

PC箱桁ブロック接合部のねじり挙動解析

TORSIONAL BEHAVIOR ANALYSIS OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE MEMBER WITH JOINT

宮本文穂*・山村 清**・藤井 学***

By Ayaho MIYAMOTO, Kiyoshi YAMAMURA and Manabu FUJII

The present paper is to introduce a newly proposed method for nonlinear torsional analysis of precast prestressed concrete member with joint by using the Rigid Body-Spring Model. Particular attention in the analysis is focused on the cracking torque, the ultimate strength and the post-cracking torsional behavior for the whole range of prestressing. And also, this work involves comparison between the theoretical analysis results and the experimental data up to failure with consideration of various factors affecting the torsional behaviors. From these results to demonstrate the applicability of the proposed method, it is found that this method is capable not only of prediction of both the pre- and post-cracking torsional behavior but also of analysis of the failure mechanisms in joint.

Keywords: torsional behavior, rigid body-spring model, nonlinear analysis, precast prestressed concrete, joint

1. ま え が き

PC構造物の大型化、複雑化に伴う設計・施工法の合理化によって、従来二次的な取扱いにとどまっていたねじりに対する検討が必要になっている。すなわち、設計においては限界状態設計法の導入、また、施工においてはプレキャストブロック工法の採用が多くなるにおよんで、接合部を有するPC部材のねじり挙動に関する研究および設計法の確立が今後の同種構造の普及には必要不可欠となる。本研究は、プレキャストブロック工法によって施工されるPC部材のような接合部を有する部材のねじり挙動を解析するために、終局時の抵抗機構をもとに組み立てられる立体トラスモデルや斜め曲げモデル等の従来の解析法に比べて種々の利点を有すると考えられる剛体ばねモデル¹⁾の適用を試みるとともに、比較的大型の供試体を使用したコンクリート接合部材の純ねじり載荷実験を行い、その両者の結果の比較・検討から力学的挙動の解明および設計への反映を目指している。なお、

剛体ばねモデルのねじり問題への適用が有利となる点としては、①接合部を含む破壊を支配するひびわれの方向が比較的確定しやすいこと、②面外変形を伴う三次元モデル化が容易であること、③ひびわれ発生から終局状態に至る挙動を統一的に解析可能なこと等が挙げられる。

2. 解析モデル

(1) 要素分割

図-1は、接合面を有する一様壁厚の中空箱桁断面部材(50×50×320cm)が純ねじりを受ける場合の要素分割を一例として示したもので、主応力方向に沿ってねじり軸に対して45度方向の要素境界面と接合面を基準として分割した。剛体要素間は複数のばねで連結し、X、Y、Zの各軸方向および各軸回りの回転についての変形および力の伝達を考慮した。剛体要素には、壁厚に等しい厚さをもつ三角形要素(ばねは壁厚方向に3層に配置)(図-1中①)、四角形要素(同②)および壁厚に等しい単辺をもつ断面隅角部の直方体要素(同③)を用いた。また、接合部は接着剤の特性が影響するため、そこに軸方向の厚みをもたない平面要素(同④)を配置して、隣接する要素間を連結するばねに接合部の特性を導入した。各剛体要素間の境界面には、境界面法線方向の伸縮に抵抗するばねと境界面接線方向のずれに抵抗するばねをそれぞれ分布させた。なお、本解析モデルは後述する純ねじり実

* 正会員 工博 神戸大学助教授 工学部土木工学科
(〒657 神戸市灘区六甲台町)

