

ハンガーランプのある長大吊橋吊材の振動法による張力測定

STUDY ON ESTIMATING TENSION OF TIED HANGER ROPES OF SUSPENSION BRIDGE BY VIBRATION METHOD

島田忠幸*・木本公平**・成井 信***

By Tadayuki SHIMADA, Kohei KIMOTO and Shin NARUI

The method of estimating tension of bridge cables by measuring their natural frequency, so-called vibration method, is a very convenient way at the construction site of structures with cables. However in order to apply the method to estimate hanger-rope tension of a suspension bridge which has long spans, there still exist several problems to be solved as shown below because those ropes are tied with hanger clamps.

- 1) The vibration mode of two hanger ropes connected with a hanger clamp is needed to research beforehand.
- 2) The effect of hanger-clamp weight on estimated tension is necessary to investigate beforehand.
- 3) The accuracy of tension estimated by vibration method is necessary to compare with tension measured by a loadcell so as to get reliable estimation.

In this paper, the above mentioned problems are discussed and checked.

Keywords: suspension bridge, hanger rope, hanger clamp, tension, vibration method

1. 緒 言

最近、斜張橋・ニールセン橋のケーブル張力の測定に振動法を適用する機会が多い。この方法は、ケーブル諸元とケーブル固有振動数の測定値から張力を計算して求めるものであり^{1)~4)}、従来の測定法と比較して測定は圧倒的に簡便である。

しかし、この振動法を吊橋、特に長大吊橋の吊材張力測定に適用した報告はこれまでなされていない。長大吊橋の吊材張力を振動法で測定できれば、施工管理・維持管理の面での意義はまことに大きく、吊橋架設技術の向上に資するところが大きいものと思われる。

長大吊橋の吊材相互間は、ハンガーランプで連結されており、この点が斜張橋・ニールセン橋の場合と状況と異なる。本論文では、このような吊材の張力を振動法で測定するときの問題点として下記の検討を行った。

- ① ハンガーランプで連結された吊材は単独の振動をしないので、測定した振動数から吊材張力を簡単に求めるための振動モードの判別法

* 正会員 石川島検査計測(株) (〒135 江東区豊洲1-2-40)

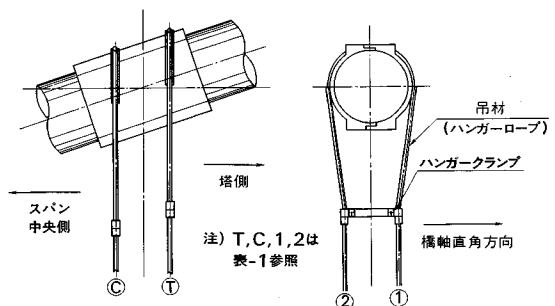
** 正会員 石川島播磨重工業(株)
(〒541 大阪市中央区本町4-2-12)

*** Dr.-Ing. 本州四国連絡橋公団
(〒655 神戸市垂水区平磯1-1-66)

- ② 測定した振動数から吊材の張力を計算するときの、ハンガーランプの質量の影響
- ③ 測定法の信頼性を検証するため、実橋を対象とした振動法による測定値と、ロードセルを使用した測定値との比較

2. 測定法に関連するハンガーランプの影響

(1) ハンガーランプのある吊材の振動モード解析
吊材をメインケーブルに取り付ける方法として、吊材ソケットをケーブルバンドのところでピン結合した設計もみられるが、一般には1つのケーブルバンドに複数のロープを鞍掛けした設計が行われる。このとき、鞍掛け



図一 ハンガーランプ

した吊材間はハンガークランプによって橋軸直角方向に連結される(図-1)。このハンガークランプが測定結果に与える影響について、スパン1000m級の吊橋を対象に、吊材長さ(2~87m)をパラメーターとした考察を行った。

まず、ハンガークランプの振動モードへの影響を調べるため有限要素法による橋軸方向の振動解析を行った。計算諸元を図-2に示す。ハンガークランプはケーブルバンドからほぼ一定の距離にある。ここでは、既往の設計例を参考に1.6mとし、ケーブル張力は34tfとした。

図-2は、振動数の最も低い、橋軸方向の2つの振動モードの計算結果を示す。図中の左側は、ハンガークランプで連結した2本の吊材が橋軸方向に同位相で振動する場合であり、右側は逆位相の場合である。逆位相の場合は、ハンガークランプに軸力が作用するので、同位相の場合よりも若干ではあるが振動数が高くなっている。吊材長さが短くなると、ハンガークランプの剛性の影響

