

## 膨張コンクリートの一軸拘束膨張および 収縮試験方法に関する研究

### TESTING METHOD FOR UNIAXIALLY RESTRAINED EXPANSION AND SHRINKAGE OF EXPANSIVE CONCRETE

辻 幸和\*

By Yukikazu TSUJI

Expansive-shrinkage strains of uniaxially restrained expansive concrete were obtained by A type and B type specimens specified in JIS A 6202 "Expansive Additive for Concrete". Uniaxially restrained expansive strains obtained by A type specimens were almost the same as the values by B type. Drying shrinkage strains obtained by A type specimens were also almost the same as the strains by B type, up to a limit value. However, beyond the limit value, the shrinkage strains obtained by B type were larger than the values by A type. Drying shrinkage strains on the surface of concrete obtained by contact type strain-gauge were larger than the values of restraining bar obtained by dial gauge. Instead of B type, A type specimens can be adopted to measure shrinkage strain as well as expansive strain.

*Keywords : expansive concrete, uniaxial restraint, testing method, expansive strain, drying shrinkage*

#### 1. まえがき

膨張コンクリートの膨張・収縮特性および力学的特性を把握するためには、まずこれらの特性を適性に判断することができる試験方法を確立しなければならない。自由膨張させた供試体による試験結果も1つの目安を与えるが、コンクリートの膨張力が鋼材などによって拘束されることにより、はじめてケミカルプレストレスなどの効果を利用できることから、拘束を受けた状態における試験方法が不可欠である。

膨張コンクリートの研究開発の端緒より、拘束を受けた状態における各種の試験方法が用いられてきたが、その多くは、試験が簡単なことにより、一軸方向にのみ拘束する一軸拘束方法が採用されている<sup>1)~6)</sup>。そして、わが国ではJIS A 6202「コンクリート用膨張材」に、コンクリート用のA法およびB法の拘束器具ならびにモルタル用の拘束器具が、それぞれ規定されている。

これまで、A法による膨張コンクリートの膨張特性に関する実験結果の報告は多いが<sup>7)</sup>、B法による結果は少ない。特に、A法とB法による膨張特性の相互比較ならびに乾燥を受けた場合の収縮特性についての結果は

公表されていない。

本研究は、A法およびB法の一軸拘束器具を用い、所定の期間の養生を経た後乾燥させた、膨張コンクリートの拘束膨張率および収縮率に及ぼす拘束器具と測定方法の相違の影響を検討したものである。すなわち、JISで規定されているダイヤルゲージによる膨張および収縮の測定方法だけでなく、コンタクト型ひずみ計も併用してA法およびB法の拘束器具を用いた場合の膨張および乾燥収縮性状について、相互に比較検討したものである。

#### 2. 実験の概要

膨張コンクリートの膨張率および乾燥収縮率の測定には、図-1に示すように、JIS A 6202「コンクリート用膨張材」に規定されているA法およびB法の一軸拘束器具を用いた。その長さ変化は、JISに規定されているダイヤルゲージにより測定したが、乾燥収縮率は、コンクリート表面に貼ったゲージ長が20cmの標点をコンタクト型ひずみ計を併用して測定した。ダイヤルゲージ法では、1配合につき3体の平均値をとった。コンタクト型ひずみ計の標点は、図-1に示すように両側面にそれぞれ2測定点とり、1配合につき3体の合計12点の平均値をとった。

\* 正会員 工博 群馬大学助教授 工学部建設工学科  
(〒376 桐生市天神町1-5-1)

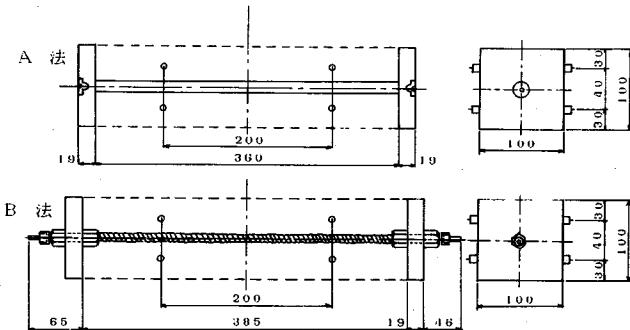


図-1 一軸拘束器具

表-1 コンクリートの配合および養生方法

配合名	水結合比(x)	細骨材率(%)	単位重量(kg/m³)				スランプ(cm)	養生
			水	セメント	膨張材	細骨材		
A	50	65	220	440	0	1062	581	23.9 水中
B	50	65	220	420	20	1062	580	21.7 水中
C	50	40	165	300	30	755	1137	8.0 湿潤
D	50	65	220	405	35	1061	580	23.6 水中
E	50	40	165	285	45	755	1137	8.5 湿潤
F	50	40	165	275	55	755	1137	8.3 湿潤
G	48	38	169	297	55	707	1183	7.4 湿潤
H	50	65	220	375	65	1060	580	21.3 水中