** 正会員 工修 阪神高速道路公団 大阪第一建設部
(〒559 大阪市住之江区北加賀屋2-11-8)

*** 正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科
(〒606 京都市左京区吉田本町)

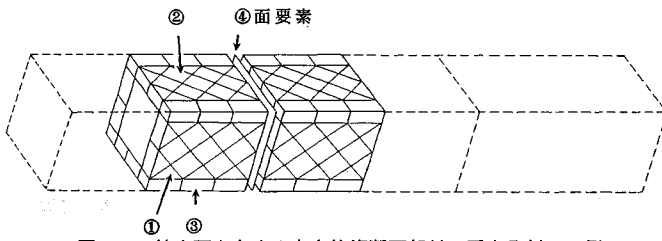


図-1 接合面を有する中空箱桁断面部材の要素分割の一例

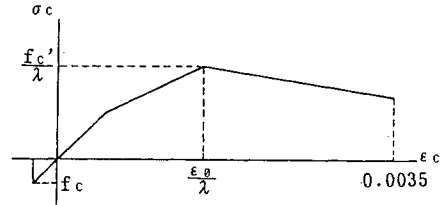


図-2 コンクリートの材料一軸特性

験の供試体と対応させたものである。

(2) 材料特性

コンクリートの応力状態はねじり荷重下では圧縮-引張状態となり、一軸圧縮特性が変化するため、これを考慮した Vecchio and Collins の軟化曲線²⁾を折線で近似したものを使用した(図-2)。一方、引張特性は引張強度に達するまでヤング係数を一定とし、引張強度に達した場合はひびわれが発生したとしてその部分のばねを切断し、ひびわれ発生直前までに蓄えられていた力を解放した。鉄筋は、軸方向筋と横方向筋を、それぞれ等価な直交異方性板と仮定して、各剛体要素境界面にそれらを表わすばねを配置した。また、コンクリートと鉄筋の付着すべりの影響を考慮するため、付着すべりによるコンクリートと鉄筋の相対的な変位を見掛けの鉄筋ひずみの増加に置き換えて、実際の鉄筋ひずみによる剛体要素間の変位と付着すべりによる変位の増加を合わせたものを、鉄筋を表わすばねの見掛けのひずみとして換算し、鉄筋の見掛けのヤング係数として使用した。すなわち、ねじりを受けるRC部材におけるコンクリートと鉄筋の付着すべり特性が明らかでないため、曲げおよびせん断を受けるRCはりに対して得られている付着モデル³⁾を利用し(図-3(a))、図-3(b)のような付着すべりを加えた鉄筋ひずみと応力の関係をモデル化した特性に基づ

き、次式の関係によって鉄筋ばねのヤング係数 (E_{rt}) を得た。

$$\delta\sigma_r = E_{rt}(\delta\varepsilon_r + \delta\varepsilon_{rs}) \dots\dots\dots (1)$$

$$E_{rt} = E_r / (1 + E_r / E_{rs}) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $\delta\sigma_r$ ：鉄筋軸応力の増分、 $\delta\varepsilon_r$ ：弾性ひずみの増分、 $\delta\varepsilon_{rs}$ ：すべりによる見掛けのひずみ増加の増分、 E_r ：鉄筋のヤング係数、 E_{rs} ：図-3(b)参照(付着長10cm、各要素間ばねごとに付着面積と付着応力より算出)。

接合部にはコンクリートだけではなく接着剤の特性が関与するため、その特性を決定するために小型のコンクリートブロックを接着した供試体により、軸方向プレストレス量をパラメーターとした接合部の純せん断実験を別途実施⁴⁾、その結果を利用して接合部の剛体要素境界面に配置するばね特性を決定した。すなわち、接合部の特性として、破壊するまでのせん断剛性は接合部のない一体打ちのコンクリートの特性とほぼ等しくなり、接合部の最大せん断強度と有効軸方向プレストレス量の関係が図-4のように得られたため、解析モデルにおいては、接合部の剛体要素境界面に配置するばねの特性として最大せん断強度を軸方向プレストレス量の一次式として回帰した次式を用い、最大せん断強度に達するまでの剛性はコンクリートの特性を利用して求めた。

$$\tau_u = 1.60 \cdot \sigma_{pe} + 49.09 \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 τ_u ：最大せん断強度(kgf/cm²)、 σ_{pe} ：有効軸方向プレストレス(kgf/cm²)。