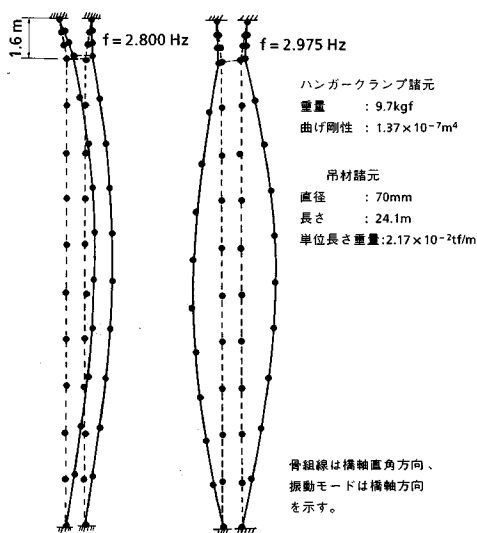


図-2 振動モードの計算結果(橋軸方向)

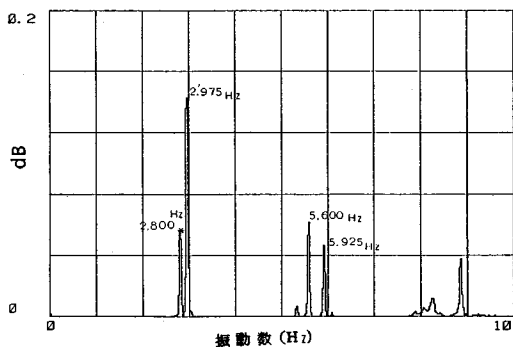


図-3 パワースペクトル測定例

が大きくなるので、2つの振動モードの振動数の差は大きくなる。

図-3は、図-2に示した吊材について、パワースペクトルの測定結果を示す。この場合は、6次振動までの卓越スペクトルが記録されている。いずれの振動モードにおいても、接近した2つのパワースペクトルがみられるが、これらは上に述べた解析結果より、同位相と逆位相の振動モードである。単独の吊材に、ハンガークランプの1/2の質量を付け加えたときの振動数も2.800 Hzであり、図-2の計算結果と一致する。したがって、振動法では、接近した2つのスペクトルのうち、同位相モードの振動数である低い方の値を選択すれば、集中質量のある単独の吊材として取り扱うことができる。

(2) ハンガークランプの質量の影響

以上の考え方で測定法を実用化するには、集中質量のあるケーブルの振動解析手法自体のほかに、ハンガークランプ質量が測定結果に及ぼす影響の検討が必要になる。最初の計算法について考えてみると、集中質量のあるケーブル張力と振動数の関係は、有限要素法で計算することができる。しかし、ケーブルを曲げと張力を受けるはりと考えたときの集中質量を考慮した振動は、微分方程式からも解くことができる。計算機を組み込んだ測定器¹⁾を使用するとき、インプット量も少なくかつ計算量も少ないので、振動法には適した手法である。本論では、後者の手法で計算を行った。

次に、集中質量として作用するハンガークランプの測定張力に及ぼす影響について考えてみる。前述したように、ハンガークランプの取付け位置は、ケーブルバンド

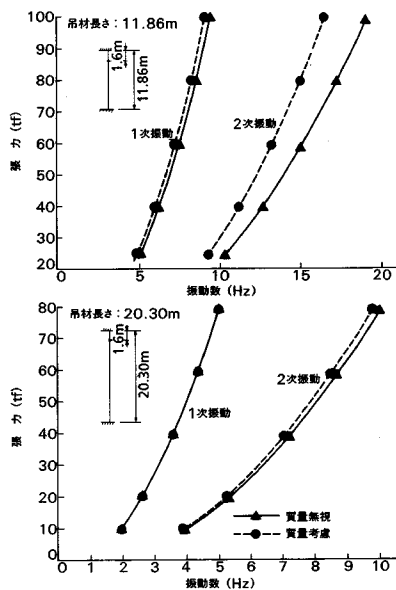


図-4 ハンガークランプ質量の影響

からほぼ一定の距離にある。質量の影響は吊材長さが短くなると大きくなる。ここでは図-2に示した吊材諸元を用いて、長さ：20.30 mと11.86 mの吊材について行った計算結果を示す(図-4)。一次振動の場合、長さ：11.86 mになると質量の影響が若干生じている。二次振動については、長さ：20.30 mの場合でも質量の影響が生じている。ハンガークランプの重量を正確に測定していないときは、質量の影響の少ない一次振動で測定する方が、測定誤差は少ない。

