

道路設計のための写真と透視図の合成手法
Highway Research Record/市川義博・訳
 ひずみ拡大性土質斜面の応力解析と安定
Geotechnique/富岡慶行・訳
 ソ連における鉄筋コンクリート構造物の設計方法
Jour. of A.C.I./田辺忠顕・訳
 都市化による気象と降雨量の変化
Proc. of A.S.C.E., IR/佐々木庸介・訳

道路設計のための写真と透視図 の合成手法

“Photo-Computer Plot Montages for Highway Design”
Berrill, J.B. and Feeser, L.J.
Highway Research Record, No. 437, pp. 1~8 (1973)

(1) 序 論

土木工事はその規模が大きくなるにつれて、周辺の環境に与える視覚的な影響が大きくなる。広い車道と高規格の線形を持つ近代的な道路もその例外ではない。道路技術者は、自分の設計が完成時にどう見えるか、地形とうまく調和しているかを慎重に検討しなければならない。そのために何らかの視覚的な手段を必要とする。透視図の利用はそのまま手段の1つであり、コンピューターを使って透視図を作成する研究が進められ、現在では多くの分野で利用されている。しかしながら、すべて機械で描かれた図では道路とその周辺を現実的に表わすには十分とはいえない。写真との合成はこの不十分な点を補うことを目的としたものである。すなわち、周辺地形の写真(図-1)とコンピューターによって描かれた道路透視図(図-2)を組合せて、完成時点の合成画(図-3)を作成するものである。

(2) 透視図と写真の合成

合成画を作る上での問題点は2つの異なる画を相互にひずみのないようにうまく組合せることである。このためには2つの画が同じ縮尺、透視中心および視線(図-4)を持つことが必要である。透視図は透視中心の位置と視線方向によって表わされる画面位置によって決定される。縮尺は焦点距離、すなわち画面と透視中心との距離に直接比例する。したがって、透視図とその縮尺は3つの要素——焦点距離、透視中心および視線——によって完全に表わされる。写真においても全く同じである。

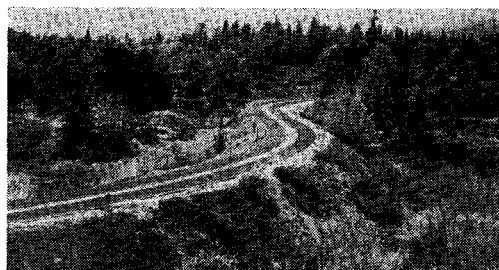


図-1 現在の道路と地形の写真(コロラド州道7号)

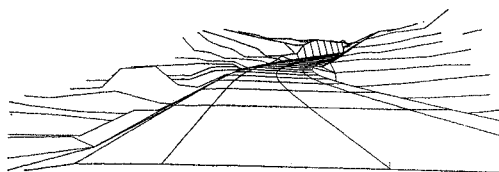


図-2 コンピューターにより作成された透視図



図-3 図-1と図-2の合成画

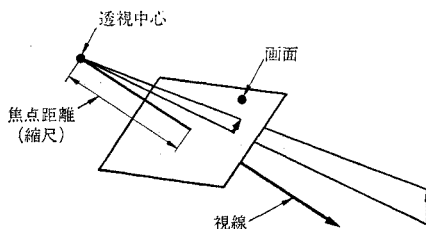


図-4 透視図の仕組み

満足できる合成画を作成するには、これら3つの基本要素についてそれぞれ許容誤差を定めておく必要がある。まず縮尺の誤差については、カメラの焦点距離が十分な精度でわかるのでほとんど問題にならない。また視線の誤差は、たとえ角度で1度の誤差があっても18×24 in (46×60 cm)の拡大写真($f=25$ in)上での像のひずみは最大で0.05 in (0.13 cm)にしかならず、これも影響が非常に小さい。しかし、合成画は透視中心座標の誤差には非常に敏感である。特にひずみは対象物との距離に逆比例するので、前景の点は遠方の点よりも大きくひずむことになる。たとえば、視線と直角方向に1ft

(30 cm) の誤差があると、50 ft (15 m) 離れた点の同上のひずみは 0.5 in (1.3 cm) であるのに対し、500 ft (150 m) 遠方の点の図上のひずみは 0.05 in (0.13 cm) となる。

したがって、許容誤差として視線は±1°、透視中心の位置は視線と直角方向が ±0.5 ft (15 cm)、視線方向が ±2.0 ft (60 cm) とするのが適当と思われる。

