

鋼橋送出し架設工法（集中方式）における 反力管理に関する 2, 3 の考察†

STUDY ON REACTION FORCE CONTROL OF LAUNCHING ERECTION METHOD FOR STEEL BRIDGES BY USING CONCENTRATED SYSTEM

前田 研一*・西土 隆幸**・本田 進***

By Ken-ichi MAEDA, Takayuki NISHIDO and Susumu HONDA

The launching erection of steel girders has been taking place much more often at present. There are two major methods of launching. The first uses hydraulic sliding shoes, and the second uses sliding plates and extrusion oil jacks. Both are effective methods and are selected to suit the respective characteristics. The former method was established first and applied even to a sharply curved steel girder some years ago.

However, it is only recently that there has come to be sufficient experience with the latter method. The authors have performed various investigations in order to bring about the establishment, and had an opportunity of the launching erection for a curved steel girder by using concentrated system first in Japan.

This report deals with a few discussion about the reaction force control as a result of many investigations and field measurements. Because the control which assures of the web plate strength is one of the major problems of erection.

Keywords: launching erection, curved girder bridge, reaction force control, web plate strength

1. 緒 言

わが国における鋼橋の送出し架設の起源は明治41年と非常に古く、その後、大正11年にはすでに手延べ式の架設も行われている¹⁾。手延べ式の送出し架設工法は、当初、鉄道橋の架設に主として利用されてきたが、近年では、架設環境の変化もあって、河川橋梁や跨線橋などの工法として鉄道橋、道路橋の別なく積極的に用いられるようになってきている。

本工法の旧来からの送出し設備は、一般に、鋼桁の仮支点上にローラーを設け、ウインチにより牽引するものであった。しかしながら、ローラーでは一種の線支承となつて現在の薄い腹板では座屈に対する安全性が低くなること、および、ウインチでは牽引力の大きさと送出し

量の制御に問題があることなどが欠点とされてきた。

池田、高岡、花村ら^{1),2)}は、これらの点を解決するために、支点を平板とし、油圧ジャッキによって牽引する図-1に示すような滑り装置を、昭和45年に開発した。滑り台上を滑動する滑り杓には、摩擦係数の非常に小さい四弗化エチレン樹脂で加工されたプレート（いわゆる

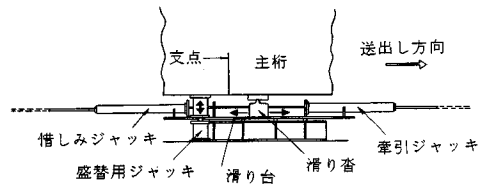


図-1 滑り装置の機構

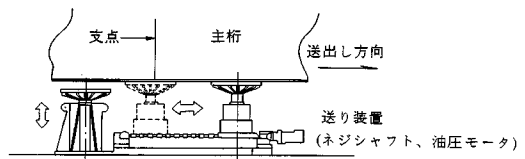


図-2 油圧送り装置の機構

† 第39, 43回全国大会年次講演会（昭和59年, 63年度）にて一部発表。

* 正会員 工博 川田工業(株) 技術本部中央研究室長
(〒114 北区西ヶ原 3-45-4)

** 正会員 工修 川田工業(株) 技術本部中央研究室(同上)

*** 正会員 栃木県鹿沼工事事務所課長
(〒322 栃木県鹿沼市今宮町 1664-1)

テフロン板) が用いられており、牽引用ジャッキによって容易に安全に送り出すことができるようになっている。

滑り装置の開発は、鋼橋の送出し架設の飛躍的な発展をもたらし、本工法の普及に大きく貢献したといえる。その後まもなく、この装置はPC橋の押し出し架設工法にも適用され現在も押し出し装置の一種として、ほぼ原型の状態で定着している。これに対して、鋼橋用の装置はより安全かつ効率的なものを目指して改良が加えられ、現在では図-2に示すような装置が用いられており、テフロン板の代わりに油圧浮上機構により摩擦抵抗を軽減して送出す方法が取られている。

この油圧送り装置の出現は反力管理システムの構築を容易にし、その集大成として急曲線箱桁橋の送出し架設^{3),4)}に適用され、多大な成果を収めるに至っている。したがって、本方式による鋼橋の送出し架設工法は確立された感がある。

他方、上述の方式とは逆に、PC橋の押し出し装置の一種(集中方式)を鋼橋の送出し架設用に転用した別の方式があり、図-3に示すような送出し設備が過去用いられてきた。本方式の場合、テフロン板は四辺形の薄板(滑り板)であり、主桁と仮支点(滑り台)の間隙に緩圧材とともに連続的に挿入され、滑り台表面に貼付けられたステンレス板上を先端まで滑動した後、逐次除去される。また、主桁の送出しは、センターホール型の引出しジャッキを用いて、反力装置ブラケットに一端を定着したゲビンダスタブを引出すことにより行われる。

集中方式は、テフロン板を挿入、除去するための人員を必要とするが、分散方式の場合のように特殊で複雑な送出し設備は必要でない。したがって、将来は互いに相補い合い、適時、適所で選択されて適用されていくものと思われる。しかしながら、現状では、集中方式はまだ実績も少なく、本方式特有の問題点もあり、十分に確立されているとはいえない状況である。

集中方式の場合、特に問題となるのは仮支点における反力の設計分布幅の決定方法であり、その値を的確に定めるためには実橋送出し時における連続的な反力、反力

分布測定によるデータの蓄積が不可欠であったが、従来の送出し設備やセンサーではこれらのデータの計測が容易ではなかった。また、本方式の場合、仮支点上での反力分布が先端に集中する傾向が強く、分散方式の場合の設計分布幅を下回る可能性さえあり、腹板の補強など経済性の面からも送出し設備の改良が望まれていた。さらに、これらの問題がほぼ解決され、適切な反力管理システムの構築が可能とならない限り、本方式の曲線桁への適用は困難であった。

著者らは、このような観点からテフロン板による集中方式の鋼橋送出し架設工法に着目し、実橋架設^{5),6)}の機会をとらえて、送出し設備の改良、センサー、施工管理システムの開発、および、室内実験、現場管理計画を行ってきた。また、これらの直橋における成果を踏まえて、曲線桁への適用を検討してきたが、さらにその後、わが国で初めて本方式による曲線箱桁橋の実橋送出し架設⁷⁾を行う機会を得て、種々の架設検討、および、施工管理を実施できた。したがって、曲線桁特有のものも含めて、多くの実測データを収集することができた。

本報告は、主に反力管理を対象として、これらの結果について述べ、その比較、考察を行うことにより、集中方式の鋼橋送出し架設工法の確立に有用な資料を得ることを試みたものである。

2. 腹板の座屈照査と送出し設備の改良

鋼橋の送出し架設においては、腹板の座屈に対する照査が必要であり、鋼道路橋施工便覧(道路協会、昭和60年2月)⁸⁾の付録に次のような照査法が示されている。

すなわち、図-4に示すように、曲げ応力度 σ_{xb} 、軸方向応力度 σ_{xc} 、せん断応力度 τ のほかに、仮支点の反力による局所的な垂直方向の応力度 σ_{yc} が腹板に作用することから、次式によって補剛材で囲まれた各区画ごとに合成座屈に対する照査を行って安全性を確認するか、あるいは、文献9)によって所要座屈安全率を照査することが示されている。

$$\left(\frac{\sigma_{xb}}{\sigma_{xbcr}}\right)^2 \cdot F_s^2 + \left(\frac{\pm \sigma_{xc}}{\sigma_{xcrcr}}\right) \cdot F_s + \left(\frac{\gamma \cdot \sigma_{yc}}{\sigma_{ycrcr}}\right)^2 \cdot F_s^2$$

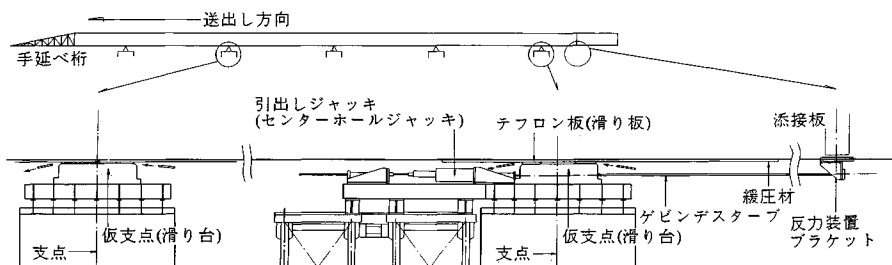


図-3 テフロン板による集中方式の送出し設備

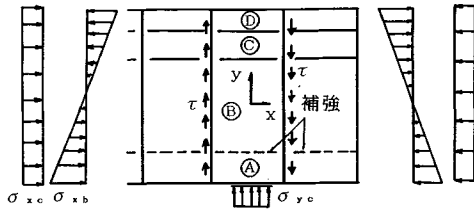


図-4 腹板の応力

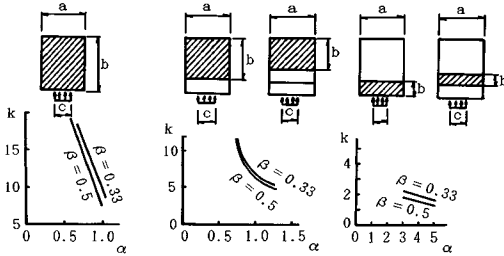


図-5 反力による座屈係数

$$+ \left(\frac{\gamma\tau}{\tau_{cr}} \right)^2 \cdot F_s^2 \leq 1.0 \dots\dots\dots (1)$$

