

土木研究所資料

吹付けコンクリート薄肉覆工の 支持機構に関する実験報告(2)

昭和59年12月

建設省土木研究所
道路部トンネル研究室

Copyright © 1984 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

吹付けコンクリート薄肉覆工の 支持機構に関する実験報告 (2)

トンネル研究室 室長 水谷 敏 則
前トンネル研究室 研究員 猪熊 明
(現中部地方建設局三重工事事務所)
トンネル研究室 研究員 大久保 雅 憲
〃 平岡 弘 志

要 旨

トンネル掘削面に直接密着して施工され、掘削直後から地山を支持する重要な支保部材である吹付けコンクリートの支持機構の主たる1つである「掘削面全体の安定効果」の定量的把握について検討した。トンネルアーチ部を模擬した直径3 mの実験装置を製作し、吹付けコンクリートの耐力・破壊形態を調べた。その結果、破壊形態は、載荷範囲と支持範囲の比率および吹付け厚さにより、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊と吹付けコンクリートと地山の間の付着破壊に分類できた。そして、実験結果を基に、支持機構の定量的把握のための試算モデルを提案し、概念的にはあるが、支持機構を説明した。また、そのモデルを基に、実際に吹付けコンクリートで支え得るゆるみ岩塊の大きさについての試算例を示した。

キーワード：トンネル，支保工，覆工，吹付けコンクリート，ゆるみ岩塊荷重，圧縮破壊，付着破壊，物性試験，圧縮強度試験，引張強度試験

まえがき

近年、吹付けコンクリートとロックボルトを主たる支保部材とする山岳トンネル工法が主流になりつつある。この工法は、掘削後直ちに支保を施し、地山のゆるみを最小限に抑え、地山が本来有する強度を利用し、地山自身によりトンネルの安定を保つ原理であるため、在来工法と比較し、合理的かつ経済的なトンネル施工法である。地山自身の強度を積極的に利用するためには、地山の性状はもちろんであるが各支保材の支持機構を把握しておき、対象となる地山に最適な支保部材の組み合わせを決定し、施工することが重要となる。また、このためには、それぞれの支保部材の支持機構について十分理解しておく必要がある。

そこで、トンネル研究室では、吹付けコンクリートの支持機構の解明を目的として、昭和55年度より種種の試験調査を実施してきた。本資料は、「吹付けコンクリート薄肉覆工の支持機構に関する実験報告(1)」土木研究所資料第2049号に続くものであり、吹付けコンクリートの支持機構を解明するための、その後得られた基礎的な資料をとりまとめ報告するものである。

目 次

1 はじめに	1
2 吹付けコンクリート全体模型載荷実験	3
2.1 概説	3
2.2 実験方法	3
2.2.1 実験装置	3
2.2.2 供試体製作	5
2.2.3 実験条件	5
2.2.4 載荷方法	6
2.2.5 測定項目	6
2.3 実験結果	8
2.3.1 破壊形態	8
2.4 支持機構についての検討	10
2.4.1 ゆるみ岩塊の安定効果（破壊形態）を検討するモデル	10
2.4.2 実験結果の考察	13
2.4.3 吹付けコンクリートで支え得るゆるみ岩塊についての試算例	16
2.5 まとめ	19
3 おわりに	20
参考文献	21

付録 吹付けコンクリートの力学的物性試験

資料 I 吹付けコンクリート全体模型載荷実験データ

 II 吹付けコンクリートの力学的物性試験データ

1 はじめに

吹付けコンクリートとロックボルトを主たる支保工材としたトンネル施工法における吹付けコンクリートは、地山に直接密着して施工され、掘削直後から地山を支持する役割を担う重要な支保部材である。

吹付けコンクリートの支持機構（作用効果）は、主として、

- (1) 一部のゆるんだ岩塊の安定効果、および
- (2) 掘削面全体の安定効果

であるといわれているが、これらを定量的に把握し、解明することは、吹付けコンクリートによる支保工の設計の合理化を図るうえで重要である。

(1) の支持機構の概念は、図-1・1(a)に示すようにゆるみ岩塊周辺の地山と吹付けコンクリートとの付着力であると考えられている。しかし、付着力が十分であっても吹付け厚さによっては、コンクリートのせん断により安定が壊される場合（図-1・1(b)）も生じる。したがって、吹付けコンクリートの厚さの設計においては、吹付けコンクリートと地山との付着力と、吹付けコンクリートのせん断強度の整合が1つの重要な要素である。

次に (2) のモデルの概念として、図-1・2に示す軸力モデルと付着力モデルが考えられている。

軸力モデルにおいて吹付けコンクリートに作用した荷重は、吹付けコンクリート脚部の地山の支持力によって支持される。これは、従来の覆工コンクリートの支持機構と同様な考え方であり、耐力は、吹付けコンクリート自体の強度と吹付け厚さにより決定される。そして、地山の性状は、作用する荷重の大きさ・範囲を左右するのみである。これは、土砂等のように地山が軟質である場合のモデル化であると考えられるが、地山が軟質であるということはすなわち地山支持力にも限度があるため、インバート部にも同時に吹付けを行い吹付けコンクリートを閉合断面とすることにより外圧（荷重）に耐えられるようにするなどの配慮が必要である。

