年度途中で発生した緊急新事態に対処して、特別研究促進調整費を支出し、関係省庁研究機関の協力分担のもとに総合的な共同研究を実施し、昭和35年度には東京湾高潮の予警報(3500万円)、昭和36年度には由比地すべり(約1250万円)、天竜川上流域集中豪雨防災(約2700万円)、昭和37年度には地震予知方法(約860万円)など防災科学技術に関する特別研究の促進をはかってきた。

今回の豪雪に際しても、当庁では、建設、農林、防衛庁などの関係各省庁(試験研究機関をふくむ)および国鉄からなる「豪雪防災研究連絡会」を設け、豪雪災害に対する総合的な調査研究の推進のための連絡協議を行ない、北陸地方等豪雪防災総合研究課題を設定し、特別研究促進調整費(約2300万円)を支出して、これらの研究を早急に実施することになった。

本研究の各課題は、現在の雪害対策研究の諸問題点を

一応もうらしていると考えられるので、のちほどその概要を紹介することにする。

## 2. 雪害対策研究の現況

ひるがえって、雪害対策に関するわが国国立試験研究機関の現状をみると、従来、運輸、建設、農林、北海道開発などの各省庁研究機関においては、それぞれの行政目的に応じて、主として防災技術研究に重点をおいて推進されてきたし、北大、国鉄、電力関係機関などにおいても、着実な成果が積み重ねられてきたが<sup>1)</sup>、関連する分野が多いにもかかわらず、総合的な研究体制については十分とはいえない状態であった。

大災害が起ると、一元的な行政対策が実施されなかったことが問題となっているが、研究の面においても、相互連絡および共同研究を緊密にして、効果的な研究成果をあげることが必要である。

当庁においては、昭和35年頃から、科学技術に関する予算の見積方針の調整、研究の実施に関する事務の総合調整に際して、防災科学技術に関する諸研究を重点的に推進することに努めてきたが、昭和37年研究調整局の発足以来、関係各省庁と協議して、台風洪水、地震津波、地すべり、山くずれ、雪害の4つの研究課題を選び、総合研究計画を設定するとともに、各省研究課題間の役割と位置を明確にし、研究相互間のバランスのとれた発展を期してきた(表-1)。

しかしながら、各研究機関における雪関係研究者は、

表-1 雪害防災に関する総合研究

研究課題	研究機関	研究内容
1) 積雪調査研究	北海道開発庁土木試験所	凍上および雪害
	農林省農業技術研究所	農業気象
	農林省北陸農業試験場	積雪地帯の作物、環境
	林野庁林業試験場	山林と雪害
	運輸省気象研究所	雪および雪の測器
2) 雪害対策研究	建設省土木研究所	なだれ防止、除雪
	林野庁林業試験場	なだれ防止林
	農林省北陸農業試験場	冷害、融雪
	北海道開発庁土木試験所	融雪出水、凍上凍害

気象庁、農林省、建設省、国鉄をあわせて 30 数名であり、また雪害防災研究費については、河川とか道路とかの公共土木事業にともなう調査費や各研究所における経常研究費を除いては、表-2 のような額で、災害の大きさを考えた場合、必ずしも十分であるとはいえない現状である。

表-2 防災科学技術総合研究課題研究費（科学技術振興予算）

研究課題	37年度 (1000円)	38年度 (1000円)
台風、洪水、地すべり等 防災に関する総合研究	117 486	177 639
地震、津波、防災	22 749	32 128
雪害、防災	8 036	17 214
(運輸省気象研究所)	(1 606)	(1 815)
(農林省北陸農業試験場)	(188)	(188)
(建設省土木研究所)	(2 340)	(3 016)
(北海道開発庁土木試験所)	(3 902)	(4 195)
(科学技術庁研究調整局)	(0)	(8 000)
計	148 271	226 981