(3) 写 真

ここに示した写真はフィルムとレンズのひずみを避けるために高性能のカメラでガラス版のネガを用いて撮影されたものであるが、実際にはそのようなカメラやフィルムは必要ではない。2¹/₄-2¹/₄ in (5.7-5.7 cm) 版のカメラでフィルム面にガラス板をつけたものなら十分である。

(4) 後方交会法 (Resectioning)

写真上のある3点の像とそれらの実際の位置からカメラ位置を計算する過程は後方交会法と呼ばれ、写真測量においては広く使われている手法である。合成画を作成する場合での代表的な一例をあげると、測量が通常の精度で行われ、後方交会法の計算に用いる写真上の点の位置が相互に集中しすぎでない場合には、カメラ位置は ±0.10 ft (3 cm)、視線は ±0.1° の誤差範囲内で求められた。これらの誤差は十分にさきに述べた許容値内である。

(5) コンピューターによる透視図作成

この研究においては透視図の作成はコロラド大学で開発されたプログラムにより CDC 6400 システムを用いて行われた。合成画はコンピューターによりプロットされた図より不必要な部分を切り取り、写真に貼りつけられればできる。

合成画作成の費用は次に示す5つの要素からなるが、どのコンピューターを使用するかなど個々の事情により異なると考えられる。

- 1) 地上に識別可能な点を含む写真
- 2) 地上の各点の座標を得るための地上測量
- 3) 透視図と写真との関連付けのための後方交会法による計算
- 4) 透視図の作成 (データ準備、計算および作図)
- 5) 透視図と写真の貼り合せ

われわれの経験によれば、CDC 6400 を使った演算費用は必要な設計データの準備状況にもよるが、透視図1枚あたり \$1~\$5 である。

ひずみ拡大性土質斜面の応力解析と安定

"Stress Analysis and Slope Stability in Strain-Softening Materials"
Lo, K.Y. and Lee, C.F.
Géotechnique, Vol. 23, No. 1,
pp. 1~11 March (1973)

(1) 序 文

斜面の進行性崩壊は、テルツァーギが 1936 年に、ある種の粘性土が時間の経過とともに、そのピーク強度が低下すること (strain softening) を明らかにして以来問題となった。

その後進行性崩壊には、(a) 土のもろさ、(b) せん断応力分布の非一様性、(c) 土の強度が時間とともに減少する、(d) 地下水位の変化、等が影響することが解っている。

進行性崩壊の問題は、有限要素法を用いて解くことができる。本論文では、応力の解析とその結果の斜面の安定解析への応用を述べている。

(2) 応力の解法

応力一定下で、ひずみが増大する (strain softening) 土の応力の有限要素法による解析法を述べる。

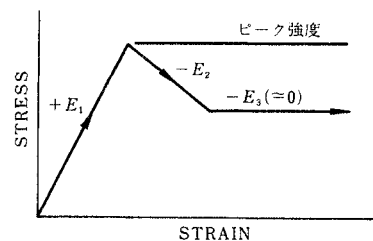


図-1 応力一定でひずみが増大する土の単純化した応力-ひずみ曲線

図-1 に、このような土の単純化した応力-ひずみ曲線を示す。 E_2 は負の弾性係数であり、 $E_3=0$ である。

応力解析の手順として最初に、土を弾性係数が E_1 である完全な弾性体と仮定して、斜面と、その付近の弾性応力と弾性ひずみを、有限要素により求める。次に土のピーク強度と、残留強度は有効応力 σ_1' , σ_3' より次のように計算される。

ピーク強度に対して

$$\left(\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}\right)_f = c' \cos \phi' + \left(\frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2}\right) \cdot \sin \phi' \quad \dots\dots\dots (1)$$

残留強度に対して

$$\left(\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}\right)_r = c_r' \cos \phi_r' + \left(\frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2}\right) \cdot \sin \phi' \quad \dots\dots\dots (2)$$

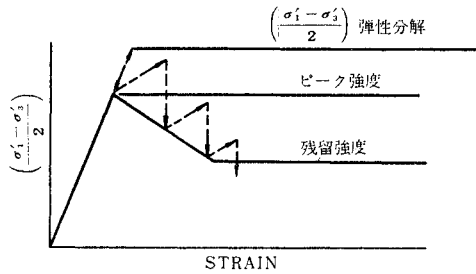


図-2 ピーク強度後のせん断応力の繰返し過程

ここで、 c' 、 ϕ' 、 c_r' 、 ϕ_r' はピーク強度、残留強度に対する値である。

三番目に、おのおのの元素について、ピーク強度と最大せん断応力 $\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}$ とを比較して、最大せん断強度が、ピーク強度を越える元素を見出す。