一方、付着力モデルにおいては、吹付けコンクリートの脚部は拘束されておらず、作用した荷重は

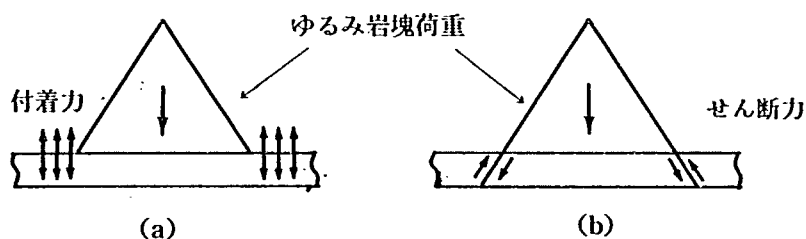


図-1・1 ゆるんだ岩塊の安定効果

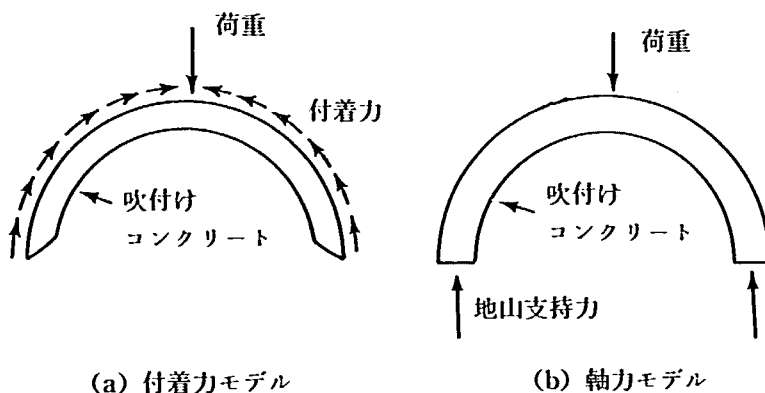


図-1・2 掘削面全体の安定効果

吹付けコンクリートと地山との付着力により支持される。つまり、耐力を支配する主な要因は地山との付着力のみであり、吹付け厚さは付着力を伝達するのに必要な厚さがあればよい。これは、地山が比較的堅硬な、通常の硬岩ないし軟岩の場合のモデル化であると考えられ、吹付けコンクリートの特徴を生かした有効な使い方であり、現在までの、また将来のトンネルにおいても、この付着力モデルとしての使い方が大半を占めるであろうと思われる。

このように吹付けコンクリートの安定効果を考えると、吹付けコンクリートの最大の特徴は荷重の伝達を地山との付着力によって行うことが基本であることから、地山との付着力を知ることが重要となってくる。そこで、吹付けコンクリートの合理的設計を行うには、1) 付着力をはじめとする吹付けコンクリートの強度を把握し、2) ゆるみ岩塊の安定効果についての検討を行い、3) 掘削面全体の安定効果を解明していく必要がある。

本資料では、このうち3) についての付着力モデルを対象とした研究成果を紹介するものである。なお、1) および2) についての研究成果は、既に前回報告²⁾したとおりであり、3) の軸力モデルとしての覆工コンクリートの耐荷能力については、既に報告があるので参照されたい¹⁾。

2 吹付けコンクリート全体模型載荷実験

2.1 概説

節理等亀裂の多い地山では、トンネルの一部分（多くの場合は天端部）においてゆるんだ岩塊が落下（肌落ち）する場合がある。肌落ちは、作業員等にとって最も危険な要因の1つであり、さらにこの岩塊の落下を許せば周囲の岩塊も次々とゆるみ、ひいては掘削面全体が崩壊するようになる。したがって、このキーストーンとなる岩塊の移動を抑えることは、一個のゆるみ岩塊落下防止に止まらず、地山全体のゆるみを防止する効果も期待できる。このように、ゆるみ岩塊に対する吹付けコンクリートの支持機構（耐力、破壊形態）の把握は重要である。

ゆるみ岩塊の大きさがあまり大きくなく、吹付けコンクリートの有効支持範囲がゆるみ岩塊の極近傍のみである（前述の（1）一部のゆるんだ岩塊の安定効果、平面状）と考える場合の支持機構の概念は、既に前回報告している²⁾。すなわち、ゆるみ岩塊荷重が作用した場合の吹付けコンクリートの破壊形態の特徴は、吹付け厚さが厚くなるにつれせん断破壊から地山と吹付けコンクリートの付着部の破壊へと推移する、ということである。

しかし、ゆるみ岩塊の大きさあるいは範囲がある程度大きい場合には、掘削面全体（アーチ状）として考える必要があり、その場合の破壊形態は明らかにされていない。そこで、アーチ形状を考慮したトンネル全体系にゆるみ岩塊荷重が作用した場合の吹付けコンクリートの支持機構を調べる目的で、模型実験を実施した。

2.2 実験方法

2.2.1 実験装置

図-2・1、写真-2・1に実験装置の概要を示す。直径3mのトンネルアーチ部を8等分した形に吹付板を配置しており、背後から、中央部6枚のうち任意の吹付板を油圧ジャッキにて載荷することにより、ゆるみ岩塊荷重が作用した場合をモデル化している。