一軸拘束供試体は、打込み後材令1日で脱型の後、温度が $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の水中あるいは湿潤養生を所定の材令まで行った。その後、温度が $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度が $50 \pm 5\%$ RHの恒温恒湿室に移し、最長のもので2年間乾燥させた。

コンクリートの配合および養生方法を表-1に示す。単位膨張材量  $E$  は最大で  $65 \text{ kg/m}^3$ とした。膨張材はエトリンガイト系のものを、セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。骨材は、渡良瀬川産の川砂および川砂利を用い、比重はそれぞれ2.61および2.65、粗粒率はそれぞれ2.82および7.10であった。また、配合名A,B,D,Hでは、高性能減水剤を重量比で結合材量の0.6%用いた。

### 3. 膨張率

ダイヤルゲージにより測定した拘束鋼材であるPC鋼材の膨張率を、JIS A 6202のA法とB法の拘束器具について対比して示したのが図-2である。

A法拘束器具の端板とPC鋼棒の結合は、この部分の遊びやなじみをなくすため<sup>3)</sup>、溶接で固定しているのに対し、B法拘束器具の結合部分は図-1に示すように、端板を2個のナットで両側より固定する方法をとっている。この両ナットをスパナで緊結した。

B法における膨張コンクリートの膨張力の拘束は、PC鋼棒表面に設けられた転造ねじによる付着力と、拘

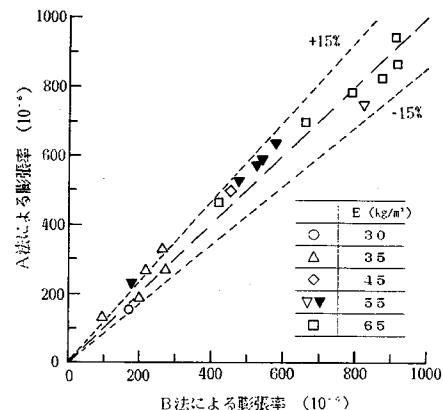


図-2 A法とB法拘束器具による膨張率

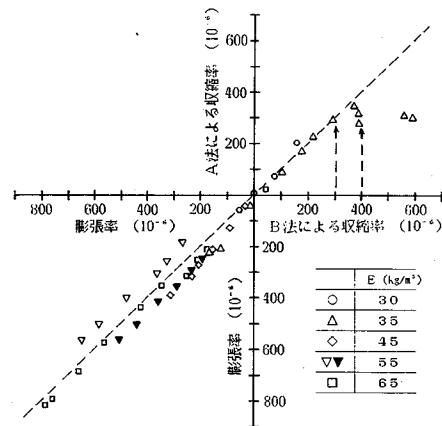


図-3 A法とB法拘束器具による乾燥収縮率

束器具の両端面に配置した端板でいったん膨張力を受け止めた後、端板とナットで結合したPC鋼棒で負担する力等による。付着力には限界があるため、膨張エネルギーが大きい場合には、後者の負担力の割合が大きくなる。この場合に、後者の負担力を發揮させるには、外側に配置した外ナットまではPC鋼棒に引張力が生じるため、PC鋼棒の両先端間の伸びをダイヤルゲージで測定し、この値より膨張率を算定する場合の有効長としては、少なくとも外ナットの内面間距離をとらなければならないと考えられる。また、端板の内側に配置した内ナットは、その受け持つ面積は小さいものの、この部分で膨張力をいったん受け止め、その後PC鋼棒に伝達することになる。

このように、B法拘束器具における膨張力の拘束は大別して3種類の要素で分担されているため、PC鋼棒の伸びから膨張率を算定するための有効長を厳密に決めることは困難である。JIS A 6202では、B法拘束器具の有効長を、A法と同じく端板内面間距離をとっており、図-2でも、有効長は、A法では36 cm、B法では38.5

cmとして膨張率を算定した。

図中の破線はA法とB法の拘束器具で求めた膨張率の1:1の対応を示している。一軸拘束膨張率は $1000 \times 10^{-6}$ 程度まで生じているが、プロットした値はほぼ直線上に分布しており、破線からのはらつきは、大半が±15%の範囲にある。上述のように、ナット式固定を併用したB法拘束器具の有効長は、JISで規定された端板内面間距離より実際は長くなり、図-2に示した値より膨張率は小さく算定されることになる。しかしながら、JISに従った断面形状寸法、長さ、PC鋼棒およびナット式固定方法を用い、結合部をスパナで緊結した場合には、A法とB法のどちらの拘束器具を用いても、ほぼ等しい膨張率を示すことが認められた。

#### 4. 乾燥収縮性状

所定の材令まで水中あるいは湿布養生を行った後、温度が $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度が $50 \pm 5\%$ RHの恒温恒湿室で乾燥させた。JIS A 6202ではB法拘束器具を用いた場合のみしか規定されていないが、A法についてもB法と同様に乾燥収縮率を求め、対比して示したのが図-3である。有効長は、B法に規定されている膨張率の場合と同じく端板内面間距離を用い、コンクリートの打込み時を基点にして表示している。

