

応力解放法による現道の アスファルト舗装における応力測定的基础研究

種 健¹・黒瀬雅詞²・木村清和³・田口 仁⁴

¹学生会員 工修 山梨大学大学院学生 工学研究科（〒400-8511 甲府市武田4-3-11）

²非会員 工博 群馬工業高等専門学校講師 機械工学科（〒371-8530 前橋市鳥羽町580）

³正会員 工博 群馬工業高等専門学校助教授 環境都市工学科（〒371-8530 前橋市鳥羽町580）

⁴正会員 工博 福田道路株式会社 技術研究所（〒959-0415 新潟県西蒲原郡西川町大潟字中ノ島2031）

これまでに著者らは応力解放法に基づいた小径オーバーコアリングによる現有ひずみの測定法を開発し、種々の構造材料に適用してきた。本研究ではアスファルト舗装体に応力解放法を適用することにより舗装体表面もしくは内部の現有ひずみを測定し、これより現有応力を算出する。表面と内部の現有応力・ひずみの結果を組み合わせることで、アスファルト舗装体の表面と内部を考慮した健全度（劣化度）を診断するための指標を構築することを目的としている。ここでは関越自動車道で実施した現道での計測結果について報告する。

Key Word : *in-situ stress, over coring method, stress release, asphalt concrete*

1. 緒言

アスファルト舗装体を力学的な観点から評価する方法として、従来からFWDやベンケルマンビームを用いて、動的または静的な荷重を載荷した際に生じるたわみ応答から弾性定数や支持力を測定することなどが行われている^{1), 2)}。またアスファルト混合物の疲労破壊基準を定式化するために、疲労破壊回数と破壊強度との関係については様々な研究者により調査されている^{3)~5)}が、荷重の繰り返し数や疲労強度と残留応力、残留ひずみとの関係について述べられた例は見当たらない。

しかしながら、アスファルト混合物を含む全ての固形物体には、破壊現象や破壊パラメーターと残留応力、残留ひずみとの間に密接な関係があるはずだが、舗装体の応力やひずみ状態を把握すること^{6)~8)}にはほとんど注目されていないのが現状である。その原因の一つにアスファルト混合物の残留応力、残留ひずみの測定手法が確立されていないことが挙げられ、このことを解決することは重要であると考えられる。

そこで本研究では、現道（関越自動車道）のアスファルト舗装体に対してオーバーコアリング（以下OCと略す）による応力解放法を適用することにより、

舗装体表面だけではなく内部の現有ひずみをも測定できる手法について提案するとともに、得られた現有ひずみとこれより算出した現有応力に対する解釈や採取コアの特性値との関連について考察する。

ここで現有応力（ひずみ）とは、現位置で実際に生じている応力（ひずみ）のことを指すが、初期応力（ひずみ）（あるいは残留応力（ひずみ））とは区別して用いることとする。これは、初期応力（ひずみ）がどの時点を「初期」と捉えるのかが曖昧なため、「計測した時点」の現位置での応力（ひずみ）との明確な意味合いを込めるためである。

この種の研究として、著者らはこれまでにRC構造物等の現位置に生じている現有ひずみを測定し、この結果から現有応力を算出する研究^{9), 10)}を行なってきた。表面に対しては表面ユニット型計測装置（Surface Unit Cell, 以下SU-cellと略す）を、また内部に対しては埋設型計測装置（Solid Inclusion Cell, 以下SI-cellと略す）を用いた測定手法を開発した。これらの方法の特徴として、従来の応力解放法に比べてコアリング径が小さいことから測定対象物への損傷を軽微に抑えられることや、特殊なコアドリルによりOCを行なうため、穿孔作業とそれにとまって解放されるひずみの測定が同時にできることから、穿孔時の不慮の測定ミスを瞬時に把握可能なこ

となどが挙げられる。

2. 測定原理

(1) 応力解放法

本研究では、応力解放法に基づいたひずみ測定を行っている。応力解放法とは構造物等の固形物体に設けた測定点とその周囲との力学的な関係を OC 等により遮断して弾性復元を誘起させ、この際のひずみを測定するものである。解放された応力は測定ひずみと測定対象物の弾性係数を用いれば、一般的に構成則から直ちに求められる。

著者らの用いた応力解放法は、測定対象物にひずみゲージをユニット化した SU-cell, あるいは樹脂製の小型円柱体内部にひずみゲージを配置した SI-cell を設置したのち、内部にリード線を通すことを可能とした特殊なコアドリル (図-1) を用いることで OC と同時にひずみを連続的に測定するものである。SU-cell は 40mm, SI-cell は 20mm 以内と小径であるため、測定を比較的容易に行なうことができる。

図-2 には SI-cell による応力解放手順を示す。左から順に、(a)掘削孔 (パイロットホール) を削孔して接着剤により SI-cell を埋設、(b) 特殊コアカッターの設置、(c)OC による応力解放、(d)応力解放終了の段階を示している。なお、SU-cell の場合には(a)においてパイロットホールを削孔するのではなく、測定対象物表面の平滑化を行なってゲージを貼り付けることになるが、詳細は 3 章で述べる。