(注：気象研究所の集中豪雨雪の研究、37年度 23 711 000円)  
38年度 21 744 000円は台風等防災研究に計上

### 3. 北陸地方等豪雪防災特別研究

本特別研究は、関係省庁と協議の結果、研究の対象を、豪雪ならびに災害の実態の把握と、モデル地域における災害諸現象の解明にしばり、その調査研究の諸成果

表-3 豪雪防災特別研究

研究分担	担当	金額 (1000円)
(1) 空中写真による豪雪調査	科学技術庁研究調整局 (防衛庁自衛隊の協力による) 建設省国土地理院	12 122
(2) 融雪災害に関する調査研究 融雪出水、地すべり、 農業災害、河川水温低下 に関する研究	建設省土木研究所 (北陸地建協力) 科学技術庁研究調整局 (社団法人河川水温調査 会に依託) 農林省北陸農業試験場	6 179
(3) なだれ災害に関する調査研究 なだれ発生機構、予知な だれ防止林に関する調査 研究	科学技術庁研究調整局 (国鉄鉄道技術研究所に 依託) 農林省林業試験場	2 136
(4) 豪雪にともなう建造物災害調査	建設省建築研究所 (日本建築学会に依託)	967
(5) 融雪方法に関する調査研究 農耕地、市街地における 融雪方法に関する研究	農林省北陸農業試験場 科学技術庁研究調整局 (財団法人積雪研究会に 依託)	644
(6) 豪雪防災に関する基礎的調査研究	科学技術庁研究調整局 (財団法人防災研究協会 に依託)	1 021
計		23 069

がただちに融雪期の二次災害対策に資するようまとめられたものである。

研究分担は表-3のとおりで、以下その概要について述べる。

#### (1) 航空写真による豪雪調査

積雪地域の空中写真撮影を行ない、その写真をすみやかに解読して、推定積雪量をあらわす等積量線、山腹斜面に生じたきれつ位置、頻度などを示す地図を作成し、融雪出水、なだれなどの災害予測の資料とし、さらに信濃川上流域のモデル地域では特に反覆精密撮影を行ない、積雪の推移を観測して、災害対策研究に資するよう計画された。

防衛庁陸海空自衛隊の積局的な協力により、北陸、山陰の豪雪地帯全域約 4 万 km<sup>2</sup> にわたる航空写真撮影が、P 2-V 2~3 機、RF-86 F 4~6 機、T-28 1 機、立川の測量大隊、入間の偵察航空隊を動員して実施された。