装置は、反力枠、載荷ジャッキ、吹付板、吹付板支持材より構成される。

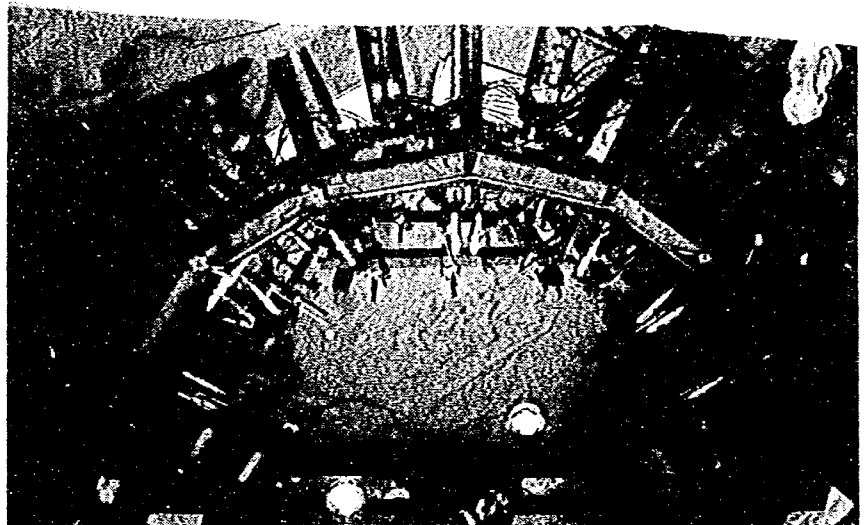


写真-2・1 実験装置概要

1) 反力枠

載荷ジャッキの反力をとるためのものであり、H形鋼（H-250）を使用している。また、応力上はH形鋼のみで十分であるが、装置の変位を極力抑える目的で、H形鋼を実験室のコンクリート反力壁とアンカーボルトにて固定させている。

2) 載荷用ジャッキ

能力 50 tonf、ストローク 300 mm の油圧ジャッキを、吹付板 1 枚当たり 1 本、最大 6 本使用した。なお、載荷しない吹付板においてはジャッキを取り外し、代わりに形鋼（H-150）を取り付け、吹付板と装置とを十分に固定させている。