(2) 計測センサ

SU-cell の設置状況を写真-1 に示すが、このユニットはひずみゲージおよび温度ゲージから構成されている。このうち、ひずみゲージは三軸ゲージを用いて主ひずみの計算を可能なものとするが、今回はゲージ長 30mm のものを使用した。また、OC 時の温度

変化の影響を測定値に対して補正できるように温度ゲージが設置されている。

SI-cell の概略図を図-3 に示す。SI-cell は内部にゲージ長 2mm の三軸ゲージを 2 枚、一軸ゲージを 2 枚と温度ゲージを図のように配置し、エポキシ樹脂により成形されている。このように 8 方向のひずみの測定を可能としていることから、SI-cell では三次元的な応力を算出できる。

なお、SU-cell, SI-cell とともにゲージのリード線にはコネクタが取り付けられており、結線を容易なものとした。

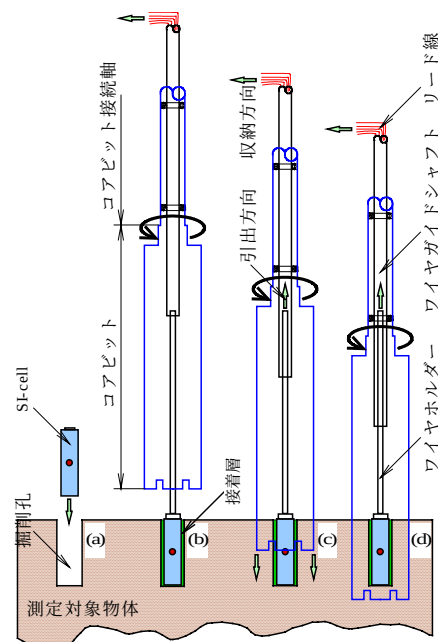


図-2 測定手順



写真-1 SU-cell の設置状況

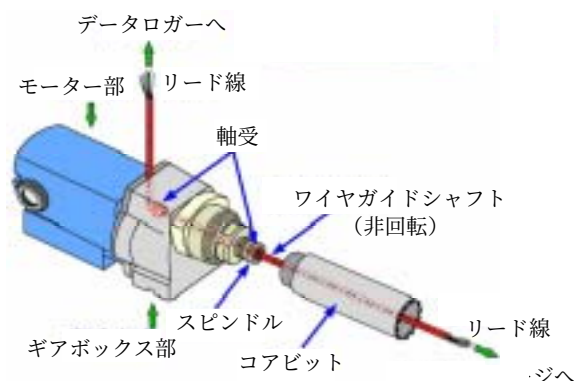


図-1 応力解放用ドリルカッター

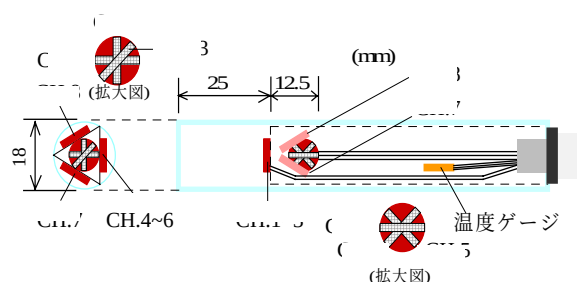


図-3 SI-cell の設置状況

ずみを測定することとした。

ここで「解放ひずみ」とは、OC により解放、計測された直読のひずみを指し、現有ひずみとは大きさが等しく逆符号の関係にある。

OC には内径 68mm のビットを使用し、穿孔深さは SU-cell を 50mm, SI-cell を 60mm とした。OC 中の写真と OC 直後の写真をそれぞれ**写真-2**、**写真-3**に示す。なお、5 章に示されている一連の解析過程において、OC は SU-cell, SI-cell それぞれに対して偏心することなく行われることを前提としているが、**写真-3**から偏心していないことが確認できる。

OC 終了後は、測定結果を温度補正するための「見かけ」の線膨張係数を測定するためにコアを採取して室内実験を行った。ここで、線膨張係数に「見かけ」と付している理由は、SU-cell と SI-cell に採用しているひずみゲージが $11\mu\epsilon/^\circ\text{C}$ の線膨張係数をもつ材料（鋼材やコンクリートなど）に対して自己温度補償されているため、これらの材料とは明らかに線膨張係数が異なるアスファルト混合物のコアに設置したひずみゲージから求めた温度－ひずみ直線の傾きは、真の線膨張係数とは異なると考えられるからである。

4. 路面の状況

測定対象とした路面の概要（工事履歴等）を表-2に示す。また、図-7には断面3と断面4の横断プロ



写真-2 OC 中の状況



写真-3 OC 直後

ファイルを示すが、この図よりわだちの深さが約15~20mmであることが分かる。

上述の横断プロファイルを測定するとともに、測定点近傍においてアブソン回収用のコアを採取し、針入度、軟化点および15℃伸度を測定したが、この結果を表-3に記す。表-3からIWPの表層上部において劣化が進んでいることがわかる。

5. 測定結果

(1) SU-cell による測定結果

ここでは測定結果の一例を図-8に示す。横軸をOC深さとし、ある深さにおいて連続的に測定した「解放ひずみ」を縦軸に示している（以降、すべて引張を正とする）。なお、3章(3)節において述べたように、OC前に現位置に生じている実際のひずみ、すなわち現有ひずみは解放ひずみと逆符号の関係にある。