当庁はこれらの縮尺 2 万分の 1 の密着写真を、各県の対策本部、建設省、国鉄などに災害対策に関する調査研究に活用していただくよう配布した。

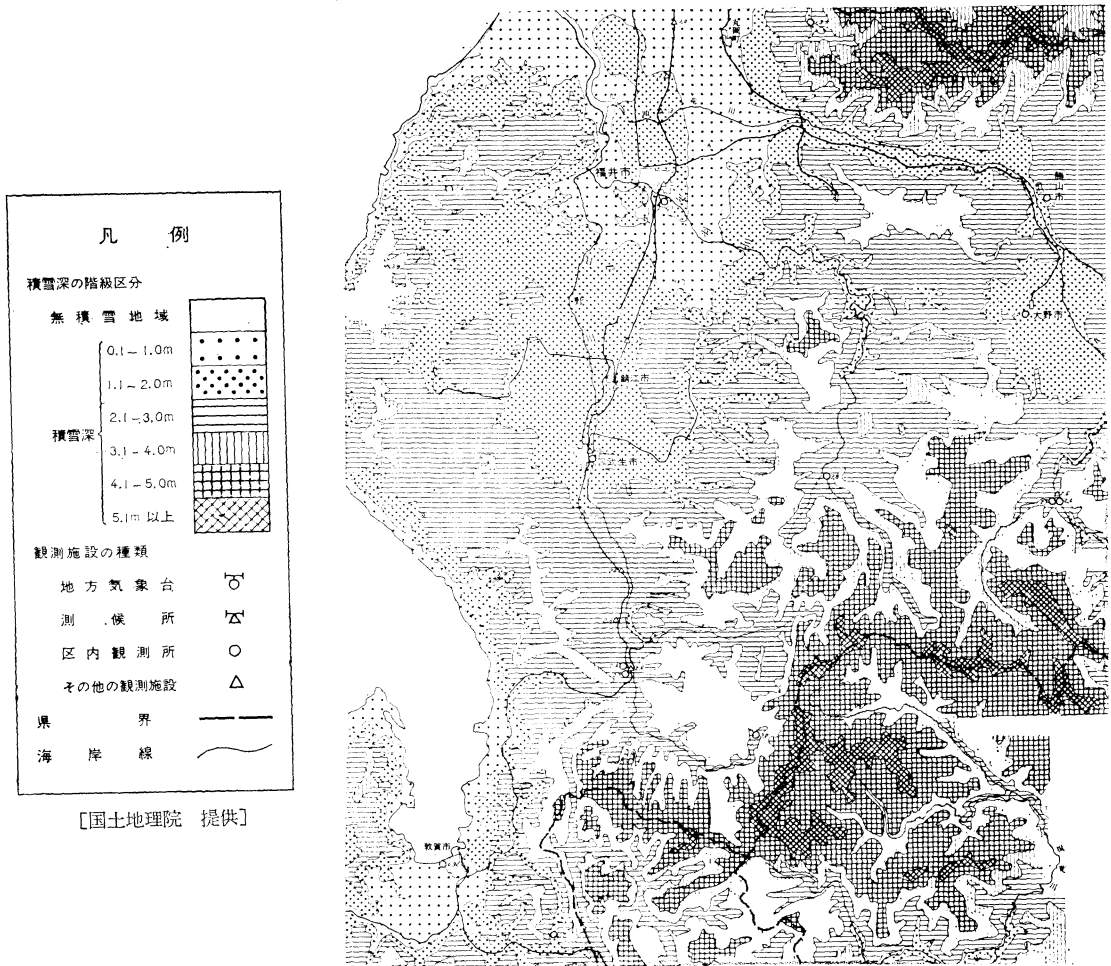
建設省国土地理院は、この航空写真の解析を担当したのであるが、積雪量の分布を示す積雪深区分図を、比較的わずかな、かつ偏在する観測値と、空中写真の測定、判読だけで大地域を短期間に完成された。新しい積雪調査方法として画期的なものであるといえよう(図-1)。

従来、空中写真は、写真測量によって地形図を作ることを主目的とし、最近、地質判読の分野に利用されつつあるが、条件の悪い積雪期の写真測量と判読の分野はいまだよく開発されていない。

欧米では、あらかじめ設置された積雪深表示標識を斜め写真により測定する方法が開発されつつあるが、わが国ではかかる既設標識がなく、また積雪期の写真と無雪期の写真で大縮尺の等高線図を作成して、その全体の体積差から積雪体積を算出する方法も考えられなくはないが、精度、経費(7万円/km<sup>2</sup>)の点で、緊急作業としては不向きである。

今回、国土地理院で検討の結果、ステレオ トープなどにより、河川や池沼の岸高がほとんどない部分での水涯部の雪面と水面の比高、積雪層のずれやなだれなどのために地表面が表われた、その境界面での雪面と地面との比高、尾根などで地表面からの植生と雪稜との間の比高などから、空中写真で積雪深を直接測定できることがわかったので、5 万分の 1 地形図 1 図葉(約 20 km<sup>2</sup>)相当の写真のモデル数(オーバーラップ部分をふくむ)約 80~100 枚につき 8~10 モデルをサンプル地区として抽出し、この 1 モデル内で 3~12 地点の積雪深を測定し、等しい積雪深の区域をその測定値の目やすとして、区内観測所の積雪深実測値(気象協会の協力による)を測定

図-1 福井地区における積雪区分図



値の依頼度の基準として写真上に求め、5万分の1地形図上の成果をさらに20万分の1図上に編集整理する方法が採用された。

積雪深階級区分による積雪形態は表-4のような関係があり、また雪の分布の限界、積雪の表面形態、雪のわれ目なだれの発生分布傾向、雪庇の成長度合いとその向き、積雪深と雪庇の成長度合いなどによる局地的卓越風向およびその強度、新雪なだれと底なだれなどが判読できることがわかった。

今後、写真撮影方法および時期、視差差の測定の問題、精度向上のための積雪前の準備工作など、検討すべき課題は大変多いが、この積雪区分図の完成によって、融雪出水に対する積雪量の計算や、なだれ危険区域の想定などに貴重な資料が提供できるようになった。