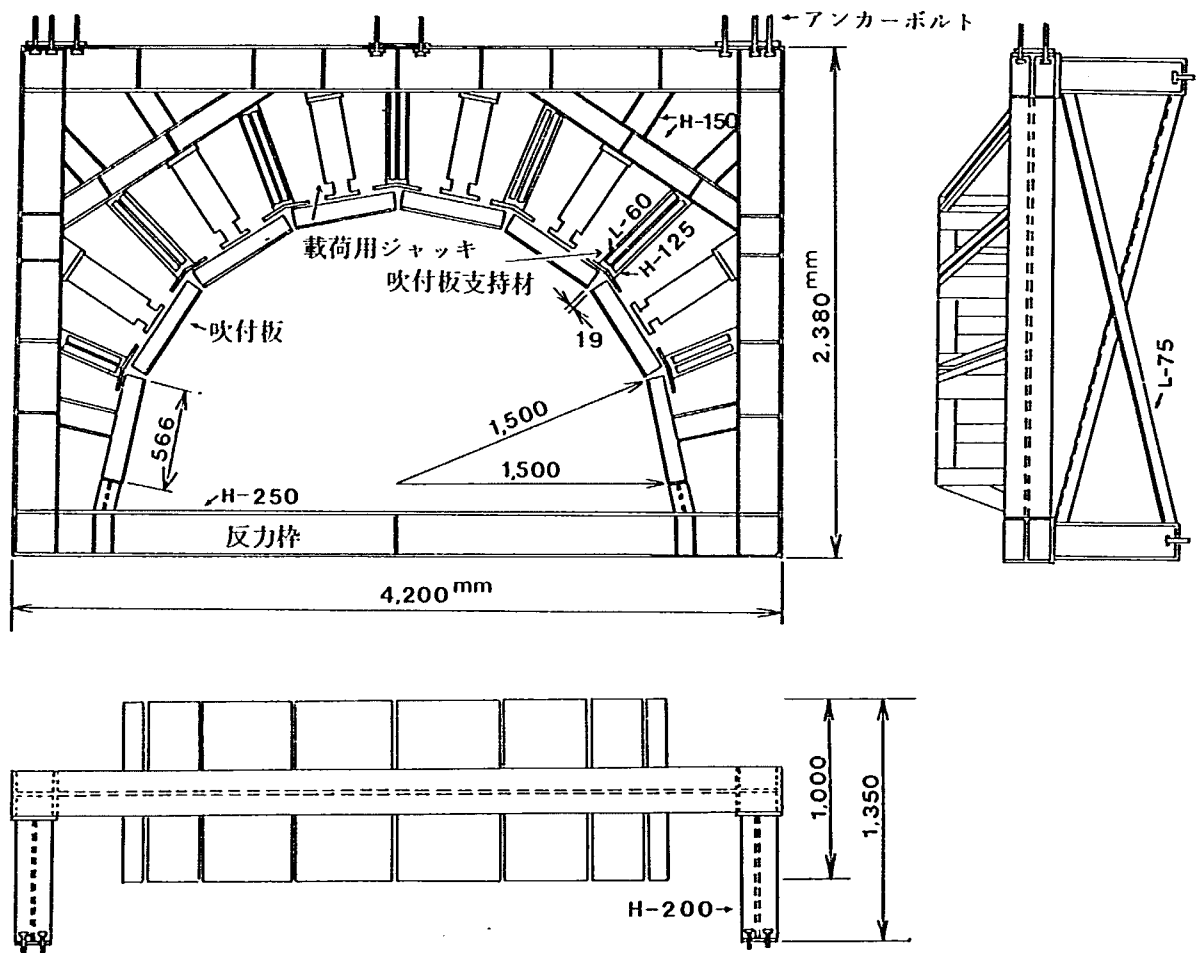


図-2・1 実験装置概要

表-2・1 吹付けコンクリート示方配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/(S+G) (%)	単 位 量 (kg/m³)				
			水 : W	セメント : C	細骨材 : S	粗骨材 : G	急結剤 ^{*)} C×3%
13	40	60	128	320	1,200	800	9.6

注 1) QP-500

3) 吹付板

厚さ 9 mm, 幅 566 mm, 奥行 1,000 mm の鋼板であり, 裏側に形鋼 (H-100) を溶接して剛性を高めている。表面は, 吹付けコンクリートの付着を良くするためグラインダで削り傷を付けている。

また, 吹付板を岩石としたケースも行っている。岩石の大きさは, 御影石の場合, 厚さ 30 mm, 幅 560 mm, 奥行 1,000 mm であり, 大谷石の場合, 厚さ 30 mm, 幅 280 mm (2 枚 1 組で 1 枚の吹付板となる), 奥行 900 mm である。岩石の取り付けは, まず厚さ 4.5 mm の鋼板に接着剤で完全に接着させ, その鋼板と本体の吹付板とを高力ボルトにて締め付けるという方法である。こうすることにより, 高力ボルトの頭部は吹付面より突出しなくなり吹付面はほぼ平坦に保たれる (御影石の場合, 写真-2・2 参照)。なお, 大谷石の場合, 岩石と鋼板との接着剤の接着力が十分でない心配が生じた (後述のせん断付着力試験において, 接着剤が剥離) ため, 中央 2 列は, 角ワッシャを用い, 大谷石, 鋼板, 本体吹付板を相互に高力ボルトにて締め付けている。このため, ボルト頭部が吹付面より飛び出し, 吹付面の平坦性において, 他のケースと若干異なる結果となっている (写真-2・3 参照)。

4) 吹付板支持材

載荷しない吹付板を固定させるものであり, 形鋼 (H-125, L-60) を使用している。吹付板の両側面において, 吹付板と形鋼とをボルトで接合し, 本体と十分に固定させている。

2.2.2 供試体製作

吹付けコンクリートは, 表-2・1 に示す配合による乾式にて行った。

吹付け機械は, 乾式セメントガン (野上式; N 3: 材料吐出量 $5 \text{ m}^3/\text{hr}$, 材料ホース $\phi 42 \text{ mm}$) を使用した。

養生は, トンネル現場と同様な常温高湿状態で行うのが最も望ましいが, 実験室の都合上今回は, 吹付け後直ちに表面をビニールシートで覆う程度のものとした。ちなみに養生気温は, 後述のケース No. で, 1~12 は 5°C 前後 (冬期に実験), 13~14 は 25°C 前後 (夏期に実験) であった。

2.2.3 実験条件

実験ケースを表-2・2 に示す。ケース No. 1~3 はゆるみ範囲が変化した場合を, ケース No. 4~6 は吹付け範囲を変えた場合を想定している。ケース No. 7~11 は, 吹付け厚さを薄くし, ゆるみ範

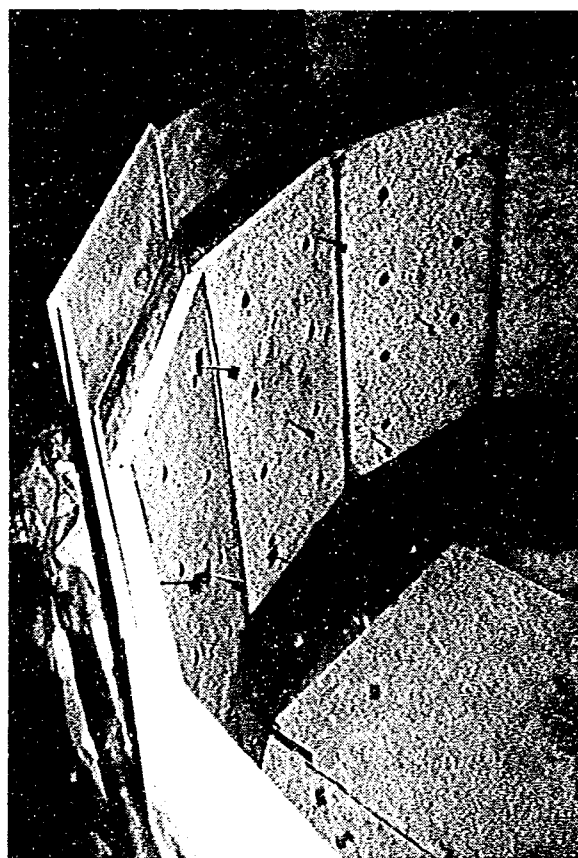


写真-2・2 岩石吹付板取り付け概要
(ケース No. 12 (1), 御影石細目)