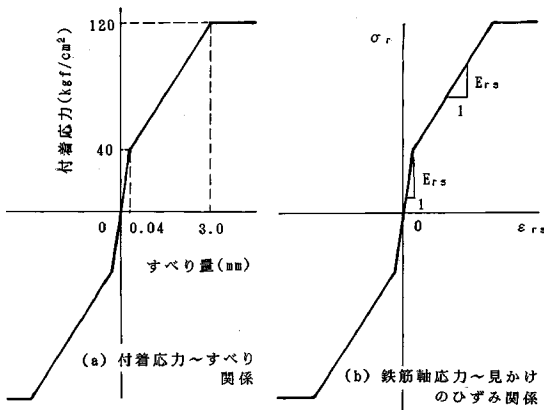


図-3 付着すべりを考慮した鉄筋の応力～ひずみ関係

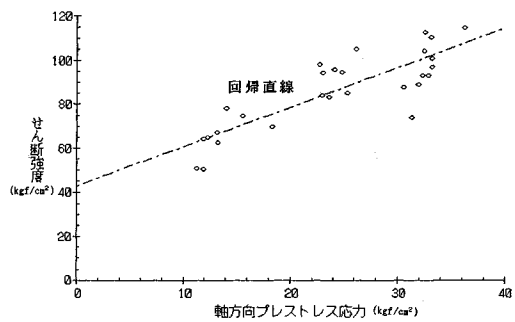


図-4 軸方向プレストレス～せん断強度関係

(3) 荷重および計算手順

軸方向プレストレスは、外力として解析モデル端部の要素に応力が一樣になるようにそれぞれの横断面積に応じて載荷した。純ねじり荷重は、解析モデル端部の要素にねじりモーメントと等価な偶力として載荷した。計算方法には荷重増分法を適用し、各荷重増分段階ごとに各剛体要素境界面の応力またはひずみ状態に応じて材料特性を決定し、1ステップの荷重増分段階の間はその特性を一定とした。また、各増分段階ごとの要素変位は微小であるとして線形計算し、各剛体要素の変位および各剛体要素境界のばねの応力とひずみを計算した。

3. 純ねじり実験の概要⁽⁴⁾

供試体は図-5のように解析モデルと対応させた中空箱型断面で、3分割のRCブロックをエポキシ樹脂系接着剤を使用して接合し、ポストテンション方式で一様な軸方向プレストレスを与えたものである。接合面は、鋼板を挟んで打設した平面を突き合わせたものであり、機械的な噛み合わせ等は配置していない。供試体の種類は表-1に示すとおりであり、軸方向プレストレス量および壁厚をパラメーターとして純ねじり荷重を載荷し、実験を行った。なお、壁厚8 cmのものについては、比較のため一体打ちRC供試体の実験を行った。

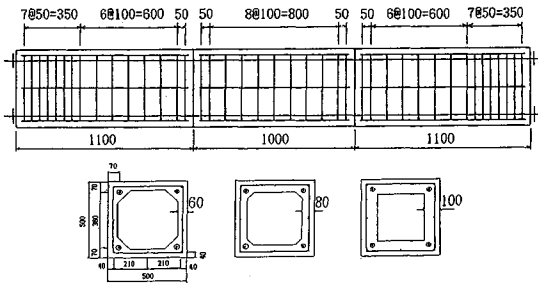


図-5 純ねじり実験供試体の詳細 (単位: mm)

表-1 純ねじり実験供試体一覧

供試体名	軸方向プレストレス応力(kgf/cm ²)	壁厚 (cm)	軸方向鉄筋	横方向鉄筋	PC鋼棒	備考
RC-1		8	D19		—	RC一体打ち
BU10-6	10	8	D13	D13	φ23	アンボンド
BC10-8a		8			φ21	グラウト
BC10-8b	8	φ9.2	グラウト			
BU20-6	6	φ23	アンボンド			
BU20-8.1	20	8	φ21		アンボンド	
BU20-8.2		8	φ23		アンボンド	
BU20-10	10	φ23	アンボンド			
BU30-6	30	6	φ23		アンボンド	
BU30-8		8	φ21		アンボンド	

4. 解析結果および考察

本解析結果および純ねじり実験結果を、ねじりによる初ひびわれ発生荷重、急激にねじり剛性が低下した荷重(剛性低下荷重)、および最大荷重(ねじり耐力)と比較

表-2 実験および解析結果の比較

供試体名	ひびわれ発生荷重		剛性低下荷重 (ねじり剛性急変荷重)		最大荷重 (ねじり耐力)		破壊形式*
	実験値 (t・m)	計算値 (t・m) 45° (主応力)	実験値 (t・m)	計算値 (t・m) 45° (主応力)	実験値 (t・m)	計算値 (t・m) 45° (主応力)	
RC-1	7.23	7.55	7.43	8.10	17.43	18.35	(C)
BU10-6	6.64	7.40	8.24	8.05	16.54	8.30	(C)
BU20-6	8.24	8.00	9.04	8.28	15.84	8.68	(B)
BU20-8.1	9.52	9.00 (7.88)	9.62	9.88 (8.83)	9.52	10.15 (9.18)	(A)
BU20-8.2	7.89	9.00 (7.88)	8.89	9.88 (8.83)	10.69	10.15 (9.18)	(A)
BU20-10	9.95	10.08	11.15	10.75	18.45	11.05	(C)
BU30-6	7.04	8.43 (7.40)	8.44	9.15 (7.75)	14.24	9.48 (8.03)	(B)
BU30-8	7.20	9.63 (8.25)	10.04	10.55 (8.98)	15.20	10.78 (9.28)	(B)