ここに,

F_s : 合成座屈安全率 (=1.70/1.25)

$\sigma_{xbcr} = k_b \cdot \sigma_e$: 曲げによる座屈応力度

$$\left(\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{11} \left(\frac{t}{b} \right)^2 \right)$$

$\sigma_{xscr} = k_x \cdot \sigma_e$: 軸方向の座屈応力度

$\tau_{cr} = k_r \cdot \sigma_e$: せん断による座屈応力度

$\sigma_{yscr} = k_y \cdot \sigma_e$: 反力による垂直方向の座屈応力度

γ : 不均等荷重による割増し係数 (不均等係数)

であり、座屈係数 k_b , k_x , k_r は、道路橋示方書、DIN あるいは座屈関連の参考書等によって弾性座屈応力度を求め、次に道路橋示方書の基準耐荷力曲線から塑性域の低減を行うことによって計算される。

これに対し、座屈係数 k_y は、仮支点の反力の設計分布幅 c が補剛材間隔より小さい場合、図-5、あるいは、前出の文献9) によって計算される。この図は、局部的な等分布荷重が作用した状態での FEM 解析を実施し、

$$\alpha = \frac{a}{b}, \quad \beta = \frac{c}{a} \dots\dots\dots (2)$$

をパラメーターとして座屈係数をまとめたものである。

以上の計算によって式(1)を満足できない場合には、垂直補剛材あるいは水平補剛材等を取り付けて補強する必要がある。

この照査方法を適用する際に問題となるのが仮支点の反力の設計分布幅 c の値であるが、図-2に示した油圧送り装置を用いた分散方式の場合には、その構造から容易に決定できる。しかしながら、図-3に示した送出し

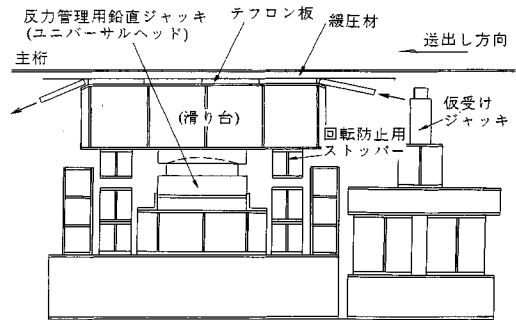


図-6 仮支点の構造詳細

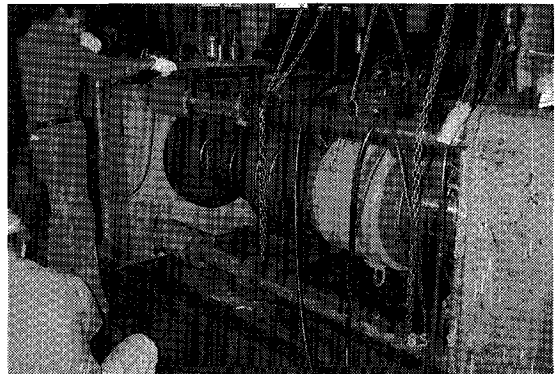


写真-1 ユニバーサルジャッキの検定

設備を用いた集中方式の場合には、曲線桁はもちろんのこと、直橋においても明確ではなく、分散方式と同じ値を用いたり、不均等荷重による割増し係数 (不均等係数) γ の値に余裕をもたせてより安全側の照査を行うことなどで対処してきた。したがって、この問題を解決し、反力の設計分布幅を的確に定めるために、実橋送出し時における連続的な反力、反力分布測定によるデータの蓄積が不可欠であった。

また、この設計分布幅 c の値を拡大できれば、補強箇所が減少するなど、経済性、安全性の面で有効であることは明らかである。集中方式における従来の送出し設備は、PC 橋用のものをそのまま転用したものであり、鋼桁の場合は変形が比較的大きく、特に手延べ桁が次の仮支点に到達する直前の状態では、仮支点上での反力分布が先端に集中する傾向が強く、設備の適切な改良が必要であった。

そこで、図-6に示すような仮支点の構造を考え、新たに製作した。この仮支点は、図に示したように、ユニバーサルヘッドを有する鉛直ジャッキ (600 t/台、ストローク 70 mm) を内蔵しており、反力の連続的な管理、および、回転変形の吸収による反力分布の平滑化が可能である。ただし、たわみ角、ねじり角にそれぞれ対応す

る過度の回転を防止するため、上下流の仮支点をH鋼で連結するとともに、ストッパーを設けている。

主桁の送出し架設時における反力の連続的な測定は、ひずみ変換型の圧力変換器によってシリンダー内の油圧を直接に計測することとした。したがって、ユニバーサルジャッキの検定(写真-1参照)に際しては、通常の検定に加え、圧力変換器、ストレインメータによる計測も実施し、おのおののジャッキについて較正係数を求めた。他方、圧力分布の測定については、次章で述べるセンサーによるものとした。

なお、箱桁両側の腹板位置に設置される上下流側の仮支点における2台の鉛直ジャッキのポンプを連動させることにより、両ジャッキ反力の均等化も図っている。ちなみに式(1)では、不均等荷重による割増し係数(不均等係数) γ の値として、単動ジャッキの場合1.5~2.0、連動ジャッキの場合1.1~1.2としている。

3. センサーの開発と反力の計測

改良した送出し設備の効果の確認、および、反力の設計分布幅に対する検討を行うために、改良型の仮支点を使用した実橋の送出し時に仮支点に作用する反力、反力分布測定を実施し、従来型の仮支点を使用した場合の計測結果と比較することとした。

反力分布のような面圧測定は、従来、発色型の感圧フ

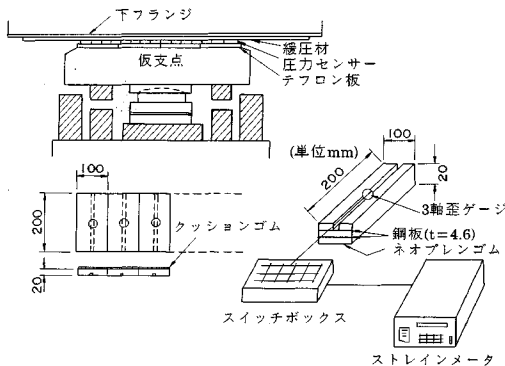


図-7 圧力センサーによる測定要領

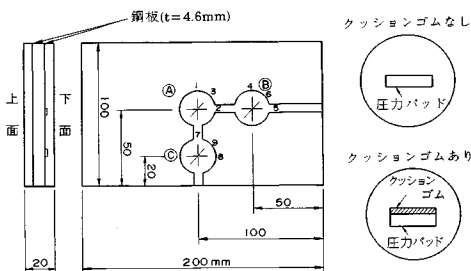


図-8 圧力センサーの供試体

ルム等によって行われてきたが、現場での作業性、および、データ処理の繁雑さなどから、より効率的なセンサーの開発が必要とされた。そこで、改良型の仮支点を使用した実橋の架設に先立ち、反力分布測定用の圧力センサーを新たに開発した。

本章では、この圧力センサーの開発、および、実橋における反力計測結果の比較による送出し設備の改良効果の検証と、設計分布幅の検討結果について述べる。

(1) 圧力センサーの開発

反力分布測定用に開発した圧力センサー、および、それによる測定要領を図-7に示す。このセンサーは、一種の圧力パッドであり、支圧時のネオプレンゴムと鋼板の面内挙動の差異から、鋼板下面に貼付した3軸ひずみゲージにより支圧応力(面圧)を検測するものである。従来の圧力パッドはゴム板そのもののひずみから換算するものであったが、面圧の大きさ等を勘案して、埋め込まれた鋼板のひずみから換算することを考えた。

開発にあたり、図-8に示すようなクッションゴムなし、ありの2種の供試体を用い、アムスラー試験機による室内載荷実験(写真-2参照)を実施して、性能を確認した。

載荷は、供試体に対して最大鉛直荷重30t(平均面圧150kg/cm²)とし、平荷重状態、および、5度の角度の偏心載荷板による偏荷重状態でのA、B、Cの3か所における鋼板下面の最大主応力を計測した。図-9に、計測結果を示す。