この図からOCが進むにつれて解放ひずみがなだらかに変動していく様子が見える。また、温度を右軸にとり、測定中の温度変化も示している。

ところで、OC測定時には切削用に水道水を用いて

表-2 測定点概要

測定点	断面3	断面4
縦断勾配	3.498%	3.498%
横断勾配	2%	2%
在来地盤高	599.800m	421.18m
土工施工高	594.449m	424.611m
盛土、切土	切土(5.351m)	盛土(3.431m)
表層	密粒アスコン 20	密粒アスコン 20
工事履歴	H.1 供用開始 H.5 切削オーバーレイ(t=3cm) H.9 切削オーバーレイ(t=5cm)	H.1 供用開始 H.9 切削オーバーレイ(t=5cm)

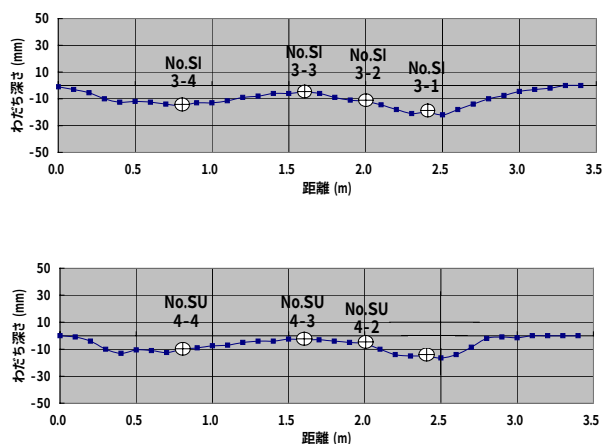


図-7 横断プロファイル測定結果

表-3 採取コアの特性値

採取位置	工種	厚さ (cm)		針入度 (1/10mm)	軟化点 (°C)	15°C伸度 (cm)
		断面 3	断面 4			
OWP	表層-上層	2.4	2.3	43	52.5	61.2
	表層-下層	1.7	1.9	46	51.3	100 ⁺
	基層	4.9	4.8	47	51.8	100 ⁺
BWP	表層-上層	2.4	2.3	38	53.4	32.5
	表層-下層	2.3	2.0	47	52.0	100 ⁺
	基層	4.4	4.9	46	52.6	100 ⁺
IWP	表層-上層	1.6	—	37	54.1	11.9
	表層-下層	1.3	—	47	51.9	93.0
	基層	4.9	—	47	52.9	100 ⁺

いるが、終了までに 2~3°Cの変動が見られる。これに対して解放ひずみの温度補正をするため、測定終了後に採取したコアを用いて見かけの線膨張係数を測定し、 $18.1\mu\epsilon/^\circ\text{C}$ を得た。

次に、この線膨張係数を用いて温度補正を行った後の測定結果を図-9に示す。なおこれらは、同一の断面におけるIWP, IWP-L, BWP, OWPのものである。

同一断面であっても測定値に違いが見られており、解放ひずみと路面性状との関連付けが期待される。なお、この断面で測定された表面での解放ひずみは圧縮である場合が多かったが、このような場合には前述したように、現位置での現有値としては引張になる。

(2) SI-cell測定結果

SU-cellと同様に、測定データの一つを図-10に示す。横軸を穿孔深さとし、ある深さにおいて連続的に測定した解放ひずみの値を縦軸に示している。

図-10から、OCとともにひずみが解放されていく様子がわかる。同時に、SU-cellの場合に準じてOC測定中の温度を右軸にとり、測定中の温度変化を示した。切削用に水道水を用いているが、OC終了まで、数°Cの温度上昇が見られる。これに対して温度補正をするため、採取したコアを用いて見かけの線膨張係数を計測し、 $74.7\mu\epsilon/^\circ\text{C}$ を得た。

次に、この線膨張係数を用いて温度補正を行った後の計測結果を図-11に示すがこれらはある断面における、IWP, IWP-L, BWP, OWPである。

同一断面であっても測定結果に違いが見られることから、SU-cellの場合と同じようにひずみと路面状況の関連付けが期待される。

さらに、数 km 離れた別の断面のIWPを測定した

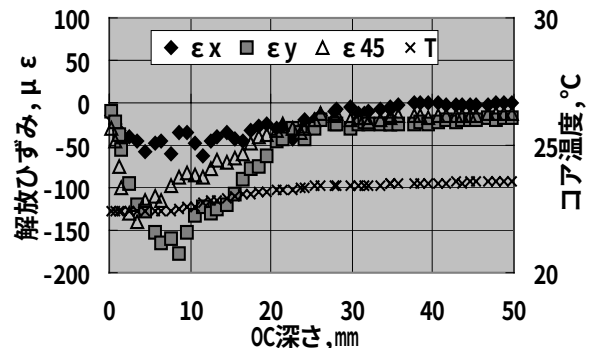


図-8 SU-cellによるOC測定例 No.SU4-1 (IWP)