注) (A): 接合面のすべり破壊、(B): 斜めひびわれと接合面のすべりの複合破壊
(C): 斜めひびわれ破壊

し、表-2にまとめて示す。表中、供試体 BU 20-8.1, BU 20-8.2, BU 30-6, BU 30-8については、計算値の欄に45°と主応力がとがあるが、これは、要素分割をねじり軸の方向と45度の角度の境界線に沿って行ったものと、プレストレスの影響を弾性理論により考慮した主応力の方向を基準に行ったものによる計算結果である。これによると、各計算値はねじり軸方向と45度の角度で要素分割したモデルの方が実験値に近い値となっているため、以下45°の計算値によって考察を加える。

表-2より、ひびわれ発生荷重について実験値と解析値を比較するとほぼ対応しており、1割程度の範囲で解析可能であることがわかる。また、剛性低下荷重については、実験値と解析値が全供試体に対しておおむね近い値になっており、どちらにおいても軸方向プレストレス量が増加すると、ねじりひびわれによる剛性低下を生じる荷重が大きくなる傾向が現われている。そして、最大荷重(ねじり耐力)については、一体打ち供試体 RC-1, 接合面のすべりによって破壊した供試体 BU 20-8.1および BU 20-8.2の実験値と解析値はほぼ一致した。それ以外のものについては、解析値が実験値を大きく下回る結果となった。これは、他の接合供試体については実験ではひびわれ発生による剛性低下後に再び剛性が回復し、ねじり荷重が増加した後に破壊したが、解析ではひびわれ発生による剛性低下直後に荷重が増加しないまま変形が進行し破壊する結果となったためである。

図-6は、一例として一体打ち供試体 RC-1について、最大荷重に至るまでのねじり荷重～ねじり角の関係

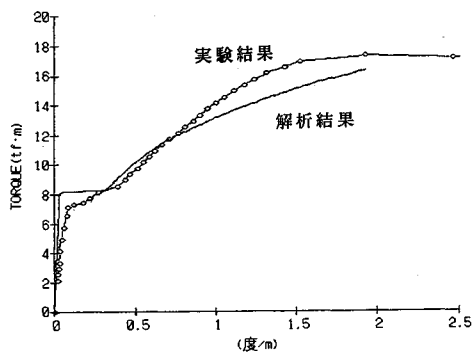


図-6 ねじり荷重～ねじり角関係の比較の例 (RC-1)

を実験、解析で比較したものである。これより、立体トラス理論では表現することが難しいとされていた、ひびわれによる剛性低下直後から再び剛性が回復した直後の荷重～変位の関係が解析可能なことがわかる。

次に、ひびわれ発生直後に接合部のすべりによって破壊した供試体 BU 20-8.1 と BU 20-8.2 について、解析結果からそのすべり発生機構について考察すると次のようになる：①接合部に到達する斜めひびわれの成長によって、ひびわれ間のコンクリートの主圧縮方向の曲げ変形が大きくなり、②接合面に一様に分布していた軸方向プレストレスによる圧縮力に偏りが生じる、③そして、これによって軸方向圧縮力の低下した部分ではせん断強度が低下するため、ねじり荷重によって生じるせん断応力がせん断強度より大きくなりすべりが発生する。

解析モデルにおいて、このように接合面にすべりが発生していく様子を図一七に示す。図一七は接合面の1/4を抜き出したものであり、斜線の部分がすべりの発生した部分を表わしている。この結果から、接合部のすべりによる破壊は、接合部付近のひびわれの成長をきっかけとして接合面の軸方向圧縮応力の偏りが生じ、それによってせん断強度が低下し発生することがわかる。また、図一八は、ひびわれ間の斜め圧縮コンクリートの壁厚方向の応力分布の一例を各荷重段階で示したものであり、ひびわれ発生前のねじりモーメント(8.0 tf・m)での応力分布から剛性が低下し始めた直後のねじりモーメント(10.0 tf・m)での応力分布への変化と、これ以後接合部にすべりが発生した直後および破壊時のねじりモーメント(10.10 tf・m および 10.150 tf・m)での変化の様子を比較すると、顕著な差がみられる。このような結果より、接