検討の対象とした1000 m級の吊橋では、長さ：20.30 m以上とそれ以下の吊材本数はほぼ等しいので、吊材総数の半分はハンガークランプの質量は影響しないことになる。

3. 実橋測定

以上の考察をもとに、本州四国連絡橋北備讃瀬戸大橋の補剛桁架設中に行った測定結果を示す。本橋の補剛桁は順次塔側から張り出された。その際、張り出された補剛桁の吊材は油圧ジャッキを用いて引き込まれる。このとき、吊材に過大な張力がかからないようロードセルで張力管理がなされた。このロードセルと振動法を比較すれば、測定法の妥当性が検証できる。

(1) 測定精度に関する影響因子

図-5に測定した吊材を示す。測定は、曲げ剛性の影響が大きくなる、長さの短い領域を特に選定した。測定精度に影響を与える因子は以下のとおりである。

a) 吊材上部の境界条件

吊材上部はメインケーブルによる弾性支持と考えられる。支持点のばね定数は、橋軸直角方向よりも橋軸方向が大きいため、橋軸方向の振動で測定する場合、弾性支持の影響は少ない。橋軸方向のばね定数は、ケーブル節点に単位荷重を与えたときのたわみから求まる。ばね定数を考慮したときと、固定としたときの解析精度の比較を行った結果、両者の差は0.1%以下であるので、吊材の上部は固定と考え、橋軸方向に加速度計を取り付けた。

なお、吊材とケーブルバンドの接触の始まる点は、メインケーブル中心より下方10 cmの位置にある。吊材上部の変位と回転は、吊材とケーブルバンドとの間の摩擦によって拘束を受け、拘束点はこの接触開始点近傍に

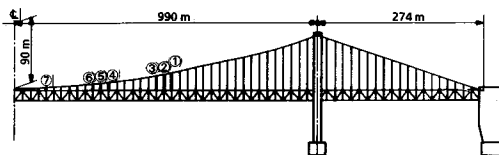


図-5 測定した吊材

あると考えられる。吊材直径に比して長さの長いときは長さの誤差は測定結果に大きな影響を与えない²⁾ので、No.1~No.6の吊材はケーブルバンド中心点を固定とした。しかしNo.7の吊材は上記の接触点を固定とした。

b) 吊材下部の境界条件

測定を行った架設中の吊材は、補剛桁に直角に引き込むためのガイドローラー(図-6)に接触しており、接触点で若干の折れ角が付いている。このため、振幅が微小のときローラー一点で変位は拘束される。吊材長さが短くなるとローラー一点での回転拘束が問題となるが、後述するように、振動法とロードセルとの値がほぼ一致することより、ローラー一点で回転も拘束されているものと考えられる。したがって、下側はローラー点を固定とした。

c) 吊材の曲げ剛性

一般に、吊材には撚り線ケーブルが用いられている。ケーブルの曲げ剛性については、実験的に求めた報告もなされているが、結果にばらつきがみられる^{3),4)}。この理由を考えてみると、一般にケーブルの曲げ剛性には素線間の摩擦力が関係する。撚りのあるケーブルに張力を与え、撚りの戻る方向にケーブルは自転⁵⁾するので、素線間の空隙率が変化する。したがって、ケーブルの曲げ剛性は端部の拘束条件、張力などによって変化するが、ケーブル径に比較して長さの長いとき、曲げ剛性の設定誤差は測定結果に大きな影響を与えない。

ここでは、文献4)を参考にして、吊材と等径の棒材の曲げ剛性の50%を有効と考えた。なお、この曲げ剛性に10%の誤差を考えて、測定張力に及ぼす影響を計算したところ、吊材長さが5 m以上では測定誤差は3%以下になる²⁾。

振動法で測定できる吊材の最小長さは曲げ剛性の精度で決定される²⁾ので、長さの短い吊材の張力を測定するときは、ケーブルの自転の影響を考慮して、曲げ剛性を実験的に求めておくが必要になる。