結果を図-12に示す。このように同じIWPであっても、解放ひずみが圧縮である場合、引張である場合様々であることが分かる。

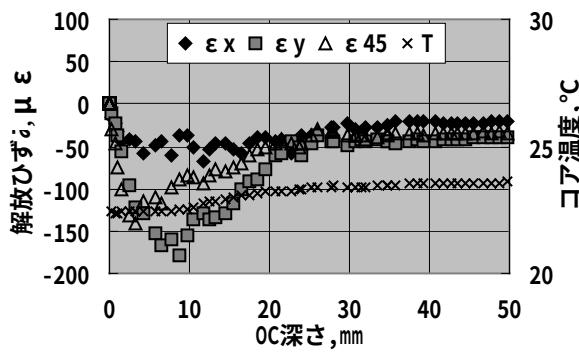
(3) 舗装表面の現有主応力

応力解放法より得られたひずみから応力を算出する際には弾性定数が必要である。ここではアスファルト舗装体を等方性体と仮定して以下の弾性定数を用いる。

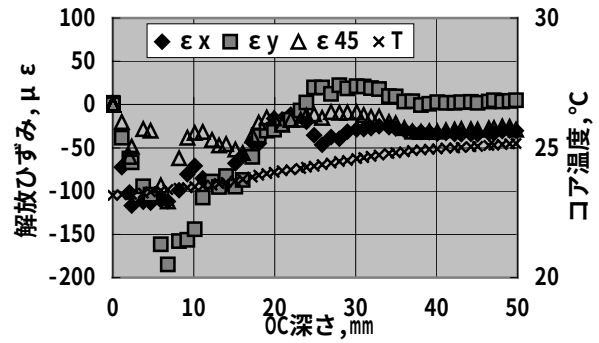
$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad \lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}. \quad (1)$$

ここに、 G はせん断弾性係数、 λ はLame定数である。 E および ν はそれぞれYoung係数とPoisson比を表わし、後述する表-4の値を用いた¹¹⁾。

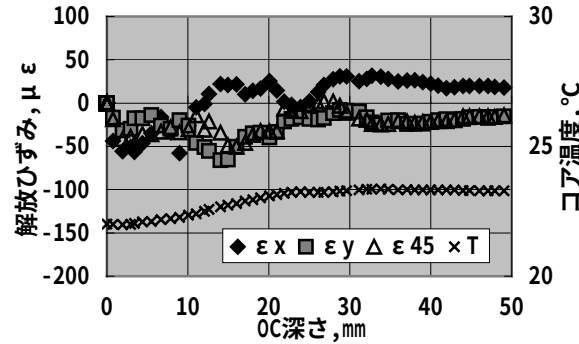
一方、SU-cellは市販の三軸ゲージを使用していることから三方向の直ひずみ、すなわち、走行方向ひずみ ϵ_x (写真-1のCH.1)、直角方向ひずみ ϵ_y (同CH.2)および45°方向ひずみ ϵ_{45} (同CH.3)を測定することになる。これらから、最大主ひずみ $\epsilon_{\max}$ 、最小主ひずみ $\epsilon_{\min}$ および最大せん断ひずみ $\gamma_{\max}$ は次式で計算できる。



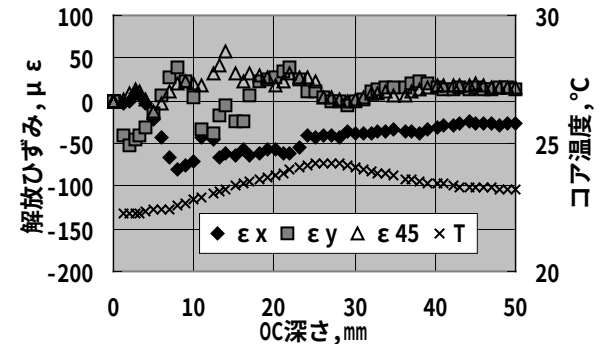
(a) No.SU4-1 (IWP)



(b) No.SU4-2 (IWP-L)



(c) No.SU4-3 (BWP)



(d) No.SU4-4 (OWP)

図-9 SU-cell による OC 測定結果 (温度補正後)

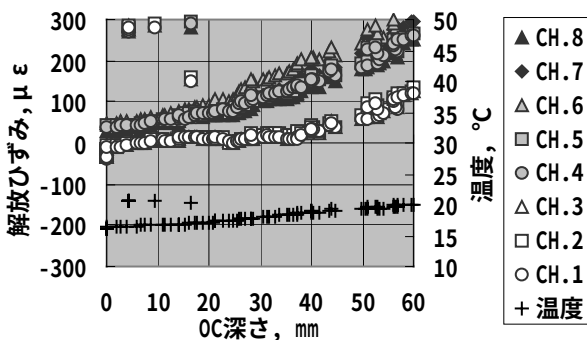


図-10 SI-cell による OC 測定例 No.SI3-1 (IWP)