(2) 融雪災害に関する調査研究

a) 融雪出水に関する調査研究 現在建設省では信濃川支流魚野川上流域で、ラジオアイソトープと無線を利用した融雪量の測定と、流速、水位観測とによる融

表-4 積雪深階級と積雪形態

積雪深階級区分	相当積雪深	積雪形態
0	0 m	無雪地帯
I	0~1m	地形を白くした程度のもの。あるいは視差差がほとんどなく(0.02以下)、雪の厚さはよく注意しないと感じとれない。
II	1.1~2m	地形をやや滑らかにおおっている感じで、ようやく視差差の差が測定できる。細かい階段状耕作地の段の角がとれてくる。
III	2.1~2m	表面形はまだ細かい地形に支配されているが、細かい段々畑程度のは消えてくる。
IV	3.1~4m	細かい地形は消され、積雪独自の表面形があらわれはじめる。
V	4.1~5m	積雪独自の表面形が多くを占めるようになる。家屋が埋ってくる。尾根、谷のつながり方が無視された等高線であらわれるようになる。
VI	5.1m以上	地形の細部は全く消され、積雪独自の表面形が全く優先する。

雪出水に関する基礎研究を実施中であるが、従来北陸地  
建で調査研究中であった佐梨川流域をもふくめて、信濃  
川流域の水位観測所などに風速、日射、温湿度計など気  
候観測計器を充実し、河川の融雪出水機構を総合的に解  
明して洪水予報および流量の長期的予報などに資するよ  
う調査研究が行なわれた。

また、九頭竜川支流の滝波川流域においては、河川水  
温調査会が電力関係研究者などの協力をえて、スノーサ  
ーバイや気候観測機器による連続観測により、融雪量な  
らびに融雪機構の調査を実施し、また流量、水位の依託  
観測の資料をあわせ、融雪期における河川流量と気温な  
どの関係を求める研究を行なった。

これら両河川の融雪出水状況の資料を総合して、北陸  
地域における各河川の融雪出水対策の資料とすることが  
できる。

**b) 融雪にともなう地すべりに関する研究** 従来東  
北、北陸地方に発生するいわゆる第3紀層地すべりの約  
65%は融雪時に起こっており、特に豪雪年の融雪期には  
その発生率はこれを上まわる数字を示している。

豪雪地帯にモデル地を選び、この地域で融雪量を測定  
し、これと傾斜計、伸縮計の測定による地すべり移動速  
度との関連性を見出すとともに、融雪水の地下浸透によ  
る土の含水比の変化、それに付随して生じる地すべり土  
塊の軟弱化程度を、土質、サウンディング試験などによ  
り調査し、融雪と地すべり速度との関連などその発生機  
構を解明し、豪雪下における地すべりの予知と防止対策  
に資するものである。

モデル地域として選定した新潟県栃尾市北荷頃町は、  
昨年融雪期に約13haの地域が地すべりを起こし、県で  
排水など緊急対策事業を実施したのであるが、現在再び  
約20haにわたり地すべり移動を生じ、今回の豪雪にと  
もなう地すべりの誘発、活発化が憂慮されている地域で  
ある。

**c) 融雪にともなう農業災害、河川水温の低下に関す  
る研究** 豪雪ならびに融雪期の遅延は、農作物に病害  
虫による被害や冷害など種々の悪影響をおよぼしてい  
る。

農林省北陸農試では、高田および近傍の明治圃場をモ  
デル試験地として病害虫の消長過程を明らかにし、また  
河川水温調査会では、従来も冷害が多かった黒部、庄  
川、阿賀野、荒川、信濃の6河川について水温を観測し  
データの収集を行なうなど、行政指導、冷害防止対策な  
どの基礎を確立するための調査研究が早急に行なわれ  
た。