(2) 測定結果

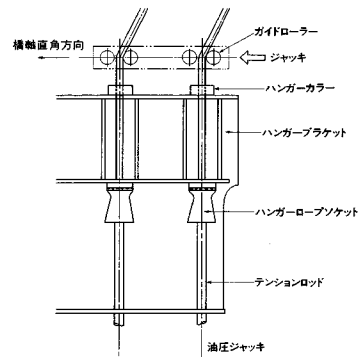


図-6 ガイドローラー

表一 振動法とロードセルの測定比較

吊材	吊材長さ (m)	振動数 (Hz)	振動法 (t-f)		ロードセル (b) (t-f)	$\frac{b-a}{b} \times 100$ (%)	
			吊材張力	吊材合計 (a)			
1	24.08	T1	2.813	35.2	133.7	132.0	-1.3
		T2	2.813	35.2			
	23.96	C1	2.688	31.6			
		C2	2.688	31.6			
2	21.92	T1	10.20	101.9	413.5	427.6	3.3
		T2	10.20	101.9			
	21.81	C1	10.40	104.9			
		C2	10.40	104.9			
3	20.30	T1	4.23	56.8	238.5	247.2	3.5
		T2	4.23	56.8			
	20.18	C1	4.45	62.5			
		C2	4.45	62.5			
4	9.91	T1	7.55	44.0	190.0	193.0	1.6
		T2	7.55	44.0			
	9.85	C1	8.05	51.0			
		C2	8.05	51.0			
5	8.52	T1	11.88	94.0	391.0	401.0	2.5
		T2	11.08	94.0			
	8.47	C1	12.50	101.5			
		C2	12.50	101.5			
6	7.63	T1	9.10	40.5	179.0	183.0	2.2
		T2	9.10	40.5			
	7.58	C1	9.90	49.0			
		C2	9.90	49.0			
7	3.28	T1	18.63	57.50	328.0	306.0	-7.2
		T2	18.63	57.50			
	3.26	C1	22.88	106.50			
		C2	22.88	106.50			

注) T:塔側 C:スパン中央側 1:桁から近い吊材 2:桁に遠い吊材

表一に、振動法とロードセルとの測定張力の対比を示す。計算上の吊材長さは上述した固定点間の実長を示す。ロードセルは4本の吊材張力の総和を検出しているので、振動法も同じく4本の総和を示した。

まず、1つのケーブルバンドにおける4本の吊材張力に着目すると、橋軸直角方向では2本の吊材張力は等しくなっている。これは、橋軸方向の2本の吊材が掛付けされた同一のケーブルであるためである。しかし、橋軸方向の吊材間では測定張力に差が生じている。この理由として、完成時と架設時において、ケーブルバンドに角度の差が生じることが考えられる。引き込み用ジャッキを取り外し、ソケットを補剛桁に定着した後の吊材張力を測定したところ、架設が進行するに応じてこの張力差の減少がみられたことから、完成時ではこの傾向は減少するものと思われる。

次に、吊材長さ測定精度の関係に着目してみると長さ：7.58 m以上では、ロードセルと振動法の差は4%以下であり、実用上問題のない測定精度である。しかし、長さ：3.36 m (No.7) の場合では、両者の差は7.2%になっている。長さの短い吊材を選定して曲げ剛性を実験的に求めれば、この誤差は減少するものと思われる。

完成時では、吊材は補剛桁の上弦材から張り出された

ブラケット上面のところで、防錆を目的としたハンガーカラーに接触している。このときも固定点の問題が生じるが、架設時において引き込み用ガイドローラー位置で固定点になることから、着脱が容易な固定治具を製作すれば、問題は解決するものと思われる。

振動法では1本ごとの吊材張力が容易に測定できるので、架設時の変形・引き込み方法等により生じる吊材張力の不均一をチェックすることが可能になり、吊橋の施工・維持管理面で非常に効果的であるといえる。

4. まとめ

振動法による長大吊橋の吊材張力についての実用化を目的として、ハンガークランプの影響について考察を行い、下記の知見を得た。

(1) ハンガークランプで連結した2本の吊材間では、振動方向が橋軸方向に同位相と逆位相で、かつ振動数が比較的接近した2つの振動モードが生じることを計算にて求め、実橋測定にて確認した。

(2) ハンガークランプで連結された2本の吊材が同位相で振動するモードの振動数を測定すれば、張力計算のときにハンガークランプの質量を考慮することで、単独の吊材として取り扱うことができる。しかし、吊材長さが長いときはこの質量の影響は無視できる。