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\max} &= \frac{1}{2} \left[\varepsilon_x + \varepsilon_y + \sqrt{2\{(\varepsilon_x - \varepsilon_{45})^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_{45})^2\}} \right], \\ \varepsilon_{\min} &= \frac{1}{2} \left[\varepsilon_x + \varepsilon_y - \sqrt{2\{(\varepsilon_x - \varepsilon_{45})^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_{45})^2\}} \right], \\ \gamma_{\max} &= \sqrt{2\{(\varepsilon_x - \varepsilon_{45})^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_{45})^2\}}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

したがって、最大主応力 $\sigma_{\max}$ 、最小主応力 $\sigma_{\min}$ および最大せん断応力 $\tau_{\max}$ は次式から算出される。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\max} &= \lambda(\varepsilon_{\max} + \varepsilon_{\min}) + 2G\varepsilon_{\max}, \\ \sigma_{\min} &= \lambda(\varepsilon_{\max} + \varepsilon_{\min}) + 2G\varepsilon_{\min}, \\ \tau_{\max} &= G\gamma_{\max}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

一例として、5章(1)節で示した SU-cell による解放

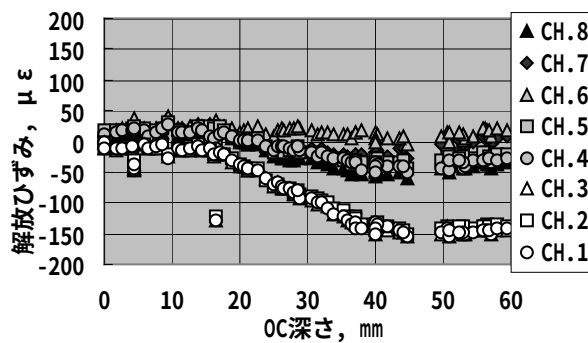
ひずみより、アスファルト混合物舗装表面の現有主応力を求めた結果を図-13に示す。

(4) 舗装内部の現有主応力

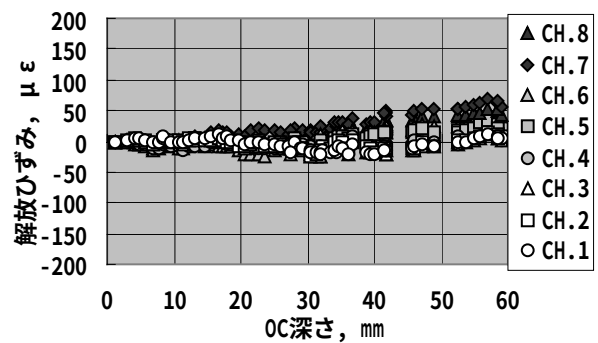
(2)節で示した SI-cell による解放ひずみより、アスファルト混合物舗装表面より 25mm の深さに作用している現有応力を算出する。ここで、SI-cell を用いた OC による応力解放法は測定対象物に介在物を埋設してひずみを測定する手法であることから、SU-cell の場合のように測定対象物の構成則を直接適用するだけでは応力は求められない。そこで、著者らは弾性理論に基づいた複素関数を用いて介在物問題を解析し、準三次元問題の解析解の導出を行なった。

この介在物問題においては作用荷重から内部の応力、ひずみを求めることを順解析といい、逆に、介在物内の応力、ひずみから作用荷重を求めることを逆解析と呼ぶ。本研究ではこの解析解を用いて、現有応力を算出するために逆解析を行った。この逆解析に用いた解析解は、小径 OC が測定ひずみに与える影響を完全に考慮できるものとなっている¹²⁾。

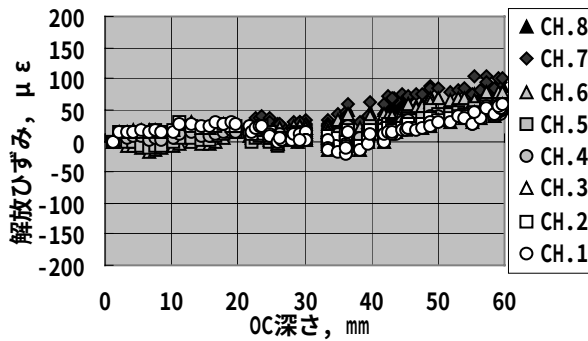
以下では、表-4に示した物性値および幾何学条件を用いて逆解析をすることにより得られた現有応力を示す。逆解析に用いるひずみとして、SI-cell の先



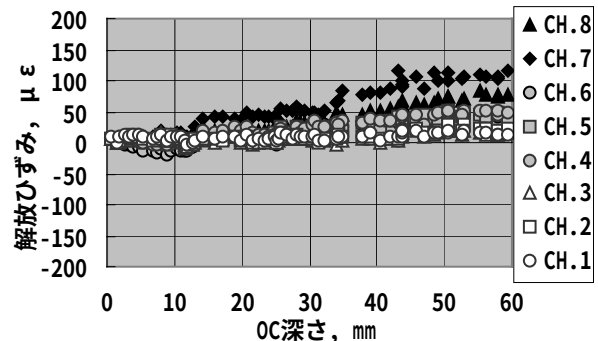
(a) No.SI3-1 (IWP)



(b) No.SI3-2 (IWP-L)



(c) No.SI3-3 (BWP)



(d) No.SI3-4 (OWP)

図-11 SI-cell による OC 測定結果 (温度補正後)