乾燥収縮量が小さい間は膨張側であり、養生中に生じた膨張率を超えると収縮側に移行する。そして、一般には、A法とB法のいずれの拘束器具を用いても、収縮率に大きな相違が認められない。しかしながら、単位膨張材量Eが $35 \text{ kg/m}^3$ といった膨張エネルギーの小さい膨張コンクリートでは、収縮率が $300 \sim 400 \times 10^{-6}$ 程度を超えると、拘束器具の間に差が生じ、A法に比べてB法を用いたほうが大きな乾燥収縮率を示すようになる。単位膨張材量が多量となり $65 \text{ kg/m}^3$ の場合は、膨張率が大きいため、乾燥を受けてもA法とB法の拘束器具の間には相違が認められない。

これらの結果は、恒温恒湿室で最長約2年間乾燥させ

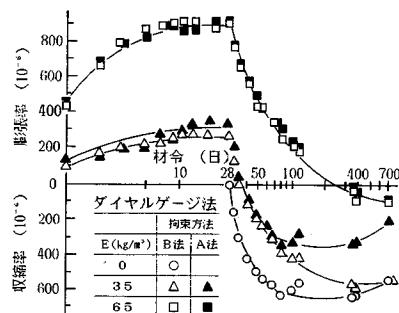


図-4 ダイヤルゲージによる拘束鋼棒の膨張収縮性状

た場合である。図-4に示すように<sup>8)</sup>、乾燥収縮はほぼ収束しているが、ダイヤルゲージにより測定した乾燥収縮率は、ある乾燥期間を過ぎると逆に膨張側に向かう場合のあることが認められる。そして、このような現象は、膨張エネルギーが小さいコンクリートほど、またB法に比べてA法において著しくなっているため、図-3に示すような結果が生じることになる。すなわち、このような現象は、PC鋼棒とコンクリートの付着によるPC鋼棒の拘束が弱くなり、PC鋼棒に復元力が生じたためと考えられる。

B法拘束器具は、乾燥収縮も測定できるようにPC鋼棒に転造ねじが切られており、A法のPC鋼棒よりもコンクリートとの付着力を増大させている。このB法拘束器具を用いても、膨張材を用いない普通コンクリートの場合には、材令1年程度を過ぎると、収縮から逆に膨張側になる現象が著しくなっている。

コンタクト型ひずみ計により、供試体中央部においてゲージ長が20cmで測定したコンクリート表面の乾燥収縮率と上述のダイヤルゲージで測定した乾燥収縮率の関係を図-5に示す。乾燥収縮率が小さい範囲では、両者の間に差はほとんど認められないが、A法とB法の両拘束器具とも乾燥収縮率が $300 \sim 400 \times 10^{-6}$ を超えると、コンクリート表面の収縮率が、ダイヤルゲージによるPC鋼棒の収縮率より大きくなっている。乾燥収縮率の $300 \sim 400 \times 10^{-6}$ は、ダイヤルゲージによる乾燥収縮率がA法よりB法のほうが大きくなり始める場合と一致している。そして、コンクリート表面とPC鋼棒の収縮率に相違が生じた後では、転造ねじが施されたB法のほうが、A法に比べて、両測定方法による乾燥収縮率の差が小さく、またPC鋼棒の乾燥収縮率は大きくなっている。

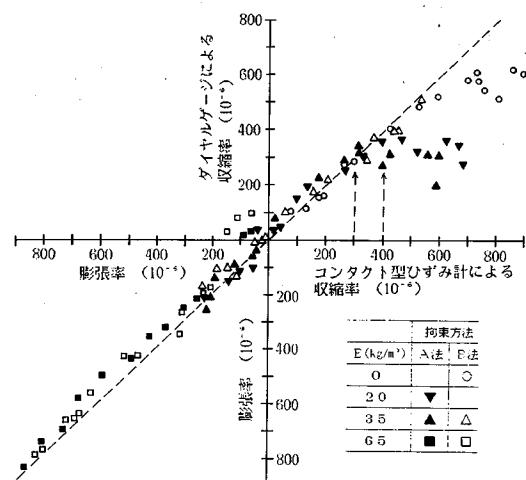


図-5 膨張率および乾燥収縮率の測定方法間の相違

## 5. A 法拘束器具による収縮率の測定

膨張コンクリートの一軸拘束収縮試験はB法拘束器具によると、JIS A 6202には規定されている。この拘束器具は、図-1に示すように、PC鋼棒表面に転造ねじが切られており、このねじ部の付着作用により、膨張コンクリートの乾燥収縮量を一軸方向に拘束して、拘束収縮率を求める目的としている。そして、ねじ部にはコンクリートが付着して付着力を阻害することもあるため、PC鋼棒の再使用を禁止している。そのため、B法拘束器具は、使用のたびごとにゲージプラグと端板を取り外し、新しいPC鋼棒と組み立て直すといった繁雑な作業が伴ってくる。また、上述のように、B法拘束器具を用いても、収縮率がたとえば $300 \sim 400 \times 10^{-6}$ を超えると、転造ねじ部での拘束は不十分となる。