間、吹付け範囲の影響を調べることを目的としている。さらに、実際の岩石と鋼板との差を把握するため、ケース No.12 において、吹付板を御影石（花コウ岩）としたものの、ケース No.13～14 において、吹付板を大谷石（凝灰岩）としたものも試験している。

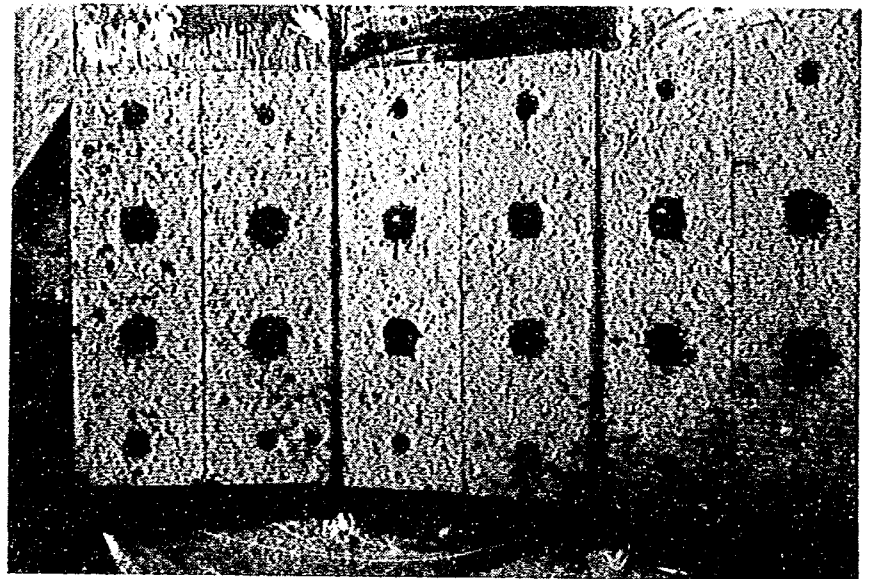


写真-2・3 岩石吹付板取り付け概要
(ケース No. 14, 大谷石)

2.2.4 荷重方法

吹付けコンクリートに
作用するゆるみ岩塊荷重

の分布は、地山条件、施工法等により異なり、非常に複雑な数多くの分布形状が考えられるが、今回は、最も単純で基本であると考えられる一様分布荷重を想定し、各ジャッキとも同じ荷重荷重とした。

なお、荷重までの養生時間は約1日である。

2.2.5 測定項目

1) 荷重荷重

荷重荷重は、各ジャッキの油圧を圧力変換器により測定した。

2) 吹付けコンクリートの変形量

変位測定位置を図-2・2に示す。測定位置1～116については吹付面に垂直方向（半径方向）の変位を、測定位置201～216については吹付けコンクリート端部の接線方向の変位を、歪変換式変位計（精度0.02 mm）により測定した。

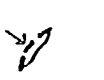
また、吹付けコンクリート表面の10 cm間および20 cm間の歪をコンタクトストレインゲージ（精度0.001 mm）により、20 cm間の曲率の変化を曲率測定器（試作のため精度は良くなかった）により測定した（図-2・3、図-2・4、写真-2・4、写真-2・5参照）。これは、文献11）、12）に示されている方法で、吹付けコンクリート中の応力（軸力、曲げモーメント）、ならびに吹付板と吹付けコンクリートとの間で作用している応力（接線方向、半径方向）を求める目的で実施したのであるが、試作した曲率測定器の精度に問題があり、有効なデータは得られなかった。

3) 破壊状況

荷重途中におけるクラックの発生および成長を、破壊に至るまで適宜スケッチした。

供試体の最終破壊状況ならびに吹付けコンクリートが剝離した吹付面の付着状況を、スケッチと写真に記録した。

表-2.2 実験ケースと結果

ケースNo.	1	2	3	—	4	—	5	6
吹付板材質	鋼板	鋼板	鋼板	—	鋼板	—	鋼板	鋼板
吹付け厚さ(cm)	5.0	6.2	5.0	—	6.2	—	6.7	5.5
供試体概要				—		—		
最大荷重	1.4tonf×6	2.1tonf×4	3.4tonf×2	—	2.1tonf×1	—	4.3tonf×1	1.8tonf×1
最大変位(mm)	0.7(f点)	2.9(d点)	4.7(d点)	—	3.5(c点)	—	5.1(b点)	0.4(b点)
破壊形態	付着破壊	付着破壊	圧縮破壊	—	圧縮破壊	—	付着破壊	付着破壊

ケースNo.	—	7	8(1)	8(2)	9	10	11	—	—
吹付板材質	—	鋼板	鋼板		鋼板	鋼板	鋼板	—	—
吹付け厚さ(cm)	—	3.3	3.4	3.6	3.6	3.3	3.7	—	—
供試体概要	—							—	—
最大荷重	—	1.3tonf×4	2.2tonf×2	2.3tonf×2	1.3tonf×3	2.8tonf×1	2.6tonf×2	—	—
最大変位(mm)	—	5.7(d点)	2.5(d点)	4.8(d点)	1.7(c点)	3.0(d点)	1.8(c点)	—	—
破壊形態	—	付着破壊	付着破壊	付着破壊	付着破壊	付着破壊	付着破壊	—	—