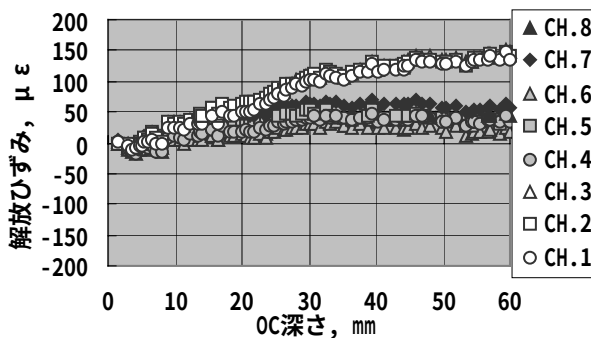


図-12 SI-cell による OC 測定例 No.SI5-1 (IWP)

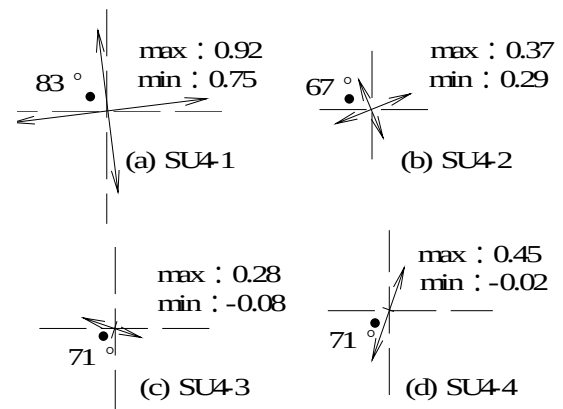


図-13 断面 4 における現有主応力
(紙面上方が車両進行方向, 単位: MPa)

端が表面から50mmの深さに位置していることから、この付近のひずみの平均値を採用した。

逆解析によって算出された現有応力の直応力成分を図-14に、図-15に主応力 ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$: 最大, 中間, 最小主応力) の値とその方向を線分で示す。以上から、舗装体内部の現有応力は深さ方向 (z 軸方向) に卓越していること、また、全てのせん断応力が小さいことが分かる。

6. 考察

(1) 現有応力・ひずみを算出する穿孔深さについて

SU-cell を用いた測定の場合、5章(3)節で示した式(1)~(3)を用いることによりひずみから応力が求めら

れるが、3章の(1)節で述べたように、応力解放曲線では穿孔深さに対して連続的にひずみが測定されていることから、どの穿孔深さのときのひずみを現有値として採用するかによって真値が異なることになる。

そこで本論文では、全ての測定結果を総合的に判断した場合に、穿孔深さが 20mm 付近に達したときに解放ひずみが漸近していく傾向がみられたことから、このときの値を現有値として採用した。解放曲線がそのような傾向を示す原因として、舗装体の最大骨材粒径が 20mm であったことにも関係していると思われるが、詳細については今後の課題とする。

表-4 逆解析に用いた幾何学条件と物性値

(a) 幾何学条件

OC 半径 (mm)	パイロット ホール半径 (mm)	SI-cell 半径 (mm)
34	10	9

(b) 物性値

	アスファルト 混合物	接着剤	SI-cell
ヤング率 E (MPa)	5.88×10^3	3.00×10^3	2.94×10^3
ポアソン比 ν	0.35	0.35	0.35

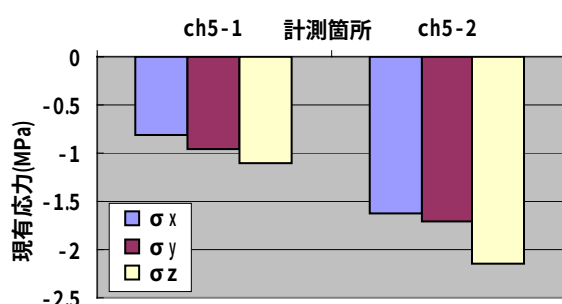


図-14 アスファルト内部の現有直応力

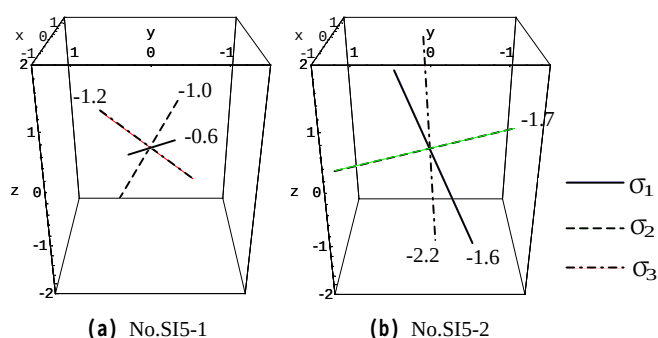


図-15 三次元空間における主応力の大きさと方向
(単位：MPa)

(2) 舗装表面と内部の応力の関係

ここでは舗装体表面と内部の応力の関係について言及することが目的であるから、舗装体を受けてきた力学的な履歴が同等であるとみなせる測定点同士で比較する。具体的には、No.SU4-1 と No.SI5-1、No.SU4-2 と No.SI5-2、No.SU2-3 と No.SI3-3 および No.SU2-4 と No.SI3-4 とが同等な力学条件を有していると考えられるので、主応力および最大せん断応力について図-16 に示したように比較する。