(3) 架設中の吊橋に対して、振動法から求めた吊材張力とロードセルの値を比較したところ、両者の差は4%以下であり、実用上問題のない精度で測定が可能であることを確認した。しかし、長さが短い吊材については、7%程度の誤差が生じる。

最後に、本研究にご協力を頂いた北備讃瀬戸大橋補剛桁架設工事共同企業体の方々に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 島田忠幸・高橋正孝：常時微動法を応用したケーブル張力測定器の開発研究，第12回電算機利用に関するシンポジウム講演集，pp.129～136，1987年10月。
- 2) 島田忠幸・西村 昭：振動法によるケーブル張力測定値への曲げ剛性の影響，土木学会論文報告集，第398号，pp.409～412，1988年10月。
- 3) 長井義則・岸田博夫・西村春久：ニールセン橋におけるケーブル張力の管理について，第33回土木学会年次学術講演会概要集(1)，pp.141～142，1976年。
- 4) 新家 徹・広中邦汎・頭井 洋・西村春久：振動法におけるケーブル張力の实用算定式について，土木学会論文報告集，第287号，pp.26～32，1979年7月。
- 5) 会田俊夫・佐藤 進・中井幹雄：多層よりスパイラルロープの自転について，日本機械学会論文報告集，第34巻，第258号，pp.351～361，昭和43年2月。

(1988.6.29・受付)

構造工学シリーズ2

建造物のライフタイムリスクの評価

土木学会構造工学委員会建造物安全性研究小委員会 編

B5判 370ページ 定価9000円、会員特価8000円(送料350円)

本書は、土木学会構造工学委員会建造物安全性研究小委員会(白石成人委員長)がとりまとめたもので、近年世界各国およびわが国において設計示方書が限界状態設計法に移行されつつあるが、その理論的基盤を与える構造信頼性理論について、その背景、基礎理念、理論、問題点等について詳述したものである。

本書の特徴は、書名にもなっているように、建造物のライフタイムリスクの評価に注目している点にある。建造物の安全性・信頼性評価は設計段階に限らず、施工段階、供用段階においても重要である。換言すれば、建造物の経時的特性すなわちライフタイムの特性としての危険度(リスク)を合理的に把握することがこれからの安全性・信頼性評価の望ましい姿と考えられる。このような観点に立ち、特に、建造物の構成過程の安全性、供用開始後の安全性診断、工事中の労働安全性、ヒューマンエラー、各種設計基準における安全性評価、等についての最近の研究状況を紹介し、あわせて将来への展望を試みている。

以上のように本書は、最近の構造信頼性理論の成果をライフタイムリスクの評価という視点からまとめてあり、現在多くの技術者の関心を引いている損傷問題、ヒューマンエラー等の種々の問題に対する有益な示唆を与えることが期待でき、限界状態設計法の基礎理念を知るための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、さらには構造信頼性理論の現状を把握し、今後の研究の方向を得る参考書として、それぞれの立場からの目的に応じて利用できる内容となっている。

1.序論 2.安全性・信頼性の理念と評価 3.建造物の構成過程における安全性評価 4.供用開始後の建造物の安全性診断 5.工事中の労働安全性評価と対策 6.建造物の安全性と人間 7.設計基準・ガイドライン等における安全性評価

付録-1 用語 付録-2 信頼性理論の歴史 付録-3 信頼性解析の基礎理論 付録-4 信頼性理論の適用例
付録-5 各種設計・施工・管理基準

構造工学シリーズ1

構造システムの最適化 ~理論と応用~

土木学会構造工学委員会建造物最適性研究小委員会 編

B5判 286ページ 定価7000円、会員特価6300円(送料350円)

本書は、土木学会構造工学委員会建造物最適性研究小委員会(山田善一委員長)がとりまとめたもので、近年種々の工業設計の分野で応用されている最適設計法について、その基本的な考え方、理論および多くの構造設計における応用について、初心者にも容易に理解できるように書かれたものである。最適設計法の理論そのものは、多くの数学者により研究・開発され、それらの著書もたくさんあるが、本書の大部分は、構造設計に関わる研究者、実務者により書かれており、実務への応用を第一の目標としているのが、他書とは異なる大きな特徴の一つである。工学者が書いた本格的な最適設計法の著書としては、国内では最初のものであり、土木工学のみでなく、他の工学の分野でも利用できる内容になっている。