応力が超過した元素で、せん断応力は $\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}$ から、ピーク強度まで低下する。すなわち、図-2 で P_1' から P_1 へ移るのである。

せん断応力の低下量は次式のように表わされる。

$$\Delta\tau = \left(\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \right) - \left(\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \right)_f \dots\dots\dots (3)$$

また、応力が超過した元素のひずみも、ピーク強度における状態にもどされる。応力が超過した元素で、新しい弾性係数 E_2 が決められて、これに対応する応力とひずみが計算される。

超過した応力は他の元素に再配分されるが、考えている元素のせん断応力の増加は前より小さくなる。

図-2 で P_1 から P_2 に移る過程がこれに当る。これが繰り返えされ、図-2 に示すように収斂する。

しかし、最初の超過応力が大きすぎると、図-3 に示すように、せん断応力は残留強度以下になることがある。この場合は、適当な超過応力が加えられて、せん断応力は、残留強度まで引きもどされる。

この超過応力の配分は、どの元素にも超過応力がなくなるまで繰り返えされ、斜面内の応力と変位が求まる。

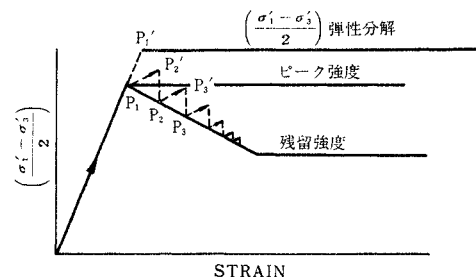


図-3 超過応力が大き過ぎる場合のせん断応力繰返し過程

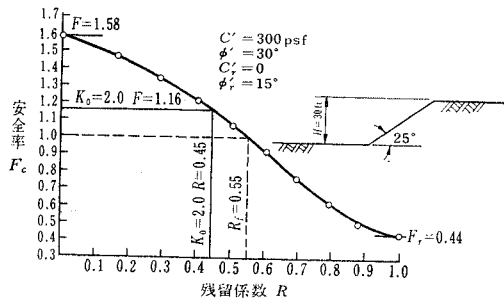


図-4 修正安全率 F_c と残留係数 R の関係の一例

(3) 応力解析結果の斜面安定解析への応用

斜面安定の解析に有限要素法を用いるには、残留係数の考えが必要となる。残留係数 R とは、すべり面の長さ L と、すべり面中で残留強度が働いている部分の長さ D との比である。すなわち、 $R=D/L$ である。 D は前述のように有限要素法で求まる。言い換えると、極限平衡法ですべり円の長さ L を求め、そのすべり面の内、残留強度が働いている部分 D を有限要素法で求めるのである。

残留強度を考えたときの修正安全率 F_c と、 R の関係は適当な方法で計算できる。

図-4 に、一例として高さ 30 ft の斜面について計算した R と F_c の関係を示す。すべり面全長にピーク強度が働いているときは $R=0$ で、全体に残留強度が作用している場合は $R=1.0$ である。従来の計算ではこの斜面の安全率は 1.58 であるが、この例では、残留係数 0.45 であり、したがって、 $F_c=1.16$ となる。このように土のピーク強度について斜面が安定であったとしても、ひずみ拡大効果 (strain softening effect) を考えると、安全度が下がるか、安定でなくなるのである。

さらに、土の強度低下の時間的変化が実験か、過去のデータ等から解るなら、ある時間における残留係数が求まり、時間とともに低下する安全率が計算できる。これより斜面崩壊までの時間が予知できるのである。

(4) 結 論

ひずみ拡大性 (strain-softening)、土質斜面の応力と変位の解析が、有限要素法によるプログラムで計算することができ、この応力解析結果と残留係数の考えを用いることで斜面のより実的な安全率が求められる。

さらに、適当な土質資料があれば、このプログラムは進行性崩壊の問題にも利用できる。

ソ連における鉄筋コンクリート 構造物の設計方法

“Methods of Design for Reinforced Concrete
Structures Used in the USSR”

Zalesov, A.S.