合面の軸方向応力の分布が偏る現象を理解することができる。すなわち、ねじりによる斜めひびわれが発生し、伸長することによってそのひびわれ間のコンクリートが立体トラスの圧縮斜材となり、部材のねじり変形によってその斜材の曲げ変形の曲率が大きくなり、コンクリート中の圧縮力の分布が壁厚外側へと偏る。そして、軸方向プレストレスによって接合面に作用している軸方向応力も壁厚外側へと偏るものと考えられる。

5. 結 論

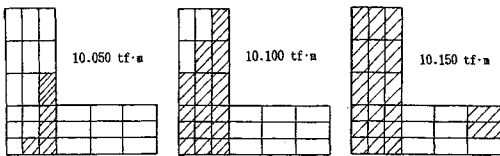
本研究は、剛体ばねモデルを利用してねじりを受けるプレキャストコンクリートブロック接合部材の挙動を解析するとともに比較的大型の供試体を用いた純ねじり載荷実験結果でその検証を行ったものである。本研究で作成した解析モデルによる計算結果は、コンクリートブロック接合部のねじりに対する挙動についての限られた条件内での挙動をとらえるにとどまった。本研究の範囲内で得られた結論を列挙すると以下のようになる。

(1) 剛体ばねモデルの適用によって、一体打ち RC 部材および接合面のすべりが破壊を支配する部材のねじり挙動をおおむね解析できる可能性を明らかにすることができた。特に、鉄筋とコンクリートの付着特性を考慮した見掛けのヤング係数を利用することによって、ひびわれ発生による剛性低下直後の挙動を表わすことが可能であることが明らかとなった。

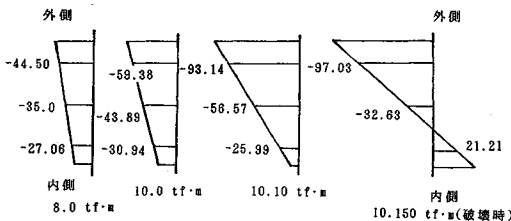
(2) 接着剤と軸方向プレストレスによって接合されたコンクリートブロック接合部材が、純ねじり荷重によるひびわれ発生直後に接合部にすべりを生じて破壊する挙動が解明できた。すなわち、ねじりを受けるコンクリートブロック接合部材において、接合部に到達するひびわれの成長とともに接合面の圧縮応力分布が壁厚外側へ偏り、せん断耐力の低下した壁厚内側からすべりが発生することが明らかとなった。

参 考 文 献

- 1) 都井 裕・上田真穂・川井忠彦：薄肉構造の離散化極限解析(その2), 日本造船学会論文集, 第151号, 1982.5.
- 2) Vecchio, F. et al.: Stress-strain characteristics of reinforced concrete in pure shear, IABSE, 1981.
- 3) 林 静雄・吉田弘行・黒正清治：ひびわれ近傍における異形鉄筋とコンクリートの付着特性に関する実験研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 第348号, 1985.2.
- 4) 藤井 学, ほか：ねじりをうける PC 箱桁ブロック接合部の破壊挙動, 土木学会第43回年講概要集, 1988.10. (1989.6.8・受付)



図一七 接合部のすべり発生状況の解析結果

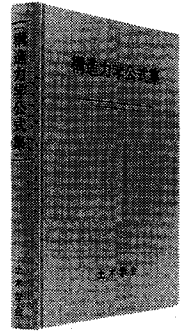


図一八 斜め圧縮コンクリートの応力分布 (kgf/cm²)