PC鋼棒とコンクリートによる付着力が減少しあらわる範囲までの乾燥収縮率を測定する場合には、A法拘束器具を用いてもB法とほぼ同じ結果が得られる。したがって、この範囲の乾燥収縮率の測定には、A法拘束器具を、B法の代用品として用いることを提案したい。このことにより、試験に伴う繁雑な作業をなくすることができる。

## 6. 結論

膨張コンクリートの一軸拘束膨張率および収縮率の試験方法として、JIS A 6202に規定されているA法およびB法拘束器具を用いた場合の膨張および乾燥収縮性状について、相互に比較検討を行った結果より、次のことがいえると思われる。

(1) A法とB法の拘束器具により測定した膨張率は、ほぼ等しい値を示す。

(2) 膨張率だけでなく、乾燥収縮率も測定できる転造ねじ加工を施したPC鋼棒を拘束鋼材としてもつB法拘束器具を用いても、乾燥収縮率がある限界値を超えると、ダイヤルゲージで測定したPC鋼棒の収縮量が減少しあらわることが観察された。これは、PC鋼棒と

コンクリートの付着によるPC鋼棒の拘束が弱くなり、PC鋼棒に復元力が生じたためと考えられる。

(3) PC鋼棒に復元力が生じる限界値までは、JIS A法拘束器具を用いても、B法の場合とほぼ等しい収縮率を測定できる。

(4) PC鋼棒に復元力が生じるまでの範囲の収縮率の測定に、A法拘束器具をB法の代用品として用いることにより、B法を用いる場合の繁雑なPC鋼棒の取り替え作業を省略することができる。

謝 辻：本研究の実施には、佐藤喜悦氏（当時足利工業大学教務職員、現在佐藤土建（株））に多大なご援助を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Klein, A., Karby, T. and Polivka, M.: Properties of an Expansive Cement for Chemical Prestressing, Jour. of ACI, Vol. 58, pp. 59~80, July, 1961.
- 2) Bertero, V. and Polivka, M.: Effect of Degree of Restraint on Mechanical Behavior of Expansive Concrete, Proc. of ASTM, Vol. 64, pp. 797~815, 1964.
- 3) 國分・鈴木・辻：一軸拘束によるコンクリートのケミカルプレストレスにに関する基礎研究、土木学会第26回年次学術講演会講演概要集、V-101, 1971.
- 4) 長瀧重義・米山紘一：膨張セメントコンクリート舗装に関する研究、土木学会論文報告集、第206号、pp. 147~160, 1972年10月.
- 5) 國分・小林・長瀧・岡村・町田：膨張性セメント混和材を用いたコンクリートの標準試験方法に関する研究、土木学会論文報告集、第225号、pp. 93~99, 1974年5月.
- 6) 三宅・太田・塚山・門司・河野・一家：膨張セメントコンクリートの拘束膨張測定方法、コンクリート・ジャーナル、Vol. 12, No. 11, pp. 44~48, Nov., 1974.
- 7) 長瀧・川瀬・高田：膨張材の性能と膨張コンクリートの品質、セメント・コンクリート、No. 386, pp. 20~27, Apr., 1979.
- 8) 辻 幸和・佐藤喜悦：一軸拘束試験方法による膨張コンクリートの乾燥収縮性状、セメント技術年報、37, pp. 409~412, 1983.

(1986.6.25・受付)

## 鉄筋の重ね継手強度における横方向鉄筋の効果について

三浦 尚・鈴木知洋

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.53~59 1987.2]

鉄筋コンクリート中の異形鉄筋の重ね継手強度は、重ね継手長さ、コンクリートの性質、かぶり、横方向鉄筋の量や配置等によって定まるものである。

この研究では、重ね継手強度を計算するにあたって横方向鉄筋とコンクリートとのある種の引張剛性比を導入することを提案すると同時に横方向鉄筋の量や配置、コンクリートの性質等がその剛性比にどのように影響するかを調べた。

また、重ね継手試験を行って実験値と計算値とを比較し、提案式が実用上妥当な物であることを示した。

## マスコンクリート構造物の温度ひびわれ発生の評価方法に関する研究

木村克彦・小野 定

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.61~70 1987.2]

本研究は、マスコンクリート構造物の温度ひびわれ発生を、コンクリートの引張強度と引張応力との比で定義された温度ひびわれ指数を導入し、この温度ひびわれ指数を確率変数とみなして、温度ひびわれ指数により確率的に予測評価する方法を提案した。また、温度ひびわれ発生確率に及ぼす二、三の要因の影響について検討し、外部拘束度、引張強度および温度ひびわれ指数の算定方法の影響が大きいことを明らかにした。