ケースNo.	—	—	12(1)	12(2)	—	—	—	—	—
吹付板材質	—	—	大谷石		—	—	—	—	—
吹付け厚さ(cm)	—	—	6.3	6.2	—	—	—	—	—
供試体概要	—	—		—	—	—	—	—	—
最大荷重	—	—	1.8tonf×2	7.3tonf×2	—	—	—	—	—
最大変位(mm)	—	—	1.6(d点)	10.5(d点)	—	—	—	—	—
破壊形態	—	—	付着破壊	圧縮破壊	—	—	—	—	—

ケースNo.	—	13	14	—	—	—	—	—
吹付板材質	—	大谷石	大谷石	—	—	—	—	—
吹付け厚さ(cm)	—	3.2	3.1	—	—	—	—	—
供試体概要	—			—	—	—	—	—
最大荷重	—	14.0tonf×2	14.0tonf×2	—	—	—	—	—
最大変位(mm)	—	12.4(d点)	14.3(d点)	—	—	—	—	—
破壊形態	—	圧縮破壊	圧縮破壊	—	—	—	—	—

注) 付着破壊…吹付けコンクリートと吹付板の剝離による破壊

圧縮破壊…吹付けコンクリート自体の圧縮によるせん断亀裂による破壊

2.3 実験結果

実験の結果は、巻末の資料に示すとおりであるが、主要な結果を表-2・2に示す。

2.3.1 破壊形態

破壊形態は、圧縮破壊と付着破壊に分類できた。圧縮破壊とは、載荷部と支持部の境界、あるいは載荷部における吹付けコンクリート自体の圧縮によるせん断亀裂による破壊であり、破壊面は、接線方向に対し約 20° の傾きであった。付着破壊とは、吹付けコンクリート表面にはほとんど亀裂は生じないで、吹付けコンクリートが一体となって吹付板から剝離する破壊である。

次に、載荷過程の破壊挙動について述べる。

圧縮破壊の場合、ケース No. 3 と 4 では載荷途中においてはクラック、剝離は全く発見できず大きな圧縮によるせん断亀裂が生じると同時に破壊に至った。ケース No. 12(2), 13, 14 では載荷途中（最も早いもので最大荷重の約 55%）において一部の付着が切れて剝離を生じたのであるが、最終的には吹付けコンクリート自体の圧縮によるせん断により破壊していた。そして、ケース No. 13, 14 では、破壊時、非常に大きな音を伴った。

付着破壊の場合、ケース No. 1, 2, 6, 9, 11, 12(1) では載荷途中においてはクラック、剝離は全く発見できずほぼ全面の剝離が生じると同時に破壊した。ケース No. 7, 8(1), 8(2), 10 では、載荷途中（最も早いもので最大荷重の約 30%）において載荷部と支持部の境界付近の付着が切れて