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。

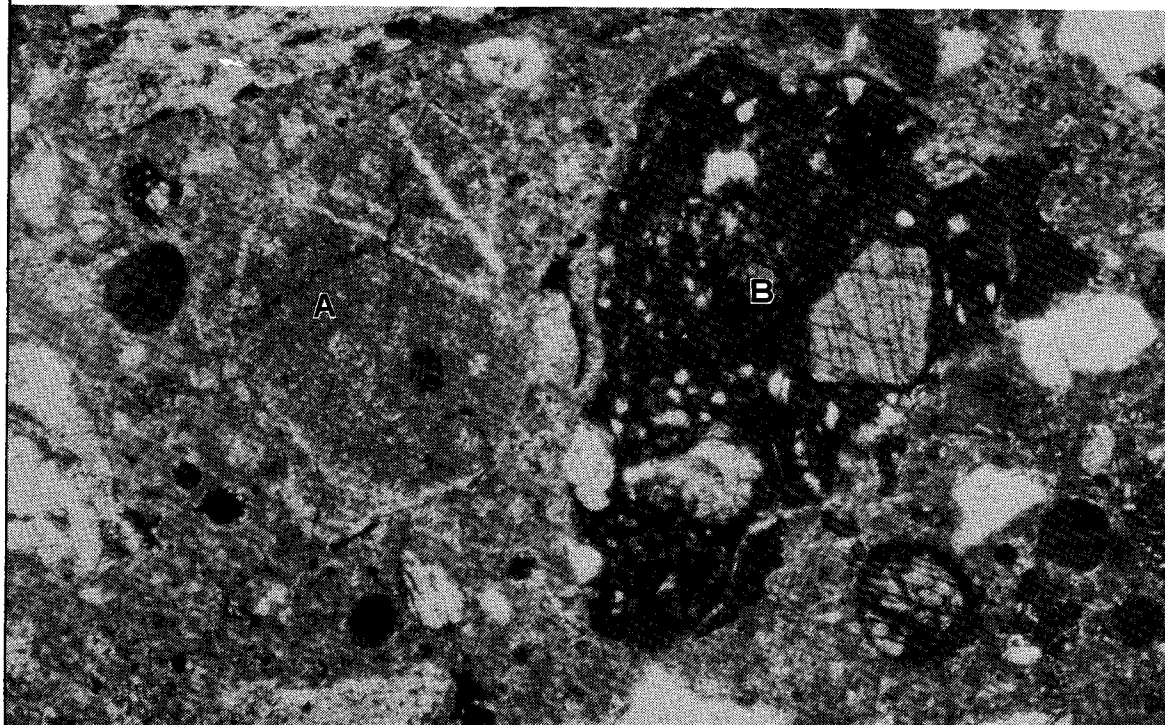
かつて鋼合げた橋で代表されてきた鋼・コンクリート合成構造は、今やその応用範囲は拡大の一途をたどり、各種の橋梁上部工や下部工をはじめとし、トンネル、サイロ、鉄塔、地中壁、海岸・海洋構造物等にまで及んでいる。また、鋼部材とPC部材あるいはRC部材を適切な方法で結合した混合構造も計画・検討の段階から設計・施工の段階へと進展してきている。一方、設計の方法も許容応力度設計法から限界状態設計法へと移行しつつある時期に、上記委員会は、橋梁をはじめとする各種の土木構造物に鋼・コンクリート合成構造が適用された例を出来るだけ多く紹介し、あわせて世界各国での同構造の限界状態設計法や荷重係数設計法に基づく設計基準類を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

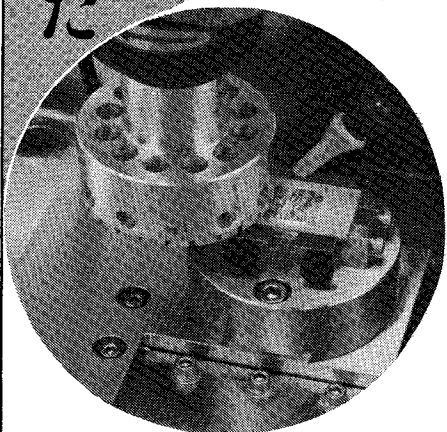
コンクリートの耐久性診断に



反応性岩石を含むコンクリート薄片の偏光顕微鏡写真

(A: 潜晶質石英を含む堆積岩・B: ガラス質安山岩) 東京大学生産技術研究所 小林研究室 ご提供

だれにでもプレパラートが作れます



骨材観察用薄片試料作製機

プレパラップ MG-300

用途

- 反応性岩石・鉱物の判定
- マイクロクラックの観察
- コンクリート組織の変化の観察
- 中性化の判定
- セメントの水和物組織の観察

「コンクリート薄片の作り方」小冊子、無料進呈いたします。

(開放実験室)・・・東京 本社 ●名古屋分室 ☎052-251-8771・西村科学機器内 ●京都分室 ☎075-451-3975・京都試験機内

コンクリート・岩石等研究用試料作製機メーカー

株式会社 **ミルトー**®

本社 〒113 東京都文京区湯島1-1-10
☎東京(03)251-0727(代表)FAX: 東京(03)251-2478

圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

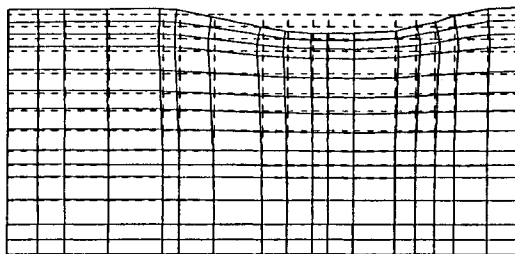
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