## カプラー圧接継手の性能評価に関する研究

笛戸松二・林 健治・宮口茂樹・河治 功

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.71~79 1987.2]

本報告では、ガス圧接法と同様に施工が容易であり、機械的接合法と同様に一貫した工法による信頼性の高い継手を得ることを目的として開発されたカプラー圧接法の概要を述べ、同工法により製作された継手の力学的性能を、種々の継手性能試験を通して明らかにしている。また、継手の疲労特性に影響を及ぼす因子について二、三の検討を行い、節付け根部の応力集中が継手の疲労強度を低下させる主因であることを明らかにしている。

## マイクロコンクリートの疲労強度

川口昌宏・柳沼善明・薦田敏郎

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.81~88 1987.2]

コンクリート構造物の縮小模型材料として用いるマイクロコンクリートの圧縮・引張疲労試験を行った。その結果この材料は普通コンクリートと軽量コンクリートとの中間的な疲労特性を示した。普通コンクリートの $S_1 \sim S_2 \sim \bar{N}$ 式中の定数を選ぶことによって、同式がマイクロコンクリートにも適用できる。したがって同材による模型の疲労寿命は、疲労破壊モードが実物と等しいならば、実物の寿命とある一定の関係がある。

## 途中定着された引張主鉄筋を有するRCばかりのせん断耐力評価と設計への適用に関する研究

尾坂芳夫・鈴木基行・宮本 幹・小林茂敏

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.89~96 1987.2]

本研究は、引張領域で途中定着された引張主鉄筋を有するRCばかりにおいて、斜ひびわれ発生時および終局時せん断力を著者らにより行われた部材実験およびCEBで採用されている設計式（基本式）を基に評価しようとしたものである。その結果、特にcut off位置の部材せん断耐力に及ぼす影響を設計において考慮する必要のあることを指摘した。また、cut off部材の挙動をモーメントシフトを考慮して求めた曲げモーメントを基に解析した結果についても検討を加えた。

## 鉄筋の腐食膨張によるひびわれの発生機構に関する基礎的研究

森川 雅行・関 博・奥村 隆

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.97-105 1987.2]

鉄筋の腐食による膨張ひびわれの発生機構に関し、基礎的な検討を行った。実験は電食試験によることとし、コンクリートの品質、鉄筋の被り、添加塩分量、印加電流などを実験要因とした。実験結果から、コンクリート中塩分は若干アノード側へ移動すること、腐食生成物は主に  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  であること、腐食速度とひびわれ発生時間にはよい相関があること、ひびわれ発生時の腐食量は腐食速度が 0.5 mpy 以上では  $3 \sim 9 \text{ mg/cm}^2$  であること、などが明らかとなつた。

## 両引き試験による鉄筋コンクリートのひびわれ分散性に関する研究

村田二郎・河合糸茲

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.107-115 1987.2]

本研究は、両引き試験方法の標準化の可能性を検討することを主目的としたもので、両引き試験方法の形式、供試体の形状および寸法、最大ひびわれ間隔の算定方法などについて詳細に述べ、両引き試験方法の適正化の諸提案を行つた。その結果、両引き試験方法として間隔を少しづつ変化させて切欠きを設けることにより、ひびわれ発生位置を制御した供試体を用い、最大ひびわれ間隔によってひびわれ分散性を評価する方法が適していることを明らかにした。

## 地震力を受ける鉄筋コンクリートラーメン構造物の弾塑性応答に関する研究

町田篤彦・睦好宏史・鶴田和久

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.117-126 1987.2]

RC ラーメン橋脚の地震応答性状を明らかにするため、RC 2層ラーメン橋脚のモデル供試体を用いて、模擬地震波入力振動実験および擬似動的実験を行い、各構成部材の耐力と変形能が構造物全体の応答に及ぼす影響および載荷速度の相違が応答特性に及ぼす影響を明確にした。さらに、不静定ラーメン構造物の塑性域に至る応答性状を精度よく求めるため、各構成部材の終局状態を考慮した復元力モデルを提案し、この妥当性を確かめた。

## セメント中のアルカリ硫酸塩がコンクリートの諸性状に及ぼす影響

小林一輔・小倉盛衛

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.127-136 1987.2]

本研究は、アルカリの多いセメントを使用した場合に、コンクリートの初期性状や強度などに種々の異常な現象が発生することを、硫酸カリウムを添加したセメントを用いたシミュレーション実験によって確かめたものである。さらに、このようなセメントを用いた場合に生ずる種々の異常現象に対して、高炉水碎スラグ微粉末のセメントへの添加が、アルカリが起因して生ずる種々の影響を除去するうえで有効であることを明確にした。