### (3) なだれ災害に関する調査研究

**a) なだれ発生機構に関する調査研究** 今回の豪雪  
により、多方面で融雪期のなだれ災害の発生が予想さ

れ、出水とともに早急な予知方法の確立が要望されてい  
る。

国鉄鉄道技術研究所では、すでに人工なだれなどいく  
つかの実験を通じて、その発生機構などに関する研究の  
成果をあげている。今回の豪雪にもとづく、なだれ発生  
の諸要因を調査研究するため塩沢の雪害防止実験所を基  
地としてなだれに関する新しい予知方法について研究が  
行なわれた。すなわち、ヘリコプターにより多種の斜面  
積雪状態、なだれ発生過程の観測をつづけ、基地におけ  
る気象観測、積雪面上の熱収支測定などの資料と関連し  
て、いろいろな方位および被覆状態の斜面におけるなだ  
れ発生状態と気象積雪状態の関係を明らかにする研究が  
つけられ、なだれ発生機構および予知方法決定のため  
の貴重な成果が得られた。

**b) なだれ防止林に関する調査研究** 農林省林業試  
験場と十日町試験地と共同して、新潟県中部森林基本計  
画区をモデル地域として、なだれ防止林の現状ならびに  
効果などに関する現地調査が行なわれた。

### (4) 豪雪にともなう建造物災害調査

雪質、含水率の変化は雪荷重に相当な変化を与える。  
建物の被害状況、積雪荷重などの実態を調査し、早急に  
行政指導ならびに今後の対策研究上必要な資料を求め  
ねばならない。建設省建築研究所が主体となり、日本建  
築学会の協力のもとに、多方面の資料の収集が行なわれ  
た。

### (5) 融雪方法に関する調査研究

ヘリコプターによる農耕地などの大規模融雪方法およ  
び新潟県長岡市において一部道路、屋根面などにおいて  
実施中の地下水を利用したパイプ配管による融雪方法に  
ついては、すでに北陸農業試験場および積雪研究会にお  
いて基礎的な実験が行なわれている。農耕地および市街  
地において実用的規模で実施された本試験研究の成果  
は、今回のいわゆる里雪型の豪雪に対してきわめて効果  
が多いものと期待される。

### (6) 豪雪防災に関する基礎的調査研究

今回の豪雪は、里雪という特性をもち、比較的べた雪  
の性質をもっていて、北海道のこな雪と相違しており、  
また降雪の分布にも特異の性質をもっているのである  
が、従来北陸地方においては総合的な基礎的調査がほと  
んど行なわれていなかった。

防災研究協会では、京都大学防災研究所などの協力に  
よって、豪雪機構、雪質、積雪分布、融雪過程などの現  
象を究明するため、福井、富山、新潟県を中心とする現  
地調査を行ない、ついで誘発されるなだれ、融雪洪水、  
山くずれ、地すべりなどの予知防止対策を学術的に研究  
することになった。

雪質の分布調査からの降雪機構の解明、片貝川上流域

をモデル地域とするなだれの実態調査，近畿地建福井工  
事事務所，中・高等学校などの協力による九頭竜川全流  
域の融雪出水に関する水文学的調査，新潟県東頸城郡松  
之山地区を中心とする融雪地すべりの土質力学的，地球  
物理学的観点からの発生機構の解明などの諸研究は，そ  
の成果に期待される点が多い。

#### 4. 雪害対策研究の今後の課題

当庁では災害に対する科学的な対策技術，すなわち，  
災害における自然現象と社会現象との相関関係を自然科  
学的に究明する科学，ならびにこの科学を基礎として発  
展すべき技術，すなわち災害を防止または最小限に食い  
止める技術を防災科学技術と考え，これらを具体的かつ  
効果的に実施するための中心母体として，38年度より  
当庁付属機関として，国立防災科学技術センターが発足  
せしめた。

本センターは，防災科学技術に関し，試験研究用の施  
設および設備を関係各省庁の共用に供し，流動研究員を  
派遣し，内外資料の収集整備を行なうなど，防災科学技  
術の総合的推進に関する中核的機構となるものであっ  
て，雪害防災に関しても，本センターの雪害研究室は，  
関係研究機関と総合研究体制を確立し，総合的な研究促  
進の場となり，また災害の地域性と時限の問題を考慮し

て，地域的，共同的な総合調査研究を実施する場とな  
り，あるいは共通的な試験研究を実施する場となるよう  
期待されているものである。

研究の基礎となる観測，測定機器の整備，研究者の待  
遇，環境の改善など今後とも推進すべき課題は多い。

今回の豪雪災害は，死者197人，負傷者320人を生じ  
直接的な農林水産物，交通機関などの被害をはじめ，間  
接的な産業経済上の損害は数百億円にのぼると推定さ  
れ，二次災害の危機もせまりつつある。