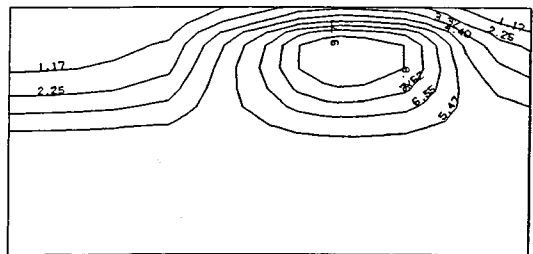
(特長)

- 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 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

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

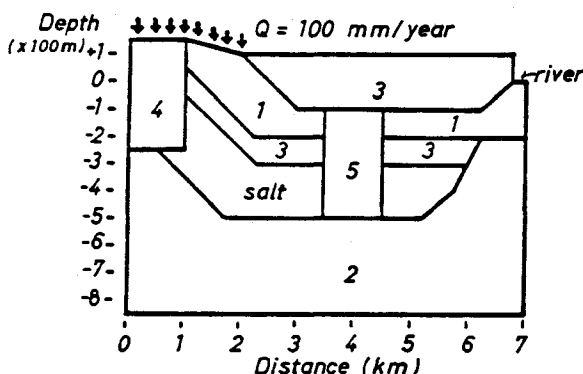


図1 放射性廃棄物処理場モデル

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

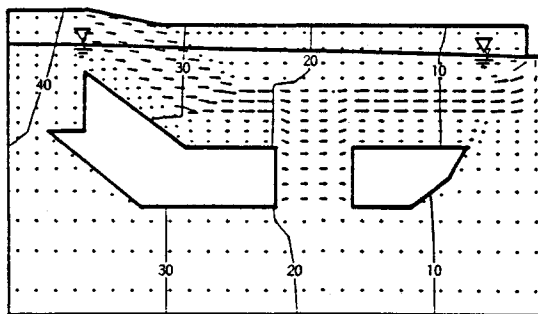


図2 放射性廃棄物処理場モデルの定常浸透流

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。

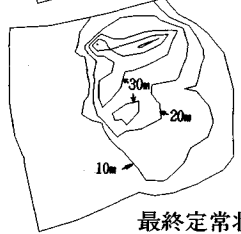
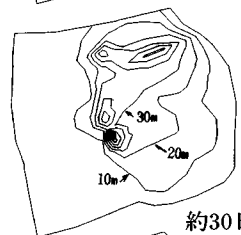
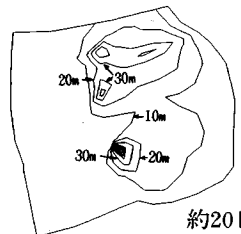
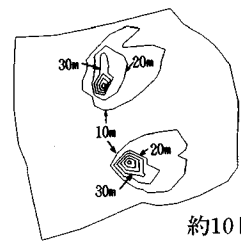
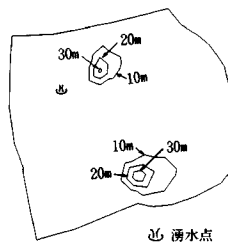
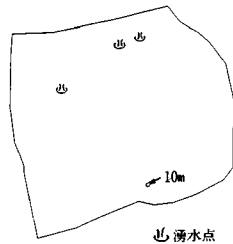
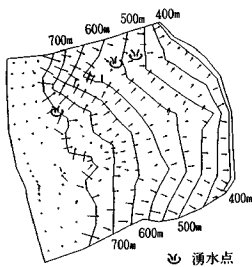
NEWS, SUN, HP 等に対応。

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。

○凶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

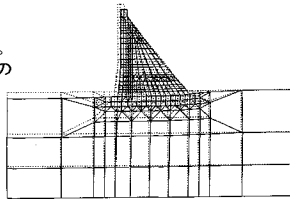
Mr. SOIL

Version-2

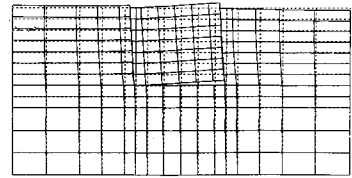
■豊富な機能

- ・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本 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) 鹿児島建設(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 九州電機開発(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 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 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 高根大学 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ト(株) (株)住化土建建設 住友建設(株) 住友建設(株) (株)西播設計 (株)ソイルプレーン 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 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) 東京都土木技術研究所 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 動力炉・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) 日鉄鉱山コンサルタント(株) 日本水工設計(株) 日本道路公社 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)阪神コンサルタント 東日本旅客鉄道(株) (株)日立造船技術研究所	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 フジタ工業(株) フジタ工業(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)芙蓉調査設計事務所 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)西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 大韓コンサルタント 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)

CRC meets Dr. Cundall



米国TASCA社 (ITASCA CONSULTING GROUP, INC.) と業務提携!!