この図から主応力は最大・最小共に表面では引張、内部では圧縮の現有応力が生じていることがわかる。ところで、引張の現有応力や最大せん断応力が大きな値で測定された地点は、圧縮の現有応力や小さな

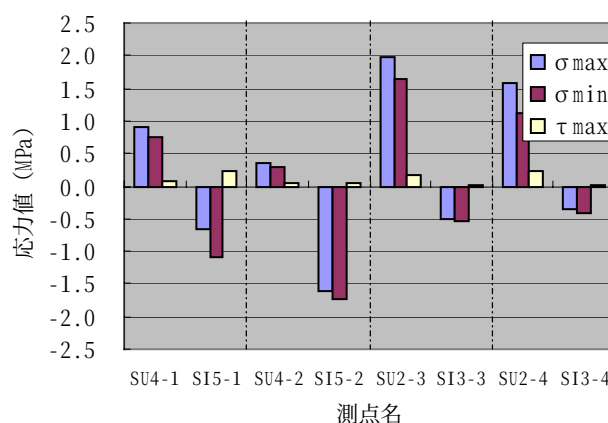


図-16 二次元の主応力と最大せん断応力の深さ方向での比較

最大せん断応力が測定された地点に比べて破壊（破断）しやすいことが予想される。したがって、今回の計測結果にこのような考え方を適用すると、例えば破壊規準が主応力説で支配されている場合には、内部よりも先に表面からクラックが生じることになる。さらに、表面と内部双方の主応力が圧縮、かつ、最大せん断応力が小さい場合にはクラックが生じにくく、逆に、表面と内部双方の主応力が引張、かつ、大きな最大せん断応力を有する場合には比較的クラックが生じやすい状況であると推察できる。

ところで、アスファルト混合物は粘弾性の性質をもつことから、これをモデル化する際には弾性を表すバネ要素と粘性を表すダッシュポット要素とを組み合わせることで行うのが一般的である。このうち、アスファルト混合物がもつクリープや応力緩和の特性は主としてダッシュポット要素によって付与される。したがって、ダッシュポット要素が支配的になるとアスファルト混合物の応力緩和特性の影響が増大することから、この状態のアスファルト混合物に応力解放法を適用しても有意な現有ひずみを測定することは期待できない。一方、バネ要素が支配的なアスファルト混合物では応力緩和特性の影響は減少するため、その状態のアスファルト混合物に応力解放法を適用すれば比較的有意な現有ひずみが測定でき、これより現有応力を算出できると推察できる。

ここで、流動を除くアスファルト混合物の劣化とは具体的にどのような状態になっているのかについて考えると、アスファルト混合物のクッションとしての性質、すなわち応力緩和の特性が減少していると考えするのが妥当であると思われる。このように考えると、アスファルト混合物が劣化すると相対的にバネ要素の特徴が顕著になるので、ひずみエネルギーが応力緩和により散逸せず蓄積されやすくなることになる。したがってそのような場合に応力解放

法を適用すると、比較的大きな現有ひずみが測定されることになる。したがって、アスファルト混合物の劣化度と現有応力・現有ひずみ値との間には密接な関係があるものと思われる。

(3) 表面の現有最大主応力と採取コアの特性値との相関

穿孔深さが 20mm のときの現有ひずみから算出した表面の現有最大主応力値とこれまでに用いられてきた劣化指標との相関関係を図-17 に示す。

これらの図から各劣化指標と現有最大主応力値との間に良好な相関のあることが認められる。つまり各指標において、針入度は小さいほど、軟化点は高いほど、そして15℃伸度は小さいほどアスファルト混合物が劣化していることを意味しているが、これらの図からわかるように、今回の計測ではどの劣化指標との比較においても、最大主応力はアスファルト混合物が劣化しているほど大きな値となる傾向をもつことがわかる。

このことから、舗装体の表面もしくは内部に作用しているひずみの測定と応力の算出により、アスファルト舗装体の劣化度を力学的な観点から診断できる可能性が見出せたものと思われる。

6. 結言

本研究ではアスファルト舗装体に対して応力解放法の適用を試み、本手法により現道アスファルト舗装体の現有ひずみを測定でき、これより現有応力を算出可能であることがわかった。

現場は約15~20mm程度の深さで明確なわだちがあり、磨耗によって骨材が露出した状況であった。測定は舗装体の表面をSU-cell法、内部をSI-cell法で行ない、測定された現有ひずみとこれより算出した現有応力の値とバネ要素、ダッシュポッド要素から構成される粘弾性モデルとの関係について言及した。さらに算出した現有応力値と、従来から採用されている舗装体の劣化指標（採取コアの物性値）との対応関係について考察した。

本研究での測定データ数は少なく、考察で述べたことも推論の域を出ておらず、また、最大主応力の大小と劣化度の相関についてのメカニズムを検証するまでには至っていないが、以下のように今後実証すべき課題を提示することをもって結論とする。