## 外的に線拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひびわれに関する基礎的研究

牧角龍憲・太田俊昭

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.137-146 1987.2]

一方向に一様な外的拘束を与える実験装置を用いて、拘束度、配合、部材寸法、養生日数および用心鉄筋などの要因を網羅した、一連の乾燥収縮ひびわれ実験を行い、コンクリートの乾燥収縮ひびわれ性状に及ぼす各要因の影響ならびにひびわれ発生時の応力限界値等について体系的な検討を試みている。さらに、コンクリートの物性の経時変化を適正に考慮した、汎用性のある収縮応力解析法ならびにひびわれ発生の予測手法を提案している。

## 日射を受けるコンクリート壁の温度分布に関する考察

秋田 宏・尾坂芳夫

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.147~155 1987.2]

コンクリート壁の温度分布が、日射量・対流熱伝達・放射熱伝達を考慮し、1次元の熱伝導問題として計算された。模型水槽や実在の貯水タンクによる測定値との比較から、地域・日時・方位・傾斜によらず、計算誤差が2°C程度以下であることが示され、計算手法と諸定数選定の妥当性が確認された。また、仮想的な貯水タンク側壁を対象に、表面最高温度の方位による、日射吸収率による、大気透過率の補正による変化なども示された。

## フェロニッケルスラグのアルカリシリカ反応性

秋山 淳・山本泰彦

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.157~163 1987.2]

本文は、フェロニッケルスラグのアルカリシリカ反応性について論じたものであり、反応性を有するスラグは、化学成分としてCaOをほとんど含まず、かつ、フォルステライトとガラス質のみからなるものであること、この場合にはガラス質のシリカの存在がアルカリシリカ反応の原因になっていること、CaOを15%程度含むスラグの場合には、たとえガラス質のみを鉱物組成とするものであっても反応性を有さないこと、等を示した。

## マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係

島 弘・周礼良・岡村甫

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.165~174 1987.2]

定着長が極端に短い片引き試験による付着応力-すべり関係と定着長が十分に長い試験によるそれとは異なり、定着長が短い片引きおよび両引き試験では、鉄筋に沿った位置によって異なる。また、アルミニウムと鋼とでは付着応力-すべり関係が異なる。以上のこととは、ひとつの付着応力-すべり-ひずみ関係を用いて表わすことができる。この関係をマッシブなコンクリートに埋め込んだ異形鉄筋に対して鉄筋径およびコンクリート強度の影響を考慮して実験的に定式化した。

## 橋梁診断のシステム化に関する基礎的研究

西村 昭・藤井 学・宮本文穂・富田隆弘

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.175~184 1987.2]

本研究は、橋梁診断のシステム化を行うため、過去の経験や知識をベースとした損傷要因間の関連性をシステム工学的に階層化し、下位の定性的、定量的情報から上位の耐荷性、耐久性に及ぼす影響が推定可能な階層構造モデルを構築することによって、実橋に発生する損傷の種類および発生箇所の推定、あるいは、発生している損傷の原因推定等を行うとともに、最終的な診断に、ペーグネス関数とDempster & Shafer理論を用いて帰属度関数を結合するファジィ集合論を適用した一連の橋梁診断システムを提案し、RC桁および床版での妥当性、有効性を検証したものである。

## コンクリート舗装版の横目地における力学的挙動の解析

西沢辰男・福田 正・松野三朗

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.185~193 1987.2]

コンクリート舗装の版厚設計において横目地縁部はクリティカルな点の一つであり、この部分の力学的な挙動を正確に評価しなくてはならない。そのためには、横目地の適切な力学モデルが必要である。本研究では、横目地の荷重伝達作用をコンクリート版側面のかみ合わせ作用とスリップバーのダウエル作用とに分けてモデル化し、FEM解析のための定式化を行った。数値解析結果と実験結果を比較し、本モデルの有効性を確認した。

## 鉄筋コンクリート橋梁のひびわれと鉄筋腐食に関する調査・研究

谷内田昌熙・石橋忠良・佐藤 勉

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.195~202 1987.2]

経年した鉄筋コンクリート橋75橋について、ひびわれ幅、かぶり、コンクリートの中性化深さ、鉄筋の腐食状況等を調査し、実橋におけるひびわれの状況（ひびわれ幅の分布、最大ひびわれ幅、鉄筋ひずみとひびわれ幅との関係）、経年と中性化深さとの関係等を示した。また、鉄筋腐食とひびわれ幅、かぶり、中性化深さの3要因との関係について、各種分析を行い、鉄筋腐食を制限するための許容ひびわれ幅等について考察した。

## 鉄筋コンクリート部材の塑性変形能定量化に関する研究

町田篤彦・睦好宏史・豊田和彦

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.203~212 1987.2]