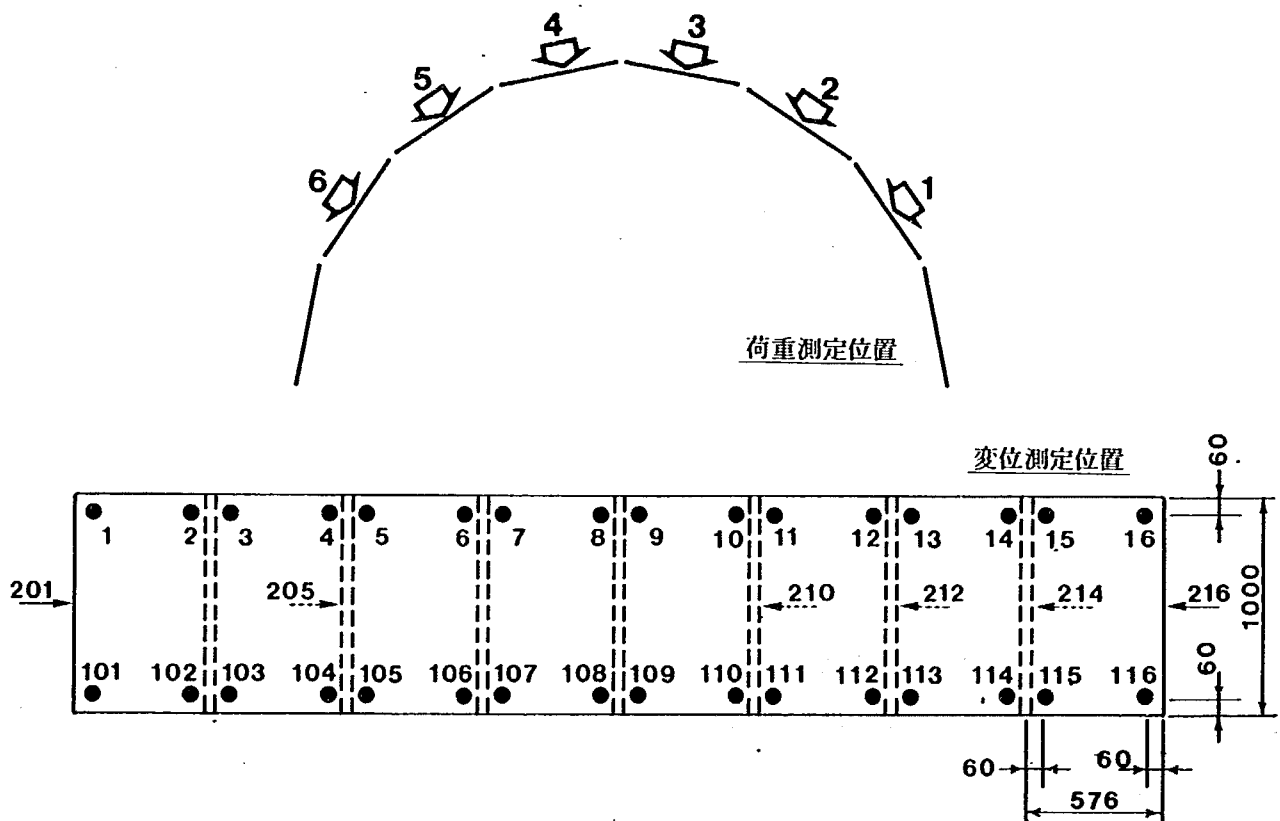


図-2・2 荷重・変位測定位置

注) ←----- は、吹付け枚数が 8 枚以外の場合の端部変位測定位置

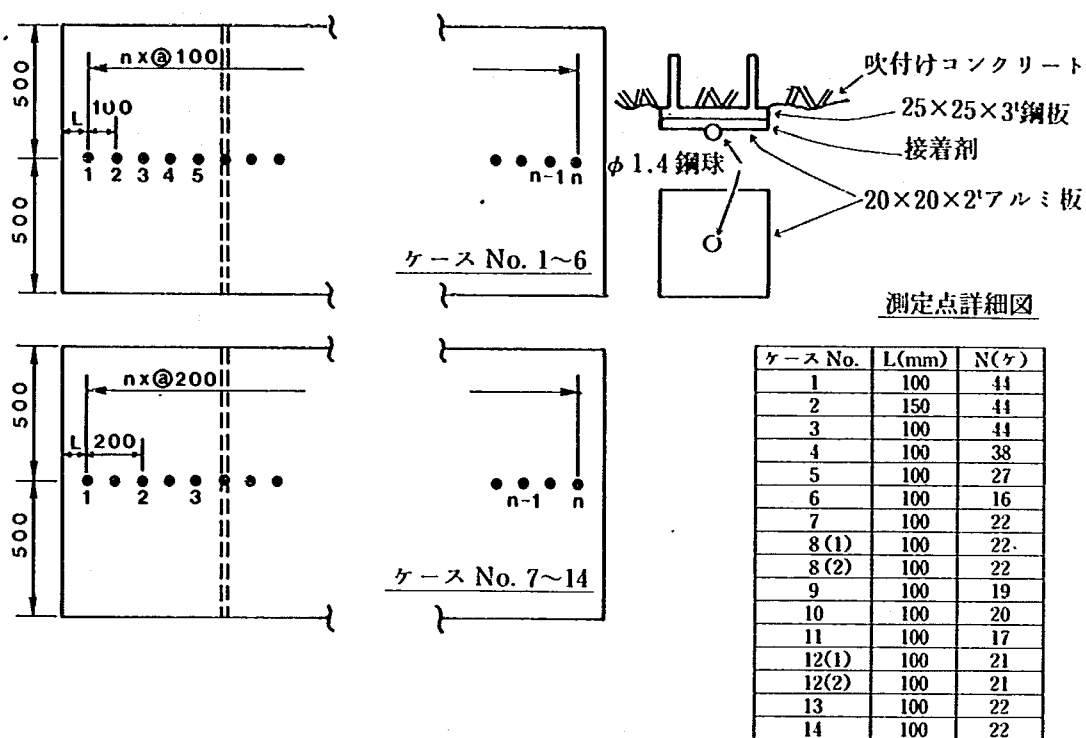
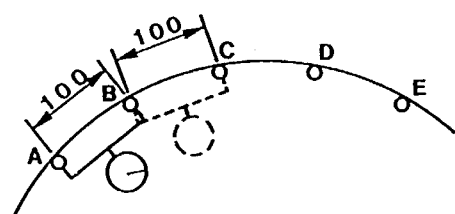
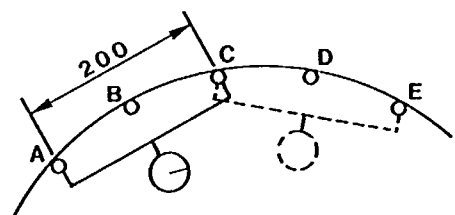


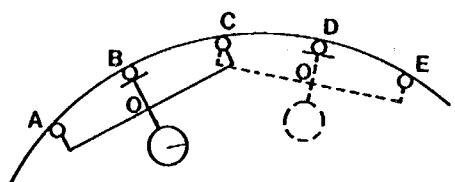
図-2.3 コンタクトストレインゲージ・曲率測定器測定位置



- ①コンタクトストレインゲージ表面 10 cm 歪測定
コンタクトストレインゲージで、AB 間 (10 cm) の距離を測定。次に BC 間と順次 10 cm 間隔で最後の測定点まで測定。



- ②コンタクトストレインゲージ表面 20 cm 歪測定
コンタクトストレインゲージで、AC 間 (20 cm) の距離を測定。次に CE 間と順次 20 cm 間隔で最後の測定点まで測定。