本書は、3編、29章から構成されている。第I編は「構造設計と最適設計法」で、最適設計法はなぜ必要か、さらに構造設計の基本構成との関わりなどが説明されている。第II編は「理論」で、構造設計の種々の要求に対応する最適化理論、および数値計算上の工夫などが説明されている。第III編は「応用」で、各種の構造設計への15の応用例が平易に説明されている。

以上のように、本書は、大学における構造設計のテキストとして、実務の設計における手引書として、あるいは、最適設計法の現状を理解し、今後の研究の方向を探る参考書として、それぞれの立場からの目的に応じて利用できる内容になっている。

●お申込みは土木学会または全国主要書店へ●

サブストラクチャー法による動的連成応答解析プログラム

DYSAS Version 3.0

地盤—基礎—構造物系の耐震解析に最適!!

適用分野

- 吊り橋、斜張橋等の長大橋梁
- 高炉、原子炉、煙突等の産業施設
- 高層ビル等の建築物
- 地中タンク、地中埋設構造物等*

適応機種

- IBM 303X、308X、43XX
- FACOM Mシリーズ
- HITAC Mシリーズ

機能

- 平面歪モデルによる面内、面外振動解析
- 軸対称及び3次元モデル* による下部構造系と、3次元モデルによる上部構造物の連成振動解析
- 剛基盤および半無限基盤
- 粘性境界、伝達境界
- 四辺形要素、梁要素、ヘルヌーイ・オイラー梁要素、シェル要素*、3次元立体要素*

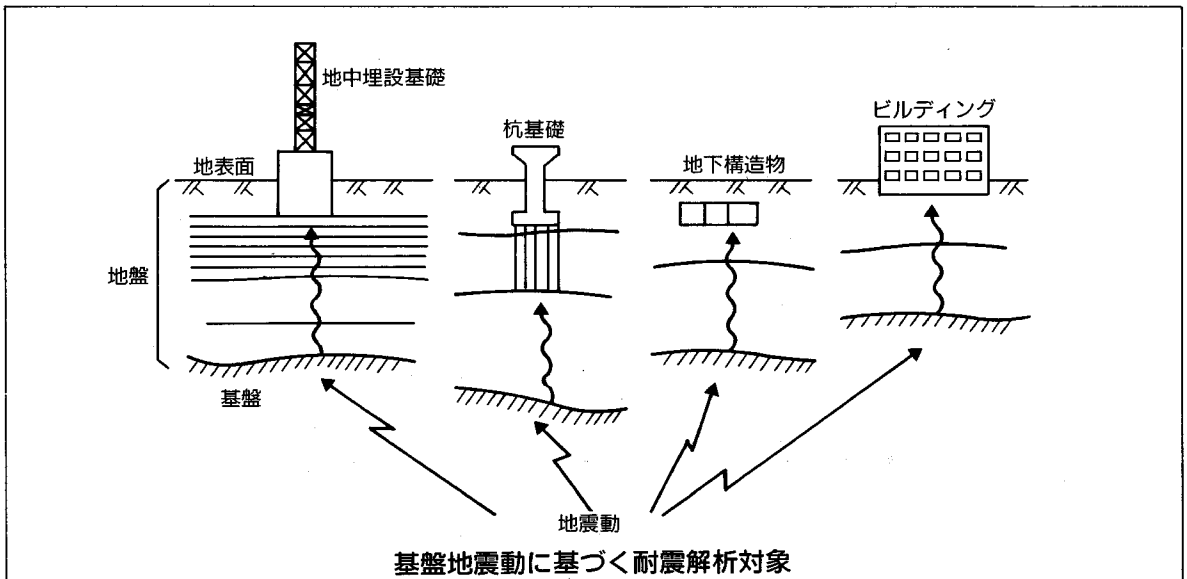
地震波入力

- 基盤面上の一様入力：面内、面外
- 実体波(斜め入射可)：P波、SV波、SH波
- 表面波：レーリ波、ラブ波
- 点加振* (下部構造物のみ)

解析手法

- 動的サブストラクチャー法：インピーダンス法、部分モード法
- 一体解析法
- 応答計算法：周波数応答法

* Version 3.0による機能追加



圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

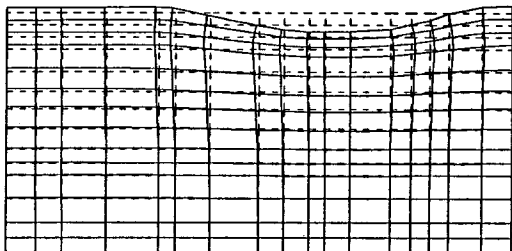
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