上図の結果から、Aの箇所では、かなりの角度の偏荷重の状態でも軟質クッションゴムを添付すれば、ロゼット解析による最大主応力が線形性をほぼ満足することがわかる。

室内実験の結果を踏まえて、実際には、図-7に示したようなものを製作し、おのおのの圧力パッドについて検定を行って較正係数を求めた。これらの圧力パッドを用いることにより、架設現場において即座に反力分布状態を把握でき、仮支点の改良効果、および、設計分布幅

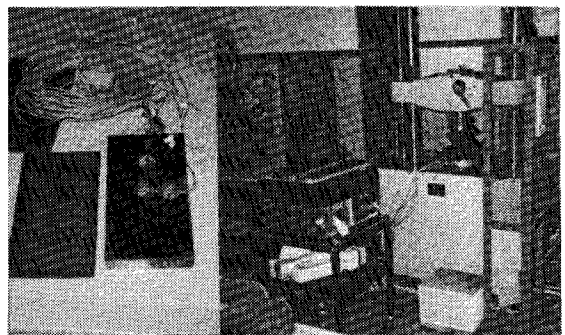


写真-2 圧力パッドと測定状況

力の実測値が設計許容値をはるかに下回っていること、および、上、下流側の反力の実測値がほぼ等しくなっていることがわかる。

b) 反力分布測定

反力分布測定(写真一3参照)は、前述した測定要領に従って、圧力センサー、ストレインメータを用い、送出しを一時中断して静止状態でを行った。

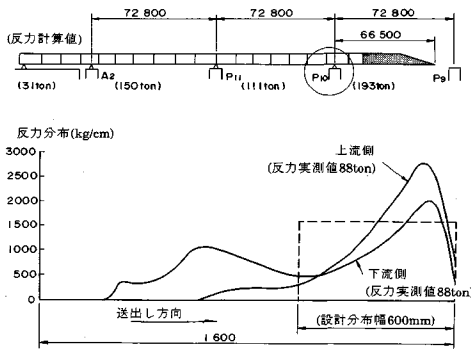
図一12に、手延べ桁先端がP₄橋脚上の仮支点に到達直前の架設ステップ(ステップ-32)における、P₃橋脚上仮支点の反力分布の測定結果を示す。この図には、各仮支点の反力の計算値、および、圧力センサー挿入時のP₃橋脚上仮支点の反力の実測値を同時に示した。

また、上図には、腹板の座屈安定性の照査時に仮定した設計分布幅700mmに対応する反力分布の計算値についても示した。すなわち、ここでは図に示さなかったが、反力分布の設計許容値は、この計算値に不均等係数1.5をさらに乗じたものである。

一方、図一13は、比較のために、従来型の仮支点を使用した実橋送出し架設時⁵⁾における感圧フィルムによる反力分布の測定結果を示したものである。橋梁の規模、架設状態ともにはほぼ同様のものであり、この図にも、反力の実測値のほか、設計分布幅600mmに対応する反力分布の計算値を同時に示した。

図一12に示した結果から、ユニバーサルジャッキを用いた改良型仮支点を適用したことによって、図一13の従来型仮支点の場合に比較し、反力分布がかなり平滑化されていることがわかる。また、反力の実測値と計算値とには、大きな差異はみられない。したがって、反力分布の最大値は計算値をかなり下回り、計算値に不均等係数1.5を乗じた設計許容値をはるかに下回っていることがわかる。

なお、図一13の従来型仮支点の場合には、設計分布幅を600mmと狭くする一方、不均等係数も2.0と大きな値を採っており、この場合にも実橋腹板の座屈安定性は十分に確保されていることがわかる。



図一13 従来型仮支点の反力分布の測定結果

c) 測定結果の考察

実橋送出し時の反力、反力分布の測定結果からは、改良型仮支点の効果が非常に大きいといえた。今後、多数の実橋架設に使用され、測定データが十分に蓄積されれば、直橋の場合には、これらの測定を含む特別の施工管理なしに安全な架設を行えることを予測できた。

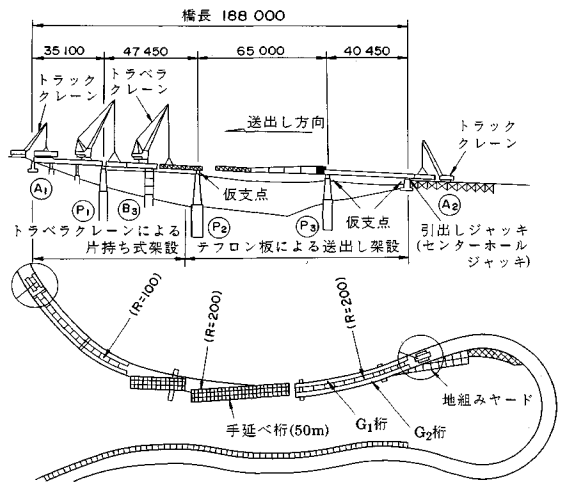
さらに、腹板の座屈安定性を照査する際に適用される反力の設計分布幅の値を、不均等係数の値とともにより低減できることも予測できた。この低減が可能になれば、補強を必要とする箇所も減じることになり、安全性のみならず経済性にも寄与できることになる。

4. 曲線桁への適用と現場施工管理

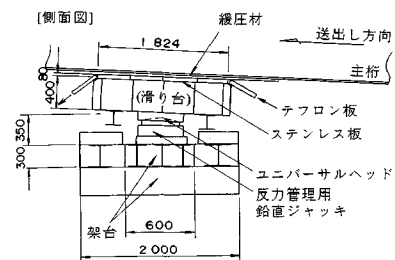
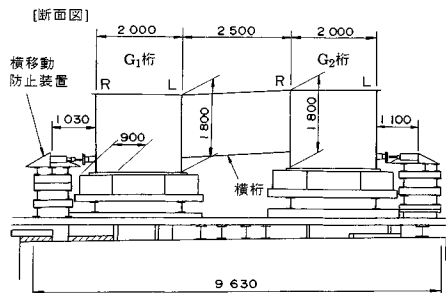
前章で述べた反力、反力分布測定を含む、直線桁の実橋架設における施工管理計測結果とそれらの考察を踏まえ、テフロン板を用いた集中方式による送出し架設工法の鋼曲線桁への適用を検討した結果、十分安全な架設が可能と判断され、わが国で初めて「峠大橋(旧名:塩原9号橋)」⁷⁾に適用する機会を得た。

本橋は、尾頭峠(標高1142m)を挟む区間での一般国道400号線改良計画に伴い、山肌に沿って平面線形の曲率半径R=100~200mで計画された橋長188mの曲線2箱桁橋(単純箱桁橋+3径間連続箱桁橋)である。地形的制約から架設用重機等の桁下への搬入が不可能であったこと、および、急曲線桁の全径間を送出し架設することは困難であったことから、図一14に概要を示すように、トラベラクレーンによる片持ち式架設と、テフロン板による送出し架設とが併用された。

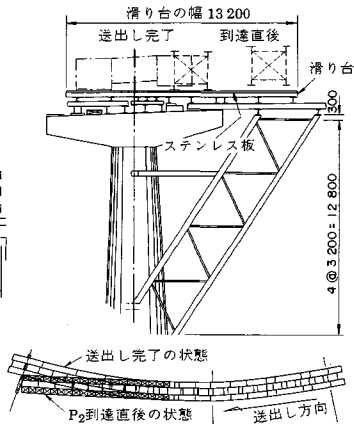
本章では、曲線桁である本橋の送出し架設部分に関して、架設工法の特徴、施工管理システムの構築、および、現場施工管理結果について、主に反力管理に関するもの



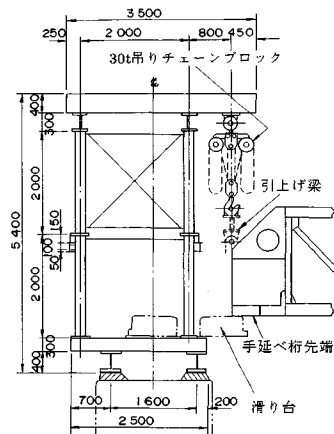
図一14 「峠大橋」の架設工法の概要



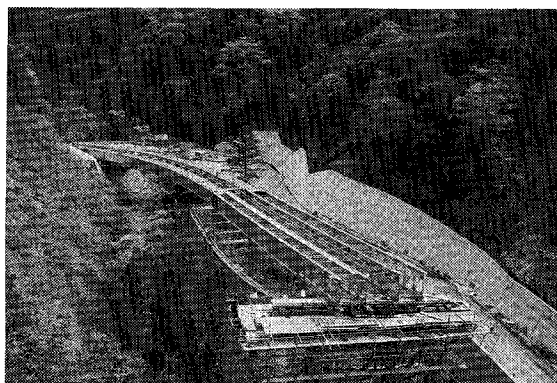
図一五 A₂橋台, P₃橋脚上仮支点



図一六 P₂橋脚上仮支点



図一七 手延べ桁昇降装置



写真一四 曲線桁の送出し架設状況

を対象に述べ、考察を加える。

(1) 曲線桁架設工法の特徴

まず、曲線桁の架設に特有のものを中心に本橋の送出し架設における仮設備、および、架設検討の特色について述べる。

a) 仮設備

本橋の場合、左右の箱桁 (G₁ 桁, G₂ 桁) を横桁により一体化して、架設中の主桁の安定性を高め、2箱桁を同時に送出すこととした。また、本橋の正規の縦断勾配は7.6%であったが、滑動に対する安全性の強化、送出し時の引出し力、および、送出し完了後の主桁の扛下量の低減等を図るため、4.3%勾配で送出すこととした。