Journal of American Concrete Institute
Vol. 70, No. 10, pp. 682~686, October (1973)

1931年にA.F. Loleit教授により提案された終局強度設計方法は、その後、A.A. Gvozdev教授の指導の下に行われた数多くの実験および理論的研究の成果に基づいて、1938年に、最初の“鉄筋コンクリート構造物設計規準 (OST 9003-38)”として制定された。その後、この規準は1949年に改定されたが (NiTU 3-49)、1949年の規準も1955年には、せん断およびねじり等の終局強度、ならびに、たわみおよびひびわれ幅についても規定した。限界状態に基づく設計方法として、Gvozdev教授のもとで改定された (NiTU 123-55)。その後の限界状態に基づく設計方法の進歩は、1962年改定の規準 (SNiP II.- V.I-62) および以下に述べる新しい規準に取り入れられている。

構造物が達する限界状態は次の2つに大別することができる。

1) 終局限界状態

- 断面の破壊
- 構造物の全体または一部分の安定が失われる状態
- 繰返し荷重による疲労破壊
- 組合せ荷重による破壊
- 環境による損傷 (風化など)

2) 使用限界状態

- 過大なたわみおよび振動
- ひびわれの発生
- 過大なひびわれ幅
- ひびわれが閉じなくなる状態

材料強度は基準強度 f_k に基づいており、この基準強度 f_k を材料についての安全率 φ で除した値が、設計強度 f_d である。安全率 φ は基準強度 f_k と実際の材料の強度とのばらつきを示し、コンクリートでは1.2から2.65を、また鋼材では1.15から1.8の値をとる。ただ使用限界状態について検討する場合には、 φ を常に1.0とする。

死荷重、活荷重、気象による荷重、および乾燥収縮、温度の影響による強制変形などの基準荷重 P_k に、荷重係数 α_n を乗じた値が設計荷重 P_d である。荷重係数 α_n は0.8から1.4の値である。疲労、たわみ、および、ひびわれの開閉などの限界状態については、常時荷重を考えて設計すればよい。ひびわれの発生および終局

強度について設計する場合、プレストレスは誤差を考慮して、構造物にプレストレスが不利な影響を与える場合には1.1以上の値を、またプレストレスが有利な影響を与える場合には0.9以下の係数を乗じた値を用いる。

曲げモーメントとせん断力を受ける部材の終局限界状態は次のように設計する。まず、斜め断面を横切る軸方向鋼材、スターラップおよび折曲げ鉄筋に生じる力について、コンクリートの圧縮合力の作用点に関する内力モーメントを求め、外力モーメントと比較する。この場合、斜め断面を横切るすべての鋼材の応力度は、設計強度に等しいとする。次に、斜め断面に作用する外力によるせん断力とスターラップ、折曲げ鉄筋およびコンクリートの受け持つせん断力を合計した最大値とを比較する。この場合には、鉄筋に生じる応力度は設計強度に1.0より小さな作用状態係数を乗じたものである。作用状態係数は斜め断面に沿った鉄筋の応力度の不均一性を考慮したものである。コンクリートが受け持つことのできるせん断力は、実験により定めたものであって、コンクリートの引張強度に比例するとともに、斜め断面の部材軸への投射影長に反比例するものである。つまり、投射影長が長くなるほど、鉄筋の受け持つせん断力が大きくなり、反対にコンクリートの受け持つせん断力が小さくなる。なお、斜め圧縮応力度についても検討しなければならない。また、スラブ等の斜め引張鉄筋のない部材では、斜めひびわれの発生に対して大きな安定率をとらなければならない。

鉄筋コンクリート構造物あるいはその部材のひびわれ限界状態は、構造物の耐用年数、使用目的および鋼材の種類等により次の3つに大別できる。

1) 設計荷重ではひびわれの発生をゆるさない (防水性の必要な構造物など)。

2) 短期間において、基準荷重によるある限度幅内のひびわれの発生はゆるすが、常時荷重ではひびわれが閉じなければならない (基準強度が $10\,000\text{ kg/cm}^2$ 以上の鋼材を用いたプレストレストコンクリート構造物)。

3) 長期間の常時荷重および短期間の基準荷重では、ある限度幅内のひびわれの発生をゆるす (基準強度が $10\,000\text{ kg/cm}^2$ 以下の鋼材を用いたプレストレストコンクリート構造物ならびに鉄筋コンクリート構造物)。