- ① 舗装体表面および内部における現有直応力の正負と最大せん断応力値を考慮することにより、

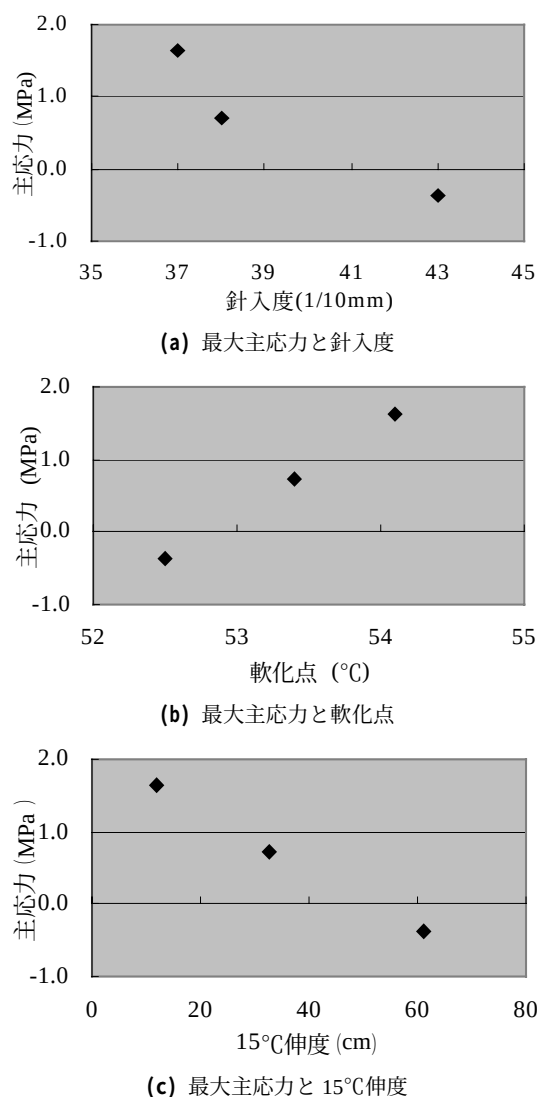


図-17 最大主応力と採取コアの物性値との相関関係
クラック発生の兆候を把握できる可能性がある。

- ② 粘弾性モデルと弾性復元との関係や、各種劣化指標と最大主応力値との相関関係から、劣化度と現有応力、現有ひずみとの間には密接な関係があると推定した。

参考文献

- 1) BushIII, A. J. and Baladi, G. Y. : Nondestructive testing of pavements and backcalculation of moduli, ASTM STP 1026, 1989.
- 2) 植下, 吉兼, 玉野: 穴あけベンゲルマンビーム試験による舗装構造の解析, 土木学会論文報告集, 第 214 号, pp.17-23, 1973.
- 3) 日本道路協会: アスファルト舗装要項, 1992.
- 4) 姫野, 渡辺, 丸山: 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, 土木学会論文集, No.378/V-6, pp.259-268, 1987.

- 5) Pell, P. S. : Fatigue characteristics of bitumen and bituminous mixes, Proceeding of 1st ICSDAP, Ann Arbor, Michigan, pp.310-323, 1962.
- 6) 木村, 黒瀬, 田口, 帆莉: 埋設式計測器を用いた密粒度アスファルト混合物の現有ひずみの計測, 第57回土木学会学術年次講演会, V-61, pp.121-122, 2002.
- 7) 鈴木, 田口, 帆莉, 種: アスファルトコンクリートの表面における現有ひずみの計測, 第57回土木学会学術年次講演会, V-62, pp.123-124, 2002.
- 8) 平島, 鈴木, 田口, 帆莉: アスファルトコンクリートの表面における現有ひずみの計測, 山梨大学地域共同開発研究センター研究成果報告書, No.10, pp.41-42, 2002.
- 9) 種, 鈴木, 深沢, 清水: コンクリート構造物の現有応力の連続的計測法, 土木学会論文集, No.735/VI-59, pp.197-202, 2003.
- 10) 鈴木, 功力, 千野, 平島: 構造物表面およびその近傍の現有応力の連続的計測法, 理論応用力学講演会講演論文集, Vol.50, pp.263-264, 2001.
- 11) (財)高速道路調査会: 平成8年度舗装の高度化に関する調査検討報告書, pp.106, 1997.
- 12) 木村, 平島, 黒瀬, 菊池: 小型埋設ひずみ計を用いた初期応力測定法の開発, トンネルと地下, Vol.34, No.7, pp.573-581, 2003.

BASIC STUDY OF STRESS MEASUREMENT BY STRESS RELEASE METHOD FOR ROADWAY PAVED WITH ASPHALT CONCRETE

Takeshi TANE, Masashi KUROSE, Kiyokazu KIMURA and Hitoshi TAGUCHI

Various measuring devices and methods based on the stress release method (SRM) have been developed to find the in-situ stress. In this paper, two methods were investigated in order to introduce SRM into the asphalt concrete evaluation. These two devices were developed originally; one is the surface unit cell (SU-cell) for surface strain of pavement layer, and the other is the solid inclusion cell (SI-cell) for inner strain of pavement. As the results, SRM can estimate properly in-situ strain and stress. Therefore, it will be possible to find the relationship between a few physical and mechanical properties of the asphalt concrete pavement.