したがって、仮支点の構造詳細、および、設置高さは、上述の点に配慮して決定した。A₂橋台, P₃橋脚上の仮支点の構造詳細を図一15に示す。各箱桁の2台の反力管理用ユニバーサルジャッキ (600t/台, ストローク70mm) は、左右の腹板における反力を均等に保てるように、連動させた。また、ステンレス板を表面に貼付けた仮支点の滑り台の幅は、主桁が橋軸直角方向に移動することを考え、直線桁の場合の500mm (テフロン板の幅は400mm) よりも相当広くし900mmとした。

他方、P₂橋脚上の仮支点については、図一16に示すように、手延べ桁の橋軸直角方向移動量が非常に大きいことから、斜ベントを取り付け、ステンレス板を表面に貼付けた幅13.2mの滑り台を送出し方向に直角に設置した。ここに、滑り台の所要幅は、P₂橋脚到達直後、および、送出し完了の両者の状態における手延べ桁の位置関係から算出したものに余裕幅を加えて決定した。

さらに、P₂橋脚到達直前の状態では、手延べ桁先端がねじれ成分を含む大きな変形を生じ、温度変化の影響も考えられたことから、図一17に示すような昇降装置を設置し、能力にかなりの余裕をもたせた30t吊りチェーンブロックにより手延べ桁先端を仮支点上に載せることとした。

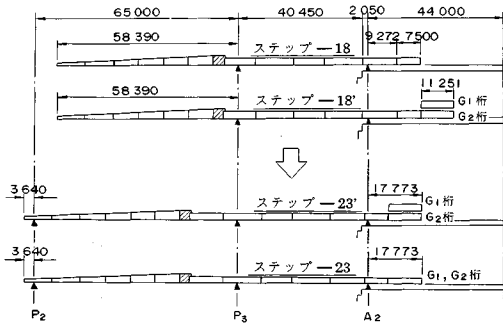
本橋の送出し架設状況を、写真一4に示す。

なお、引出しジャッキはストローク500mm (能力200t) のものを、ゲビンダスターブは径36mmのものを使用した。また、これらのほか、引出しジャッキの盛替え時等における下り方向への滑動を防止するため、惜しみワイヤーを各所に配置した。

b) 架設検討

送出し工法による架設をステップ-1~40のステップに分け、曲線格子桁モデルを用いた計算結果をもとに、種々の架設検討を実施した。

曲線桁である本橋の場合、設計時における支間割りの決定の際のみならず、送出し架設途中においても、支点の負反力に対する適切な処置が必要であった。直線桁の



図—18 仮支点負反力の対処方法

場合にも生じる手延べ桁の張出し長の増加による後方仮支点の負反力に加え、手延べ桁のねじれによる負反力も生じるからである。このため、図—18に示すように、ステップ-18'~23'では、新たに連結されたG₂桁ブロックにG₁桁ブロックを載せた状態で送出し、A₂橋台上仮支点における負反力に対処した。

腹板の座屈安定性の照査は、前々章の式(1)に従って直線桁と同様に行った。反力の設計分布幅については、ねじれ変形の影響も考えられたが、前章に示した直橋における測定結果からはかなりの余裕がみられたため、不均等係数値を1.5として800mmの値を採用した。

さらに、温度変化に伴うねじれ成分を含む送出し桁の変形と、それによる反力をはじめとする各断面力の変動量を把握するために、汎用解析プログラムNASTRANによる温度解析を実施し、安全性を確認した。

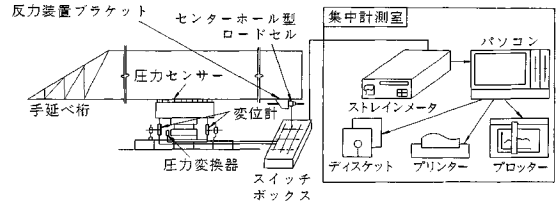
なお、テフロン板の設計摩擦係数の値は0.10とし、これによる摩擦抵抗力に、勾配抵抗力、惜しみ抵抗力、および、付加抵抗力を加えて算出される引出し力の最大値を、送出し桁の総鋼重344tで除して求めた換算摩擦係数の設計許容値は約0.20であった。

(2) 施工管理システムと管理項目

本橋では、図—19に示すようなパソコンによる施工管理システムを架設現場に構築して、仮支点の反力、回転変形と標高、引出しジャッキの引出し力、および、仮支点の反力分布を集中的に計測し、施工管理を実施した。引出し力の実測値については、その状態での送出し桁鋼重で除して、換算摩擦係数の実測値を同時に求めた。

これらの施工管理項目は、反力分布を除き、各架設ステップで連続的に測定され、設計許容値等とリアルタイムで比較することによって、常に安全性を確認しながら架設を進めた。

特に、反力が設計許容値を超えた場合、反力の実測値とその状態でのせん断力、曲げモーメントの再計算値を用いて、腹板の座屈安定性を再照査できる機能を本システムにはもたせた。これは、各腹板パネルの座屈安定性



図—19 施工管理システム

が3種の断面力の最大、最小値(反力、せん断力の場合には不均等係数を含む)を用いて照査されていることを考えれば、特定の架設状態における反力が設計許容値を仮に上回ったとしても、必ずしも不安定とはならないことを予測できたからである。

それに加え、負反力の発生などの不測の事態に対する備えとして、各仮支点に強制変位を与えて標高を変え、反力の調整を行う場合を想定し、この強制変位の所要量を即座に算出できる機能ももたせた。

反力分布の測定は代表的な架設ステップのみで実施し、設計許容値との比較により、設計分布幅の妥当性を確認することとした。

さらに、直接の施工管理項目とはしなかったが、前節で述べたように、温度変化に伴う変形と、それによる各断面力の変動量の把握のために実施した温度解析の妥当性、および、安全性を確認することを目的として、手延べ桁先端がP₂橋脚上仮支点に到達前の架設ステップで熱電対、レベル、および、トランシットにより、手延べ桁を含む送出し桁の表面温度、温度変化に伴う変形の測定なども行った。

(3) 現場施工管理結果とその評価

前々節、および、前節に示した仮設設備、および、施工管理システムを使用し、本橋の送出し架設を実施した結果、ほぼ予定どおりの工期で無事完了できた。

本橋の現場施工管理結果とその考察、および、それらに対する総合的な評価について、以下に述べる。

a) 送出し設備の挙動

仮支点の回転変形と標高の測定結果からは、送出し途中における仮支点の過度の変形はみられなかった。

また、目測によってではあるが、送出し中における桁の橋軸直角方向移動量は後述するように温度変化に伴う変形が小さかったことから、幾何学的な位置関係のみによって求めた計算予測値とほぼ一致し、P₂橋脚上仮支点の滑り台の幅13.2mが適切であったといえた。

なお、反力管理には直接関係しないが、引出し力の実測値から求めた換算摩擦係数の測定結果は、図—15に示した横移動防止装置と送出し桁との接触によって、ほとんどの架設ステップでテフロン板の設計摩擦係数を上回ったものの、設計許容値にはかなりの余裕があり、ゲ

ビンデスターブの断面等も十分余裕があった。

b) 仮支点の反力

A₂ 橋台上, および, P₃ 橋脚上仮支点の反力について, A₂ 橋台上を手延べ桁が通過直前のステップ-10 から実施した管理結果を図-20 に示す。

これらの図から, A₂ 橋台上仮支点 (G₂ 桁) の反力の実測値がほとんどの架設ステップにおいて設計許容値を超えていることがわかるが, この仮支点では反力の値そのものがかなり小さく, 前節に述べた要領で腹板の座屈安定性の再照査を行った結果からは問題なく, 送出しを中断することなく進めることができた。

これに対し, P₃ 橋脚上仮支点では, 反力値が比較的大きい G₁ 桁のみならず, それが小さい G₂ 桁においても, 実測値が一部の架設ステップで計算値を上回っているものの, 設計許容値よりはかなり小さかったことがわかる。