尊い生命を守り，また，これだけの富を新たに生産す  
ることがどんなに大変であるかを思えば，災害の予防あ  
るいは防止対策の基礎となるべき雪害防災の科学技術的  
研究の促進に大きな努力をはらっても，日本経済全体と  
して引きあうであろうし，その結果は，また「裏日本」  
といわれる豪雪地域の後進性の改善に寄与するところが  
大であろう。

#### 参 考 文 献

- 1) 雪害(防雪，除雪)関係文献抄録，雪害に関する研究調  
査目録抄(経済企画庁総合開発局 38.2 豪雪対策審議会  
資料)

(1963. 4. 5・受付)

〔筆者：科学技術庁研究調整局総合研究課課長〕  
同 調査員

DATA-BOOK FOR CIVIL ENGINEERING FIELD PRACTICES

新刊予告— 38年4月末刊行

# 土木施工データブック

日本大学教授 成瀬勝武 建設省都市局長 谷藤正三  
工学博士 鹿島建設KK 監修  
早稲田大学教授 沼田政矩 専務取締役 種谷実  
工学博士 工学博士

B5判 1,000頁 函入総クロス 極上製ビ  
ニールカバー付 豪華版 8ポイント横組  
本文：コーティングペーパー 90kg 使用  
図版・写真版 2,000個以上

本書は，躍進途上にあるわが国建設業界の新しい  
情勢に即応できるよう，最新・最高の工法の実際  
を余すところなく収め，2,000個以上の図版・写真  
版を駆使して解明，作業現場の必携データをもれな  
く収録して現場活用に直結させた土木施工の一大エ  
ンサイクロペディア！

## 特 色

1. 世界最高のスタッフ60数氏の協力執筆。
2. 工事の計画・見積・施工に関する現場の必須事項を  
図面・図表・数表を中心に具体的に示した。
3. 最新最高の工法・施工例，未発表のデータを収録，  
なお各分野の示方・仕様・規格も収録した。
4. 見やすく理解できるよう，2,000個以上の明解な図版  
・写真版を挿入した。
5. 使用に便利なように各項目を頁単位に編集した。
6. 姉妹書として併用できるよう，設計・施工を表裏一  
体的に関連づけた。

土木設計データブック 好評第10版 価 4,000円

定 価 4,800円 (〒160円)  
特 価 4,500円 (38年4月末日まで)

### ●主要項目名及び代表執筆●

1. 計画測量・工事測量(千葉忠次) 2. 仮施設(藤田圭一) 3. 土  
工・土木機械(伊丹康夫) 4. 地盤改良工法(瀬古新助) 5. 基  
礎工法(中島武・綾亀一・稲葉勝臣・鈴木駿吉・吉田忠一・森沢勇  
・上ノ土実・三木森夫・齊藤外吉・内田弘四・堀越常文・岡本東一  
郎・志岡秀雄) 6. グラウディング(吉越盛次・松本勇) 7. コ  
ンクリート・鉄筋コンクリート工・型枠工(三浦一郎) 8. プレバ  
クトコンクリート工(高橋敦夫) 9. プレストレストコンクリート  
工(清野茂次) 10. 鋼橋・鋼構造物の製作・架設(成瀬勝武) 11.  
電気防食法(中川雅央) 12. 道路工事(藤森謙一) 13. 軌条布設・  
保線工事(伊地知堅一) 14. 地下鉄工事(中島誠也) 15. 河川工事  
(坂野重信・青木庚夫) 16. 砂防工事(大石博愛) 17. 港湾・海岸  
工事(新妻幸雄) 18. ダム・発電水力工事(吉越盛次) 19. トン  
ネル工事(加納俊二) 20. 土木造工事(扇田彦一) 21. 下水道工事(野中八  
郎) 22. 防水工(山崎慎二) 23. 工事管理(佐用泰司) 24. 付録(成瀬勝武)

森北出版株式会社

東京・神田・小川町3の10  
振替東京34757 電(291)2616