ひびわれ幅の計算は、曲げひびわれおよび斜めひびわれについて行う。

曲げひびわれ耐力は以下の仮定に従って定める。

a) 平面保持の法則が成り立つ。コンクリートの引張縁ひずみの最大値は、引張設計強度をヤング係数で除した2倍の値とする。

b) コンクリートの圧縮応力度は直線分布とする。もし、必要なら非直線分布としてもよい。

c) コンクリートの引張側の応力度は、基準強度に等しい矩形分布とする。

d) 鋼材に生じる応力度は、プレストレスに相当する引張応力度と外力による鋼材位置のコンクリートのひずみに相当する応力度との算術和とする。

主引張応力度とコンクリートの引張基準強度とを比較することにより、斜めひびわれの発生の有無を判定する。さらに、コンクリートの圧縮応力度が角柱圧縮強度の1/2以上になれば、コンクリートの引張設計強度をその方向に直角な方向の圧縮応力度に準じて低減する。

曲げひびわれおよび斜めひびわれとも、ひびわれ幅の許容値は、鋼材の種類および構造物の使用状態により定める。例えば、侵食性の強い環境中になれば、鋼材の引張基準強度が $10\,000\text{ kg/cm}^2$ をこえない場合、ひびわれ幅は短期間では 0.4 mm を、長期間では 0.3 mm をこえてはならない。高張力鋼材を用いる部材では、上記の値をそれぞれ 0.15 mm および 0.1 mm に減じる。

都市化による気象と降雨量の変化

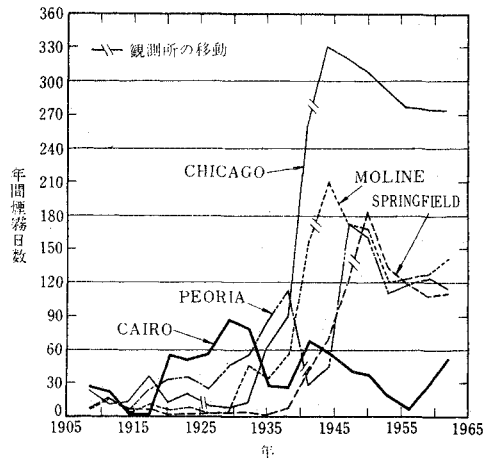
“Inadvertent Weather and Percipitation
Modification by Urbanization”
Changton, Jr. S.A.
Proc. of A.S.C.E., Vol. 99 No. IR 1,
pp. 27~41, March (1973)

約 200 年前に始まった産業革命以後、都市化が進んだことは、都市とその周辺の気象に大なり小なりの変化をもたらしてきた。アメリカにおいても最近 20 年の間にメガロポリスが発達し、気象に対するその影響が注目されている。都市による気象への影響は、容易に知覚しうるものそうでないものに分けられる。前者には、気温の上昇、煙や他の汚染物と霧そしてそれらによるスモッグが原因である視程の減少がある。後者としては、霧、雲量、降雨量、太陽のふく射、湿度、大気伝導率、雷風回数などの変化があげられる。もちろんこれらの変化は、都市の広さ、産業、近隣の水面の広さ、地形の特徴、時刻、季節、天候、気候などのパラメーターによって支配される。

都市によってもたらされる気象の変化の一部を表一に示す。

近年の研究では、付加される熱によって大気の流れが強まること、都市の地表面摩擦によっておこされる乱れによる上昇気流、また大気中の水蒸気、氷結核、凝結核の増加などを主な潜在的要因と考えた降雨記録の解析が主な方向である。

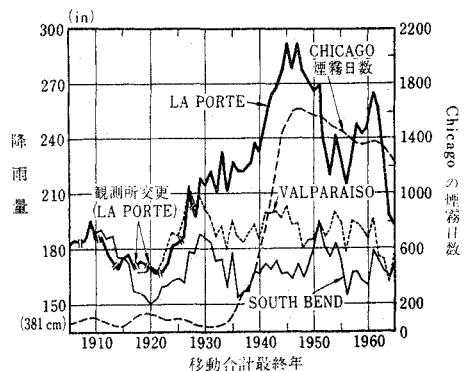
この論文の目的は、都市化による気象現象の変化の度



図一 イリノイ州の諸都市における年間の煙霧日数の3年間の移動平均

表一 都市化による気象変化

天候条件	平均変動、都市化以前の値に対するパーセンテージ		
	年間	寒期	暖期
太陽放射	-22	-34	-20
気温 (°F)	+2	+4	+1
湿度	-6	-2	-8
視程 (回数)	-26	-34	-17
霧 (回数)	+60	+100	+30
風速 (mph)	-25	-20	-30
雲	+8	+5	+10
降雨量	+14	+13	+15
積雪量	±10	±10	—
雷風 (回数)	+16	5	+29