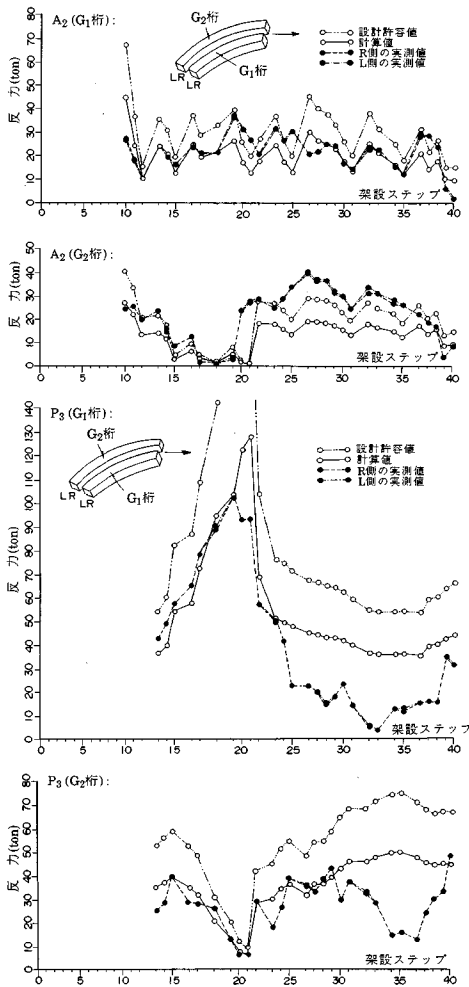


図-20 A₂ 橋台上, P₃ 橋脚上仮支点の反力管理結果

さらに, 負反力が発生するような不測の事態も起こらず, 仮支点到強制変位を与えて反力を緊急に調整するようなことはなかった。ただし, 負反力の発生を連続的に監視することの重要性は現場において非常に感じられ, この面からも施工管理システムは力を発揮できた。

c) 仮支点の反力分布

代表的な架設ステップで実施した反力分布の測定結果の一例として, 仮支点負反力の対処方法の項で図-18 に同時に状態図を示したステップ-18 で実施した P₃ 橋脚上仮支点における測定結果を図-21 に示す。

この図から, G₁ 桁では, 反力分布の実測値の最大値が計算値をわずかに上回る箇所があるものの, 計算値に不均等係数 1.5 を乗じた設計許容値に対しては十分余裕のあることがわかる。他方, G₂ 桁では, 前出の図-20 に対する考察でも触れたように, このステップは反力の値そのものが小さく実測値が計算値を若干上回った状態にあり, 反力分布の実測値も計算値を一部の箇所で上回っているが, 設計許容値を超えるほどのものはみられない。

他の測定ステップでもほぼ同様であり, したがって, 架設検討時の設計分布幅が, 実橋架設時において十分に確保されているといえた。

d) 温度変化に伴う変形の影響

温度変化に伴う送出し桁の変形の測定は, 図-18 に状態図を示したステップ-18' で実施したが, 橋軸直角方向の変形については最大実測値 35 mm と小さかったことから, 鉛直変位の測定結果について, AM 7:11~10:40 の時間における温度変化に対応するものを一例として図-22 に示す。

上図には, 手延べ桁の温度勾配を零とし, 主桁の温度勾配には実測値から求められた値を用いて NASTRAN による温度解析を実施した結果も実線で示したが, 実測

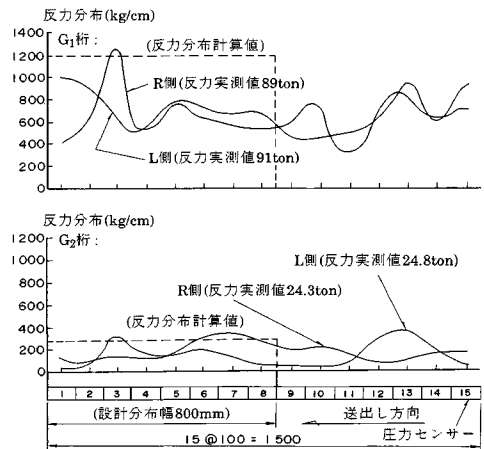


図-21 P₃ 橋脚上仮支点の反力分布

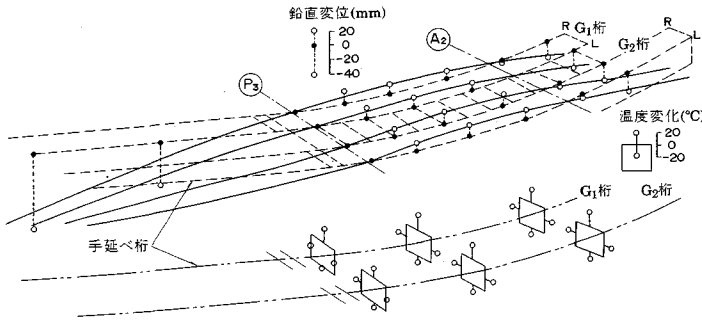


図-22 温度変化に伴う送出し桁の鉛直変位

値とよく合致していることがわかる。

そこで、ステップ-18'のみではなく、手延べ桁先端がP₂橋脚上仮支点到達後のステップ-23'についても同じ温度勾配を与えて温度解析を実施した。温度解析の結果から得られた、両ステップにおける各仮支点の反力の変動量を表-1に示す。

この表からわかるように、反力の変動量は大きくなく、ここでは省略したが、他の断面力についても大きな変動はみられなかった。与えた温度勾配は上下フランジの温度差で最大約20°Cであり、過去にわが国で測定された最大値40°Cを想定したとしても、対処できないほどの過大な変動は起こさないことがわかる。

これらの結果は、架設検討時に温度解析により安全性を確認した結果と一致しており、したがって、温度変化に伴う送出し桁の変形の影響は、温度解析、現場計測等により十分な配慮を払いさえすれば、特に重大な問題ではないといえた。

e) 曲線桁送出し架設の総合評価

本節で示した現場施工管理結果とその考察からは、唯一橋の施工例ではあるが、集中方式による送出し架設工法によっても鋼曲線桁橋を十分に安全に架設できることが確かめられた。

すなわち、本橋の場合のように、腹板の座屈照査時に適切な構造解析モデル、反力の設計分布幅、および、不均等係数を採り、温度の影響や負反力に対する配慮を怠らずに、架設現場において適切な仮設備、および、施工管理システムを設置すれば、十分に安全な架設が可能であるといえた。

5. 結 言

本報告で述べた結果からは、直線桁のみならず、曲線桁に対しても反力管理に関する有用なデータを得ることができ、集中方式による鋼橋送出し架設工法を確立し、適用範囲を拡大するうえでの有用な一資料を提供するこ

表-1 温度変化に伴う反力の変動量

(単位: t)

		ステップ-18'	ステップ-23'
P ₂ 仮支点	G ₁ 桁	-	0.88
	G ₂ 桁	-	0.18
P ₃ 仮支点	G ₁ 桁	-4.14	-5.23
	G ₂ 桁	4.05	2.44
A ₂ 仮支点	G ₁ 桁	4.12	1.44
	G ₂ 桁	-4.03	0.29

とができたとしてもよいと思われる。

今後も、実橋、特に曲線桁の施工管理データをさらに蓄積していく予定である。本報告が本工法のより急速な発展に寄与できれば幸いである。

最後に、圧力センサーの開発にあたり多大なご協力をいただいた(株)東京測器研究所、ならびに、東京ファブリック工業(株)の関係各位に対し、心より謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 池田 肇：鋼橋の送出し架設工法——滑り装置による実績と今後の課題——，土木学会誌，Vol. 66, No. 2, 1981.
- 2) 高岡司郎・花村慎之助：「滑り装置」による引出工法について，橋梁，Vol. 11, No. 7, 1974.
- 3) 佐藤章次・飯田宇朗・長谷川進：黄金高架橋の設計——曲線箱桁橋の送出し架設——，橋梁と基礎，Vol. 19, No. 9, 1985.
- 4) 徳永眞一・浅野勝博・佐野健司・松村則孝：黄金跨線道路橋の架設工事——急曲線箱桁の送出し架設——，土木施工，Vol. 27, No. 10, 1986.
- 5) 永井重光・生原 勲・前田研一・西土隆幸・松野和夫：テフロン板使用の鋼桁引出し工法における問題点とマイコンによる施工管理プログラム，橋梁，Vol. 20, No. 2, 1984.
- 6) 岡田 勝・服部育夫・松田哲二・渡辺 潔・西土隆幸：テフロン板による鋼桁送出し架設工法——新揖斐川橋——，橋梁と基礎，Vol. 20, No. 12, 1986.
- 7) 本田 進・小島輝久・間島謙一・西土隆幸：塩原9号橋の架設——テフロン板による曲線桁送出し架設——，橋梁と基礎，Vol. 22, No. 9, 1988.
- 8) 日本道路協会：鋼道路橋施工便覧，pp. 408~411, 昭和60年2月.
- 9) 伊藤敏一：鉛直局部荷重を受けるプレートガーダー腹板のDASt指針012による座屈照査例，橋梁と基礎，Vol. 18, No. 3, 1984.