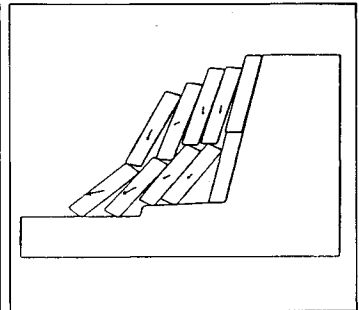
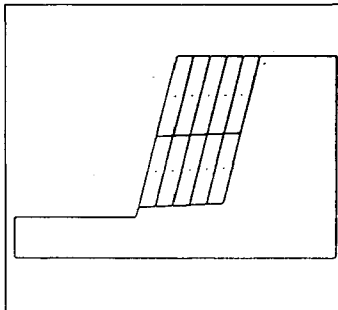
CRCは、皆様方の信頼を得て、多くの地盤、地下水解析ソフトウェアを提供してまいりましたが、このたび、米国ITASCA社 (ミネソタ大学 教授 Dr. Peter Cundall) と業務提携を行ない、先進の個別要素法プログラムをご紹介させて頂けることとなりました。今後とも、常に優れたソフトウェアの提供に全力を傾けてまいりますので御期待下さい。

カンドールモデル個別要素法 (DEM) プログラム

二次元個別要素法プログラム (ソースコード)



- 岩盤の転倒・滑落解析
- 岩盤の掘削解析
- 不連続性岩盤の安定解析
- 地震応答解析
- 浸透解析 (UDEC)
- 熱解析 (UDEC)
- 充実した三次元グラフィック表示
- 大型汎用プログラム



三次元個別要素法プログラム (ロードモジュール)

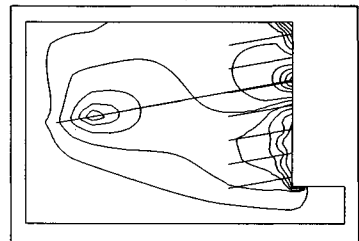


有限差分法 地盤解析プログラム



(ロードモジュール)

- パソコン用地盤の汎用解析コード
- 最大2000要素まで解析可能
- 弾性及び弾塑性解析
- 不連続面の取り扱いが可能
- メッシュジェネレート機能
- 図化出力機能



■ 販売条件

UDEC・3DEC

- ◆ 各種メインフレーム、各種EWS、IBM-PC/AT及び互換機
- ◆ UDECはソースコードで提供いたします。
- ◆ 3DECはロードモジュールで提供いたします。

FLAC

- ◆ IBM-PC、PC-AT、PS/2及び互換機
- ◆ IBMカラーカード、EGA、VGA
- ◆ 8087、80287、80387数値演算プロセッサ
- ◆ HPコマンド対応プロッタ、ポストスクリプト言語対応プリンター

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

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

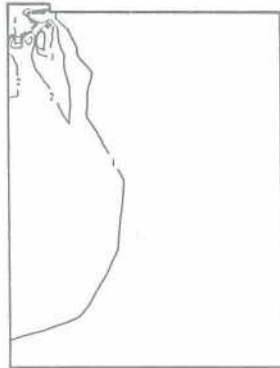
出力項目

- 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。
- 梁や連結要素も扱え実用的です。
- 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、タンカン・チャンの双曲線モデル)
弾塑性(ドラッカー・フラガー、モール・ターロン、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(Jσ V)
(10日後)

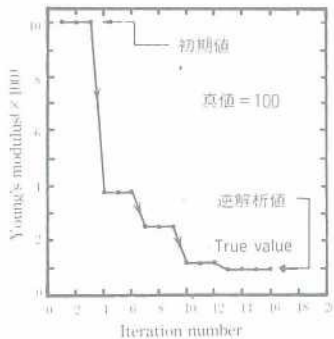
変位ベクトル図(40日後)



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