図二 La Porte, Ind. と他の2地点の降雨量とChicagoの煙霧日数の5年間の移動合計 (図一参照)

合を調べ、あわせてその水文学的意義をも考えることである。具体的には、アメリカの三つの都市 Chicago, St. Louis, Cleveland および Washington D.C. とその周辺で行われた研究をまとめ、降雨量、雷雨、大雨、流出、地下水および農作物の収穫率の変化を調べた。

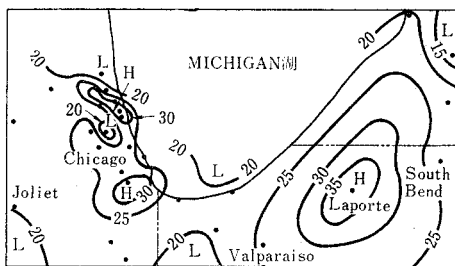


図-3 1949~68 のデータに基づく Chicago 地域の大雨 (≥2 in/日) 回数

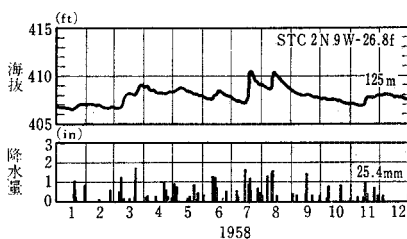


図-4 1958 年の St. Louis の風下の井戸の水位と近隣の日降雨量

- 1) 都市化されると以前に比べて降雨量は5~30%増加し、特に風下側で夏季に降雨量が増す(図-2 参照)。
- 2) 雷雨、大雨の回数は都市化すると増加し、特に風下側で著しい(図-3 参照)。
- 3) 流出は都市の降雨増のため、特に夏季15~20%増加する。
- 4) 一般に暖期の降雨は植物に吸収されたり、蒸発したりするため、地下水位との関連は測りにくい、図-5の例はシステムがcloseなので、相関性が認められる。また、地下水の汚染の調査から、地下水が都市化による降雨増の影響を受けていることが推測される地域がある(図-4,5 参照)。
- 5) 都市風下側では夏季の降雨増のため、農作物の単位面積当りの収穫量が増加している。

このように、都市化が地域的な降雨増をもたらし、それに伴って他の水文諸量に変化していることが確認される。

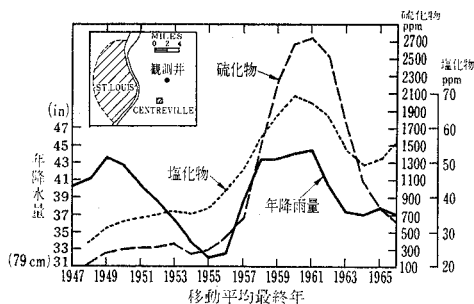


図-5 St. Louis の風下の地下水に含まれる硫酸塩および塩化物と近隣地点の年降雨量の5年間移動平均

抄訳者

市川：日本道路公団東京建設局／富岡：建設技術研究所／田辺：電力中央研究所技術第二研究所／佐々木：東京工業大学土木工学科

ダム基礎 岩盤グラ ウチング の施工実 例集

●重カダム 26件

田子倉・下久保・早明浦・石手川・江川・緑川・菌原・菅沢・素波里・永源寺・静内・祝子・岩尾内・生野・新猪谷・油木・旭川・神浦・四十四田・仏原・下新冠・釜房・花貫・田原・永楽・和田川

●中空重カダム 5件

畑薙第一・井川・高根第二・蔵王・穴内川

●アーチダム 19件

黒部第四・奈川渡・高根第一・矢木沢・一ッ瀬・川俣・上椎葉・小渋・新成羽川・豊平峽・矢作・水殿・裾花・青蓮寺・雨畑・高山・小貝野々・奥新冠・稻核

●ロックフィルダム 7件

九頭竜・水窪・牧尾・喜撰山・石淵・大津岐・日出生

A4判 348ページ 上製箱入 13000円(〒500)