(1989. 11. 28・受付)

構造工学シリーズ 4

材料特性の数理モデル入門 ～構成則主要用語解説集～

土木学会構造工学委員会構造力学小委員会 編

B 5 判 120ページ 定 価 4 500 円(本体価格 4 368 円) 送料 円
 会員特価 3 800 円(本体価格 3 689 円)

土木構造物の材料は、鋼、コンクリート、土、岩など多種・多様であり、それらの力学特性は環境や時間に依存する複雑なもので、学問的には力学や材料学の各分野で深く研究されている。

構成則 (constitutive law) とは、ごく簡単にいえば、材料や部材における力と変形の関係を数式で表現したものである。構成則の研究結果は有限要素法に代表される数値解析法の中に組み込まれ、種々の土木構造物やそれを支える基礎の計画・設計・施工に役立てられており、コンピュータの利用と発展に相まって近年益々その重要性が認められている。

本書は構成則の最新の研究成果を利用しようとする実務家や構成則を広く勉強しようとする学部学生、大学院生のために書かれたものである。すでにこの種の用語解説は専門誌の中の特集記事としていくつか見られるが、それぞれの専門分野に重点を置いたコンパクトなものが多いように思われる。

本書の執筆者は構造力学、鋼構造学、コンクリート工学、土質力学、岩盤力学などの広い分野の専門家から構成されている。それぞれの専門分野から構成則の主要な用語を収集し、関連用語を含めて約90の用語に分類・整理し、それぞれに丁寧な解説を付けている。本書を利用すれば、最新の研究成果を含めて、構成則の全容が容易に把握でき、多くの材料に対して、バランスのとれた構成則の知識を得ることができる。また、各用語について、さらに一層深く勉強しようとする者には、精選された参考文献が役立つものと思う。

緒言 1.一般、2.材料の基本的性質、3.構成則の基本原則、4.弾性体、5.弾塑性体、6.粘弾塑性体、7.鋼関係、8.土質・岩盤関係、9.コンクリート関係、10.数値解析法。主要用語90を収録。

●お申込みは土木学会または全国主要書店へ●

〒160 東京都新宿区四谷1丁目無番地 土木学会 電話03-355-3441・振替東京6-16828

国際建設契約約款の基礎

Engineering Law and the ICE Contracts

本書「国際建設契約約款の基礎」は、1965年に初版が刊行されて以来、土木技術者が契約実務を習得する際のバイブルとさえ言われている Abrahamson 著「Engineering Law and the I.C.E. Contracts」(第4版)を海外活動委員会 I C E 契約研究小委員会が6年間にわたり全訳し、纏めたものであります。国際契約約款の基本システムである発注者—エンジニア—請負者という三者の権利と義務について、多くの判例による法的裏付けをしながら逐条・逐語で徹底的に解説したものです。

本書は、利用者の便宜を考え二分冊とし、ケース入りとしました。

第I部は、I C E 約款の逐条・逐語の対訳で、付録として「公共工事標準請負契約約款」、「民間建設工事標準請負契約約款」、「四会連合協定・工事請負契約約款」を付け、I C E 契約約款との比較ができるよう配慮してあります。

第II部は、原文解説の逐条・逐語訳であり、多くの判例を用いて、分かりやすく解説したものです。

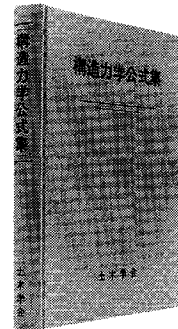
本書は、現在国際的プロジェクトにおいて広範に活用されている F.I.D.I.C.約款の母体となった I.C.E. 契約約款について、その全条項を列挙したうえで、実際に引用されることの多い条文に対しては、関連資料あるいは判例等を使いながら懇切丁寧に解説されているため、契約関連業務に馴染みの薄い読者でも正確な理解が得られ、実践上裨益するところ大であると言えます。多くの方々が本書を通読され、座右の書として活用することによって欧米型契約実務の要所を把握され、建設工事の国際化に大いに役立つものと考え、ご利用下さるようおすすめ致します。

体 裁 : A 5 判 900ページ 定 価 : 30 900 円(本体 30 000円)(〒400円)
 会員特価 : 27 810 円(本体 27 000円)(〒400円) 申 込 先 : 土木学会刊行物販売係(03-355-3441)

構造力学公式集

B5判 538ページ上製・ビニールケース入り
定価 13 390 円(本体 13 000円)(〒とも)
会員特価 11 330 円(本体 11 000円)(〒とも)

本書に集積されている知識は、われわれが持つことのできた天才や多くの先達の知的努力の結晶であり、また長い経験の中から営々と築き上げられた正に人類の貴重な遺産である。構造技術者が基本として知り、かつ常に座右に持ち、常に判断の基礎となるべき公式の集成である。



構造工学シリーズ3

鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン

土木学会構造工学委員会 鋼・コンクリート合成構造小委員会 編
B 5 判 330ページ 定価 9 270 円(本体 9 000円), 会員特価 8 240 円(本体 8 000円)(〒350円)

本書は、土木学会構造工学委員会鋼・コンクリート合成構造小委員会(池田尚治委員長)が編集したもので、従来から輝かしい実績をもつ鋼構造やコンクリート構造につぐ第3の構造としての鋼・コンクリート合成構造について、限界状態設計法を指向しつつ、その歴史、力学的特性、部材設計法、応用例等について詳述したものである。さらに、近年注目されつつある鋼・コンクリート混合構造についても1章が設けられ、最新の情報が記載されている。

かつて鋼成げた橋で代表されてきた鋼・コンクリート合成構造は、今やその応用範囲は拡大の一途をたどり、各種の橋梁上部工や下部工をはじめとし、トンネル、サイロ、鉄塔、地中壁、海岸・海洋構造物等にまで及んでいる。また、鋼部材とPC部材あるいはRC部材を適切な方法で結合した混合構造も計画・検討の段階から設計・施工の段階へと進展してきている。一方、設計の方法も許容応力度設計法から限界状態設計法へと移行しつつある時期に、上記委員会は、橋梁をはじめとする各種の土木構造物に鋼・コンクリート合成構造が適用された例を出来るだけ多く紹介し、あわせて世界各国での同構造の限界状態設計法や荷重係数設計法に基づく設計基準類をとりまとめることによって、この種の構造が広い範囲で理解され、より発展するものと考え本書がとりまとめられた経緯がある。

目下、わが国において鋼構造学とコンクリート工学に関する有用な書物は数多く見受けられるが、鋼・コンクリート合成構造を体系的に記述したものは見当たらない。したがって、鋼・コンクリート合成構造を教授するための高専や大学におけるテキストあるいは実務設計者のための手引書として、本書は有用なものとなる。さらに、同構造の現状を把握し、今後、新しい構造を研究・開発するうえで、研究者にとっても本書は参考となる書物であるといえよう。

第1章 総論、第2章 構造用材料、第3章 構造部材の設計方法、第4章 合成構造の力学的特性、第5章 合成構造部材とその設計、第6章 鋼・コンクリート混合構造、第7章 最近の橋梁への応用、第8章 各種土木構造物への応用

●お申込みは土木学会または全国主要書店へ●

圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

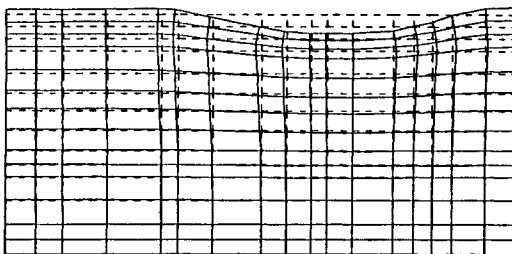
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

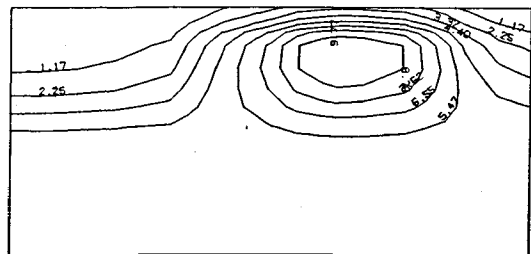
(特長)

- 非定常FEMによる線形弾性解析(christian系の解法)。
- 二次元平面歪解析。
- 要素として三角形・任意四角形が扱える。
- スケーリングをしているので安定して解が求まる。
- リスタート機能の完備。
- 入力はわかりやすいコマンド形式を採用(フリーフォーマット)。
- 図化処理(プロッタ、画像出力)等、豊富な機能を持つポストプログラムを完備。
- ジェネレート機能(長方形要素)により簡単にモデル作成が可能。
- 大モデルはそのままCRCネットワークでも(ホスト処理)可能。

販売価格：60万円 機種：NEC PC9800シリーズ 他



変形図



過剰間隙水圧コンター図

※EWS、汎用機用の圧密解析プログラム(逆解析も可能)として“UNICON”も用意しております。

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

UNICOUP

応力解析と浸透解析がドッキングした!