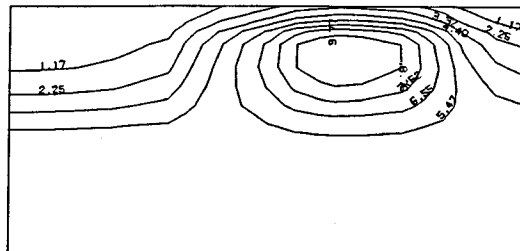
(特長)

- 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)。
- 図化处理(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

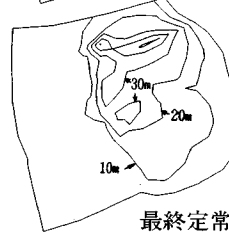
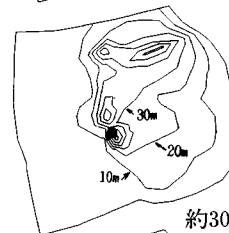
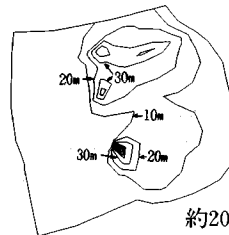
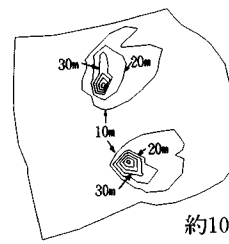
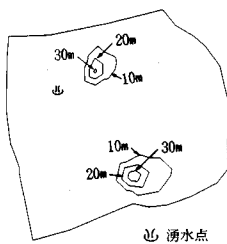
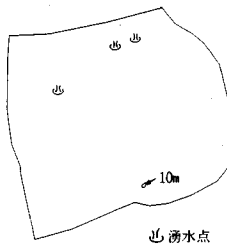
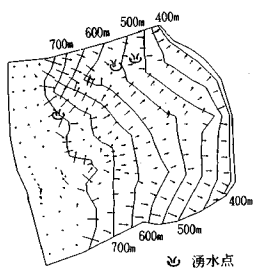
大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121)営業担当:遠藤・岩崎

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



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

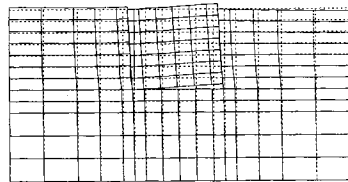
大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎



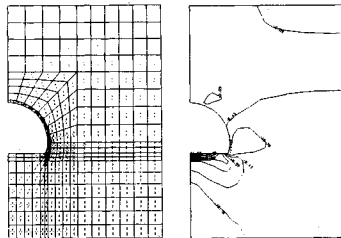
Mr. SOIL Version-2.0

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。



不連続性を考慮した地盤と構造物の解析



トンネル掘削による応力ベクトル/コンター図

- ・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）

販売価格:64万円 機種:NEC PC-9801シリーズ, IBM5550
150万円 機種:SONY NEWS, DEC VAX, 他

MR. SOIL 納入実績表 127社 (平成元年2月1日現在)

(株)アースコンサルタント (株)葵エンジニアリング (株)荒谷建設コンサルタント 上山試験工業(株) (株)エイトコンサルタント (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 岡山大学 (株)奥村組 技術研究所 奥村組土木興業(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) 技術研究所 金沢大学 川崎地質(株) 関西電力(株) 建設部 土木課 岩水開発(株) 関西航測(株) 九州産業大学 九州産業大学 九州大学 工学部 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) 昭畿実測(株) 近畿大学 近畿大学 (株)熊谷組 (株)熊谷組 技術研究所 (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 興亜開発(株) 佐賀大学 佐伯建設工業(株) サンコーコンサルタント(株) (株)CIT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 新日鉄(株) 新技術計画(株) 技術設計部 (株)住化土建設計 住友建設(株) 技術研究所 住友建設(株) (株)西播設計 促進工事(株) (株)第一コンサルタント 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)タカラエンジニアリング (株)竹中工務店 技術研究所 玉野総合コンサルタント(株) (株)地崎工業 技術研究室 (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) 通信土木コンサルタント(株) (株)テクノクス 東建地質調査(株) 東電設計(株) 東電設計(株) 東京地下工事(株) 東海大学 戸田建設(株) 土木工事技術室 西日本建設コンサルタント(株) (株)中堀ソイルコーナ 西松建設(株) 技術研究部 (株)日本基礎コンサルタント 日本大学 日本大学 日本鋼管(株) 中央研究所 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) 日本通信建設(株) 日鉄鉱コンサルタント(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	八戸工業大学 土木工学科 (株)阪神コンサルタント 東日本旅客鉄道(株) ヒメノコンサルタント(株) 広瀬鋼材産業(株) 福井大学 (株)藤井基礎設計事務所 フジタ工業(株) フジタ工業(株) 藤原技術士事務所 不動建設(株) 不動建設(株) 北光ジオリサーチ(株) 前田設計(株) 三井建設(株) 建築技術部 明治コンサルタント(株) メトロ設計(株) 山口大学 工学部 山口大学 工学部 山口大学 工学部 (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 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 大韓コンサルタント 韓国 ソウル国立大学 オランダ デルフト大学
---	---	---	---