鉄筋コンクリート構造物の耐震設計で重要な部材の韌性を計算するための信頼性の高い式を得ることを目的として、片持ちばかり式鉄筋コンクリート部材供試体を用い、正負交番載荷試験を行った。採用した要因は、主鉄筋比、帶鉄筋比、 $a/d$ 、軸圧縮応力、コンクリートの圧縮強度、載荷繰返し回数および粗骨材の最大寸法であり、これらが韌性に及ぼす影響を逐一求めて、韌性率を算定する式にまとめた。また、得られた式が十分な精度を有することを実証した。

## 異形鉄筋の鉄筋降伏後における付着特性

島 弘・周 礼良・岡村 甫

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.213~220 1987.2]

縦ひびわれおよび載荷端近傍の付着力低下の影響をなくした片引き試験を行った。鉄筋降伏後の付着応力は弾性域のものよりかなり小さく、それは鉄筋が降伏すると急激に小さくなる。載荷端におけるすべり量は、ほぼ鉄筋が降伏している長さに支配される。付着応力-すべり関係は、鉄筋の性質によって異なる。降伏後においても弾性域と同じ付着応力-すべり-ひずみ関係が成り立ち、異なる付着応力-すべり関係をひとつの式で表わすことができる。

## 超遅延剤を添加したコンクリートの基礎的特性に関する研究

竹下治之

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.221~229 1987.2]

本研究は、超遅延剤を添加した凝結遅延性コンクリートを用いて、温度応力を抑制する場合の主な問題点について実験的に検討を行ったものである。実験では、まず遅延剤の種類と添加時期が凝結特性に及ぼす影響を検討し、ついで遅延コンクリートのブリージング、圧縮および曲げ強度、凍結融解抵抗性ならびに初期圧縮強度推定方法のほか、本抑制工法における新旧コンクリート間の打継強度などについて検討した。

## 曲げを受ける低鉄筋比はりにおける脆性破壊の防止に関する検討

島 弘・二羽淳一郎・岡村 甫

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.231~237 1987.2]

曲げを受ける鉄筋コンクリートはりは、引張鉄筋量が極端に小さくなると脆性破壊を生じる。低鉄筋比はりの実験を行い、脆性破壊を防止する設計方法を検討した。設計方法としては、曲げひびわれ発生荷重は塩屋らの式を用いればよく、最大荷重は鋼材のひずみ硬化を考慮しなければならない。このとき、 $P_u/P_\sigma < 1$ となってはならず、最も保守的な場合には $P_y/P_\sigma > 1$ とすればよく、その間のときには部材の特性に応じて適宜判断しなければならない。

## 一軸引張部材における鉄筋の降伏以後の平均応力-平均ひずみ関係

玉井真一・島 弘・出雲淳一・岡村 甫

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.239~247 1987.2]

鉄筋コンクリート棒状部材の一軸引張試験において鉄筋の応力分布を測定することにより、鉄筋の降伏以後の平均応力-平均ひずみ曲線を求めた。その結果、平均応力-平均ひずみ曲線の降伏点は鉄筋単体の降伏点よりも低く、塑性棚の長さが0であることが明らかになった。さらに、鉄筋の応力分布形とコンクリートの平均応力を仮定することによって、鉄筋の平均応力-平均ひずみ曲線が求められることを示し、鉄筋の応力分布形を正弦曲線で表した。

## ひびわれを含む鉄筋コンクリート板要素の一軸圧縮応力下における非線形挙動

宮原長久・川上泰司・前川宏一

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.249~258 1987.2]

ひびわれを含む鉄筋コンクリート要素のひびわれ並行方向の一軸圧縮強度は、一般にシリンダー強度に比較して低下する。強度低減率はひびわれ幅やひびわれ間隔によって見掛け上異なるが、ある条件下ではひびわれ直交方向の平均ひずみの関数として一意的に決定できることが認められた。また、ひびわれ並行方向の塑性進行特性は、ひびわれの存在には無関係であり、弾塑性破壊モデルによって合理的にひびわれ並行方向の剛性ならびに強度の特性を記述できることが判明した。

## アスファルト混合物の拡張された疲労破壊規準に関する研究

姫野賢治・渡辺 隆・丸山暉彦

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.259~268 1987.2]

供用中のアスファルト舗装が受けよう広いスティフネス範囲で成立し得るアスファルト混合物の拡張された疲労破壊規準を確立し、その特性を検討した。すなわち、この破壊規準が従来定説のなかった低スティフネス時の疲労破壊特性をも合理的に表現し得ること、また、近年高級舗装で問題となってきた縦表面ひびわれもこれを一種の疲労破壊ととらえることにより曲げ疲労ひびわれ破壊と同一の破壊規準によって記述できる可能性のあることなどを明らかにした。

## アスファルト舗装の疲労寿命予測システムに関する研究

姫野賢治・渡辺 隆・丸山暉彦

[土木学会論文集 第378号/V-6 pp.269~278 1987.2]