軟弱地盤の解析に!

海洋開発・埋立

盛土・掘削

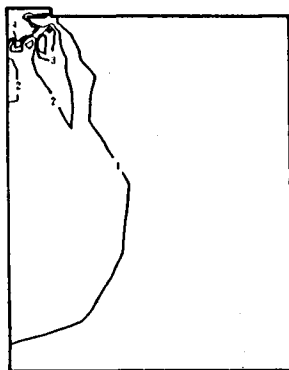
出力項目

- 各節点での変位、各要素での応力
- 各節点での全水頭・圧力水頭他
- 豊富な図化処理
変位図、変位ベクトル図、応力ベクトル図、応力コンター図、安全率コンター図、水頭コンター図、圧力水頭コンター図

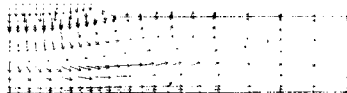
プログラムの特長

- 応力と地下水の流れをカップルさせた問題が解析可能です。(圧密含む)
- 地下水の流れは飽和・不飽和域を対象としています。
- 多段掘削・盛土や降雨等が扱えます。
- 梁や連結要素も扱い実用的です。
- 経時観測記録(変位・水位)があれば、非線形最小二乗法に基づき変形係数や透水係数が逆解析できます。(順解析、逆解析がスイッチにて選択可能です。)
- 弾性・非線形弾性・弾塑性・弾粘塑性を示す地盤が扱えます。
非線形弾性(電中研式、ダンカン・チャンの双曲線モデル)
弾塑性(ドラッカー・ブラガー、モール・クーロン、カムクレイモデル、ハードニング、ソフトニング)
弾粘塑性(関口・太田モデル)

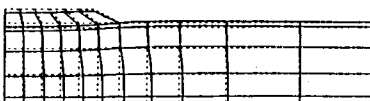
(荷重)



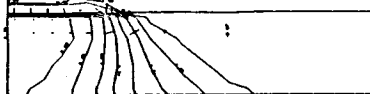
応力増分コンター(4σ V)
(10日後)



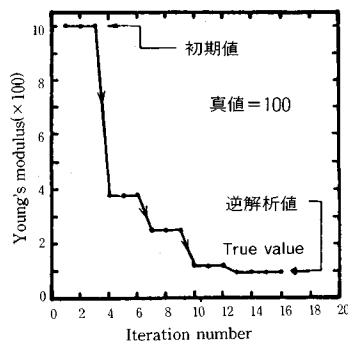
変位ベクトル図(40日後)



盛土(40日)後の地盤の変形



盛土(40日)後の地下水の流れと水頭
コンターおよび自由水面



ヤング率と繰り返し回数の関係
逆解析によるパラメータの推定

このシステムは、情報処理振興事業協会の委託を受けて開発したものです。

IPA 情報処理振興事業協会
CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

問合せ先
大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

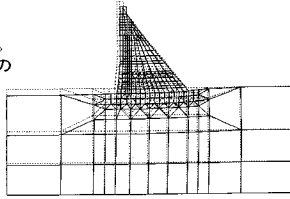
Mr. SOIL

Version-2

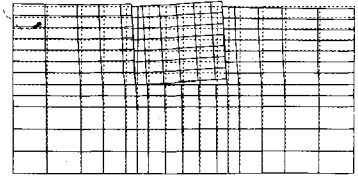
■豊富な機能

- ・弾性及び弾塑性解析が可能。
- ・掘削機能、盛土機能がある。
- ・地盤の不連続性や、構造物との相互作用が扱える。
- ・三角形要素、四角形要素、梁・棒要素、joint要素の準備。
- ・大型モデルは、CRCネットワークでメインフレーム処理が可能。
- ・地震荷重、分布荷重が扱える。
- ・荷重の段階的載荷が可能。
- ・弾性解での安全率(モール・クーロン基準)評価。
- ・充実したグラフィック機能(変形図、応力ベクトル図、応力コンター図、拡大機能)

〔適用例〕



静水圧によるダムの解析



不連続性を考慮した地盤と構造物の解析

■お求めやすい価格設定

パソコン版(PC-9801シリーズ, IBM5550など)…64万円(税別)
EWS版(NEWS, SUN, HP, VAXなど)……150万円(税別)

■実績が示す高信頼性(使用実績 166 社 平成元年度 12月末現在)

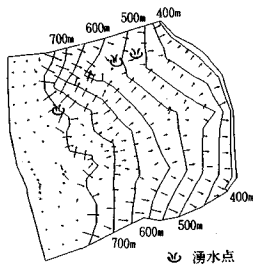
(株)アースコンサルタント アイドルエンジニアリング(株) (株)葵エンジニアリング (株)荒谷建設コンサルタント 石川工業高等専門学校 (株)ウエスコ 上山試錐工業(株) 運輸省港湾技術研究所 (株)エイトコンサルタント (株)N T T 鈴鹿電気学園 (株)応用地学研究所 大阪大学 大阪市立工業研究所 (財)大阪土質試験所 大阪府立工業高等専門学校 大阪府立大学 岡山大学 岡山大学 (株)奥村組 技術研究所 奥村組土木興業(株) 小田急建設(株) 小野田ケミコ(株) 小野田ケミコ(株) 鹿児島大学 梶谷エンジニア(株) 鹿島建設(株) 金沢大学 川崎地質(株) 関西電力(株) 岩水開発(株) 関西航測(株) 関西大学 九州共立大学 九州産業大学 九州産業大学 九州産業大学 九州大学 九州電技開発(株) 京都市立伏見工業高等学校 京都大学 京都大学	京都大学 協和電設(株) 近畿実測(株) 近畿大学 近畿大学 近畿大学 近畿大学 岐阜工業高等専門学校 久保田建設(株) (株)熊谷組 (株)熊谷組 (株)建設企画コンサルタント (株)建設工学研究所 神戸大学 神戸大学 神戸大学 神戸大学 興亜開発(株) 佐賀大学 佐伯建設工業(株) 佐藤工業(株) 佐藤工業(株) サンコーコンサルタント(株) 滋賀県立短期大学 (株)C I T 構造技術研究所 島根大学 昭和地質情報リサーチ(株) (株)新日本技術コンサルタント 新日本製鉄(株) 新技術計画(株) 技術設計部 J R 西日本コンサルタンツ(株) (株)住友建設 住友建設(株) 住友建設(株) (株)西播設計 (株)ソイルブレイン 促進工事(株) (株)第一コンサルタンツ 大成基礎設計(株) 大豊建設(株) 大豊建設(株) (株)ダイヤコンサルタント (株)高千穂設計コンサルタント (株)カラエンジニアリング	(株)竹中工務店 玉野総合コンサルタント(株) (株)地崎工業 (株)地盤調査事務所 (株)中央設計技術研究所 中央復建コンサルタント(株) 中国電力(株) 中部電力(株) 通信土木コンサルタント(株) (株)テノックス 東海大学 東京大学 東京地下工事(株) 東京都市木技術研究所 東建地質調査(株) 東電設計(株) 東電設計(株) (株)東日測量設計社 動力研・核燃料開発事業団 戸田建設(株) (株)中堀ソイルコーナー 西松建設(株) 技術研究部 日本大学 日本大学 日本鋼管(株) 日本鋼管(株) 日本シールドエンジニアリング(株) 日本工営(株) 日本工営(株) 日本交通技術(株) 日本通信建設(株) 日鉄通コンサルタント(株) 日本水工設計(株) 日本道路公団 試験所 (株)日本パブリックエンジニアリング (株)日建技術コンサルタント (株)ニュー設計 八戸工業大学 林建設工業(株) (株)阪神コンサルタンツ 東日本旅客鉄道(株) (株)日造造船技術研究所	ヒメノコンサルタント(株) ヒロセ(株) 福井大学 (株)藤井基礎設計事務所 フジ工業(株) フジ工業(株) (株)復建エンジニアリング (株)復建エンジニアリング 藤原技術士事務所 不動建設(株) 不動建設(株) (株)美蓉調査設計事務所 北光ジオリサーチ(株) 前田設計(株) (株)松村組 三井建設(株) 三菱重工業(株) 明治コンサルタント(株) メトロ設計(株) 山口大学 山口大学 山口大学 (株)四電技術コンサルタント りんかい建設(株) 和歌山工業高等専門学校 和歌山工業高等専門学校 海外 韓国 大林エンジニアリング 韓国 大林産業 韓国 三星建設 韓国 現代エンジニアリング 韓国 大韓コンサルタンツ 韓国 正友エンジニアリング 韓国 SUNJIN ENG'G 韓国 DAEWOO CORP. 韓国 WOODAI ENG'G 韓国 KAERI 韓国 ソウル大学 韓国 ソウル大学 韓国 光州経商大学 オランダ デルフト大学
--	--	--	---