(あいうえお順 敬称略)

STACC

(Shield Tunnel Analysis Program
by Characteristic Curve)

概要

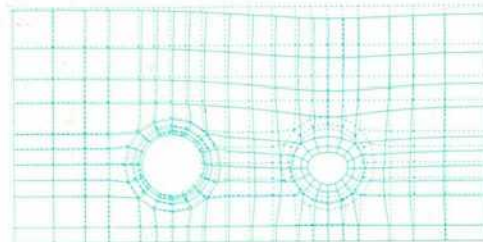
- ・二次元有限要素法解析と地表面沈下特性曲線を融合し、三次元的効果を考慮すると共に、各種施工条件をも考慮した地表面沈下量解析プログラム。

特長

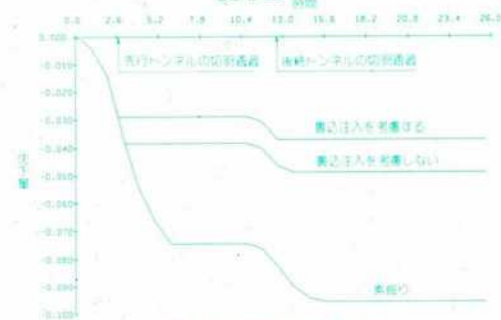
- ・三次元的効果を、効率良く解析できる。
- ・粘弾性的な時間依存性地山が解析可能。
- ・施工による経時的な沈下量が解析可能。
- ・現場での施工条件が考慮できる。
 - ・シールド掘進速度
 - ・テールクリアランス
 - ・圧気圧
 - ・セグメントの構築
 - ・双設トンネルの施工手順
- ・メッシュジェネレータ内蔵。

対応機種

- ・各種汎用機
- ・各種EWS



変形図



地表面の経時沈下量

アイサワ工業 株式会社	新技術計画 株式会社	西日本旅客鉄道株式会社(西日本)
青木建設 株式会社	新日本技術コンサルタント 株式会社	西松建設 株式会社
達活館 株式会社	株式会社	日本鋼管 株式会社
北用地学研究所 株式会社	大成基礎設計 株式会社	日本交通技術 株式会社
大阪市交通局 株式会社	竹中土木 株式会社	日本シーリングエンジニアリング 株式会社
大阪ガス 株式会社	地産工業 株式会社	日本スピードシヤア 株式会社
大林組 株式会社	中央環境コンサルタント 株式会社	日本鉄道建設公団
大日本 株式会社	中環技術コンサルタント 株式会社	日本電信電話株式会社(NTT)
鹿村組 株式会社	清和土木コンサルタント 株式会社	南電 株式会社
北原設計 株式会社	鉄建建設 株式会社	阪神高速道路公団
中環設計 株式会社	鉄道総合技術研究所 株式会社	パンソックコンサルタント 株式会社
久保田建設 株式会社	豊色建設 株式会社	東日本旅客鉄道株式会社(東日本)
中環建設 株式会社	東武ガス 株式会社	フジタ工業 株式会社
国際化学 株式会社	東建地質調査 株式会社	不動建設 株式会社
五洋建設 株式会社	東電設計 株式会社	三井建設 株式会社
佐藤工業 株式会社	戸田建設 株式会社	村本建設 株式会社
国際電力 株式会社	協栄建設 株式会社	中環組 株式会社
清水建設 株式会社		

シールドトンネル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
IPA 情報処理振興事業協会

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

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。