アスファルト舗装の疲労破壊強度、舗装に作用する外力および疲労破壊強度に間接的に影響を及ぼす外的因子を、それぞれらつきをもった確率変数としてとらえ、舗装の疲労寿命を推定する手法を確率した。また、この手法を現実のいくつかの国道の舗装に適用したところ、曲げ疲労ひびわれ破壊と縦表面ひびわれ破壊の両破壊形態を考慮した推定寿命は実舗装における観測値とかなり一致することがわかった。

# 新しい計測技術と設備で あらゆる地質・環境・構造を 的確にキャッチ



## ●地質調査

- 地質踏査
- 弾性波探査
- 各種物理探査
- ボーリング
- 物理検層
- 岩盤物性試験
- 岩石試験・土質試験
- 沈下(土圧)・変位・加速度の測定・解析

## ●環境調査

- 振動・騒音測定と解析・予測・対策
- 地図調査と解析・予測・対策
- 水文・植生調査と解析
- 橋りょう・橋脚・トンネル調査
- 各種構造物・構築物のひずみ・たわみ

## ●地震観測

- 微小地震・常時微動の観測・解析
- 電子計算機による主な解析
- 各種周波数分析・地震心答解析
- 振動軌跡の作図
- 走時曲線の自動作図と解析
- 地震震源地の解析と作図

**CK 地質計測**  
株式会社

本社 ■ 〒107 東京都港区南青山4丁目26番12号 TEL03(409)4651

技術研究所 ■ 〒213 川崎市高砂区平1555番 TEL044(977)3471

神奈川営業所 ■ TEL044(977)3471 福岡営業所 ■ TEL092(714)1367

仙台営業所 ■ TEL022(23)5365 長野営業所 ■ TEL0262(92)3886

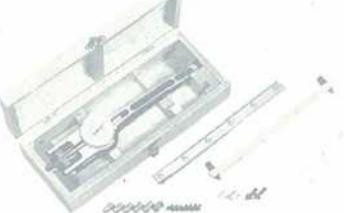
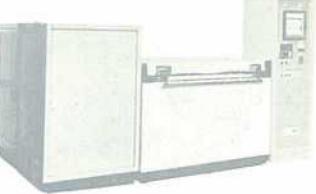
建設コンサルタント (登録番号第56-1088号) 地質調査業者 (登録番号第地質56-469号) 測量業者登録 (登録番号第2-9419号) 計量証明事業 (東京都第491号)

上昭和昭和  
木和和和  
学六六三  
会二二七  
論年年  
集二二五  
月月二  
二十七十  
十五八日  
廿日日  
発行第三  
行刷二  
種類一  
十月便  
物送付  
同日

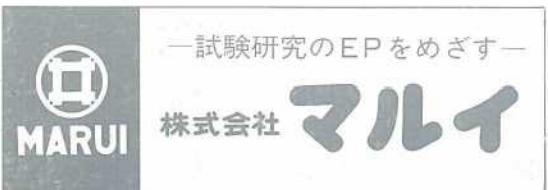
○ 土  
本  
學  
會  
論  
文  
集

# NEW MARUIの

## コンクリートの耐久性用 試験機器のご紹介

<p>U.S.T(超音波非破壊試験器)</p>  <p>(構造物劣化診断用)</p>	<p>ウルトラソニスコープ</p>  <p>(構造物劣化診断用)</p>	<p>モルタルコンパレーター (4×4×16cm型)</p>  <p>(アル骨反応性測定用)</p>
<p>自記式Rメーター (自記式鉄筋探査器)</p>  <p>(米国製) (配筋のカブリ厚さ・径の探査用)</p>	<p>ソルテスター(塩分濃度計)</p>  <p>(細骨材、生コンの塩分測定用)</p>	<p>オーススキヤン式動ヤング率測定器</p>  <p>(米国製) (アル骨反応性早期測定用)</p>
<p>M-C-M(鋼材腐食モニター) ASTM C876-80適合</p>  <p>(米国製) (鉄筋腐食の診断器)</p>	<p>フンボルト式ひずみ計(ホイットモア)</p>  <p>(米国製) (構造物の伸縮測定用)</p>	<p>凍結融解試験機</p>  <p>(熱サイクル型劣化測定用)</p>

(カタログ、資料は下記営業所へご請求下さい。)



■東京営業所 〒105 東京都港区芝公園2丁目9-12  
TEL (03) 434-4717㈹ フax(03) 437-2727  
■大阪営業所 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1  
TEL (06) 934-1021㈹ フax(06) 934-1027  
■名古屋営業所 〒453 名古屋市中村区太閤1丁目20-13  
TEL (052) 452-1381㈹ フax(052) 452-1367  
■九州営業所 〒812 福岡市博多区博多駅南1丁目3-8  
TEL (092) 411-0950㈹ フax(092) 472-2266  
■貿易部 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1  
TEL (06) 934-1023㈹ テレックス(06) 529-5771

定  
価  
一  
五  
〇  
〇  
円