(五十音順 敬称略)

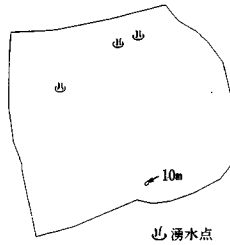
地下水解析のことなら CRC

日本初!! 逆解析手法による 地下水変動解析プログラム UNISSF

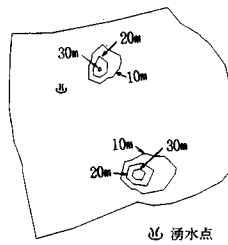
スピーディな同定・安価な解析



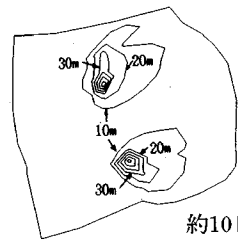
初期状態の地下水流



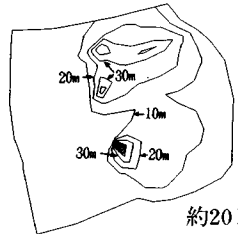
トンネル掘削開始直後



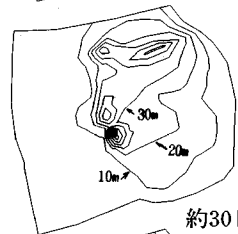
約4日後



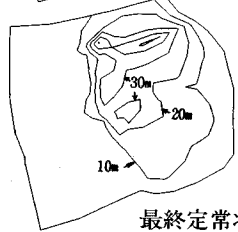
約10日後



約20日後



約30日後



最終定常状態

特長 ○有限要素法による準3次元解析を中心とした地下水の流れのトータルシステムです。

○観測水位と計算水位より、非線形最小二乗法を用いて帯水層定数の同定が可能です。(逆解析手法)

○建設・土木工事(掘削・ディープウェルその他)の解析に対応する多くの機能を備えています。

○メッシュ・ジュネレータにより、モデル(要素分割)作成の手間を軽減できます。

○図化処理プログラムにより、結果の確認が容易に行えます。

機種: FACOM-Mシリーズ, HITAC-Mシリーズ
IBM303X, 308X, 43XX, CRAY
NEC ACOSシリーズ, DEC VAX11 他

このシステムは、情報処理振興事業協会の委託を受けて開発したものです。

IPA 情報処理振興事業協会

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪府中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

SAT/UNSAT

(SATURATED / UNSATURATED ANALYSIS PROGRAM)

適用例

- ダムや堤体の外水位の上昇・
下降や 降雨に伴う地下水
解析
- トンネル掘削等による地下水
への影響解析
- 矢板や連続壁による水の回
り込みや止水効果の評価

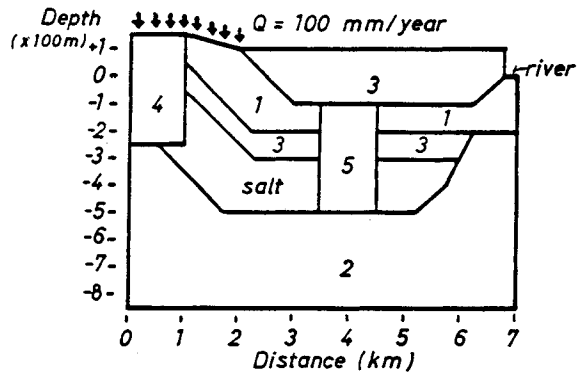


図1 放射性廃棄物処理場モデル

1: Sandstone 2: Sandstone 3: Shale 4: Limestone
5: Rubble zone Salt: Unpermeable

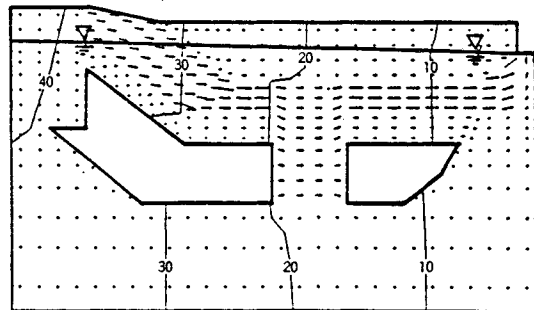


図2 放射性廃棄物処理場モデルの定常浸透流

EWS版 新発売!!

グラフィック機能に優れ、しかもコストパフォーマンスの高い
エンジニアリング・ワークステーション(EWS)上で、ご利用
いただけます。

NEWS, SUN, HP 等に対応。

ジオフロントに挑戦!



EWSによる

3次元地質解析システム

概要

地質調査で得られたデータを基に、利用者の判断を加味して3次元地質モデルを作成します。この3次元モデルより地質・岩級区分・地下水位等をグラフィック表示並びに作画します。また、今後この3次元モデルを利用して解析用メッシュ作成等への応用が考えられます。

特徴

- ・走向・傾斜データも考慮できる高度な推定法
- ・複雑な地質体モデルの表現が可能
- ・ビジュアルで豊富な出力機能
- ・図面間での整合性がとれる
- ・操作性の高いシステム

入力データ

- ・地形図
- ・地表踏査データ
- ・ボーリングデータ
- ・横坑データ

出力図面

- ・等高線図
 - ・地質平面図
 - ・鉛直断面図
 - ・水平断面図
 - ・ブロック図他
- (岩級区分・地下水位を含む)

適応機種

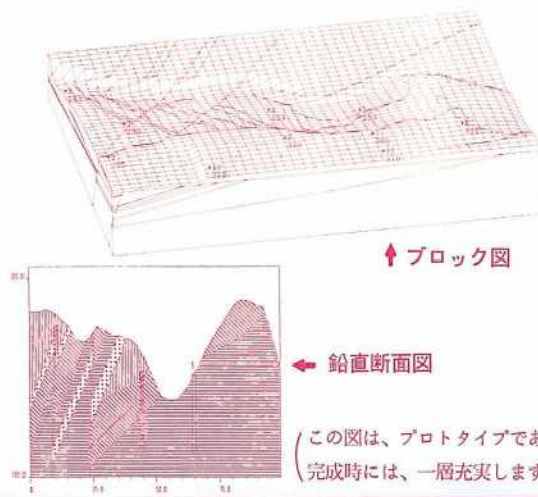
- ・SONY NEWS
- ・SUN-3, SUN-4, SPARC (互換機を含む)
- ・HP9000シリーズ
- ・その他機種は別途御相談

'90年1月より順次リリース予定

導入予約受付中

(株)アイ・エヌ・エー アイサワ工業(株) アイドールエンジニアリング(株) アサヒ地水探査(株) ㈱エイトコンサルタント 応用地質(株) 大阪ガス(株) 大手開発(株) ㈱大林組 ㈱奥村組 川崎地質(株) 基礎地盤コンサルタント(株) ㈱熊谷組 ㈱建設技術研究所 建設省 土木研究所 五洋建設(株) 佐藤工業(株) サンコーコンサルタント(株) ㈱環境総合研究所 ㈱四電技術コンサルタント 清水建設(株)	(株)京建設研究所 ㈱新日本技術コンサルタント 住友建設(株) 住友建設(株) 石油資源開発(株) 全日本コンサルタント(株) 大成建設(株) 大豊建設(株) ㈱ダイソク ㈱ダイヤコンサルタント ㈱竹中工務店 中央開発(株) ㈱地球科学総合研究所 中電技術コンサルタント(株) 通産省 地質調査所 電源開発(株) ㈱電力中央研究所 東急建設(株) 東建地質調査(株) 東京電力(株)	東電設計(株) 東電ソフトウェア(株) 東洋地質調査(株) 動力炉・核燃料開発事業団 ㈱中堀ソイルコーナー 西松建設(株) 日本工営(株) 日本国土開発(株) ㈱日本パブリック ㈱間組 ㈱阪神コンサルタント ヒロセ(株) フジタ工業(株) ㈱富士和ボーリング 北光ジョリサー(株) 北海道開発コンサルタント(株) 三井建設(株) 三菱金属(株) 村本建設(株) 明治コンサルタント(株)
---	--	--

3次元地質解析システム研究会 参加メンバー



CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 岩崎・吉川