- ③曲率測定器曲率の変化測定
曲率測定器で、OB 間 (曲率の変化に相当) の距離を測定。次に CE 間と順次 20 cm 間隔で最後の測定点まで測定。

注) ケース No. 1~6 ①と②を実施
ケース No. 7~14 ②と③を実施

図-2.4 コンタクトストレインゲージ・曲率測定器、測定手順

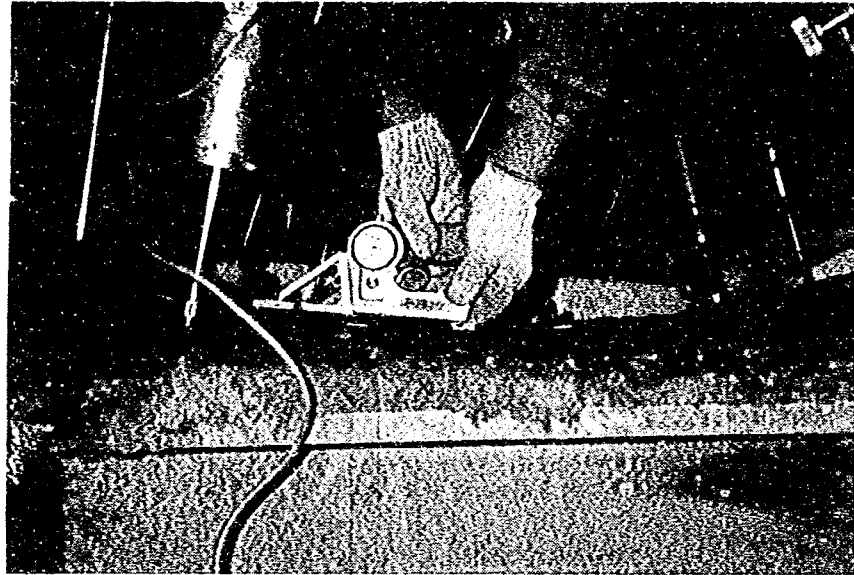


写真-2・4 コンタクトストレインゲージ測定概要（表面 20 cm）

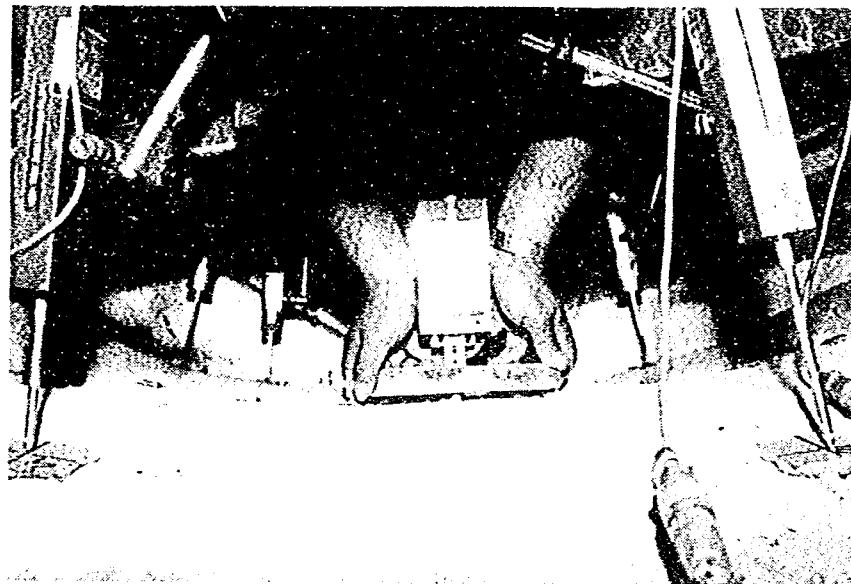


写真-2・5 曲率測定器測定概要（表面 20 cm）

剝離を生じ、剝離は徐々に進行し、最終的にはほぼ全面が剝離する破壊であった。ケース No. 5 では、載荷途中（最大荷重の約 56%）において曲げによると思われるクラックが発生したのであるが、その後も荷重を増加させることができ、最終的には剝離による付着破壊であった。

このように、そこに至る過程においては各供試体により若干の差が生じていたのであるが、最終的な破壊形態は上記の 2 種類に分類できた。

2.4 支持機構についての検討

2.4.1 ゆるみ岩塊の安定効果（破壊形態）を検討するモデル

破壊形態を推測するため、図-2・5 に示すような簡単なモデルを想定して試算を行った。

モデル化を行うに当たり、破壊機構の概念を以下のように仮定した。図-2・5(a)に示すように、吹付けコンクリートに作用した荷重は、吹付けコンクリートと吹付け板の付着力のみにより支持され、この付着力が付着強度を越えた時に付着破壊を生じる。一方、吹付けコンクリート内には軸力（圧縮力）も当然発生しており、付着強度が十分であっても、この圧縮力によるせん断により吹付けコンクリート自体が壊される場合も考えられ、この軸力が圧縮強度を越えた時に圧縮破壊を生じる。

この付着力および圧縮力を定量的に求めるための具体的なモデルが図-2・5(b)であり、(b)図を載荷部と支持部に分けて示したのが(c)図である。

まず、載荷荷重は、全体がアーチ状をなしていることから載荷部に一様な分布荷重 P として作用すると仮定する。

$$p = \frac{\sum P}{B \cdot r \alpha} \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots (2 \cdot 1)$$

ここに、 P ：各ジャッキの載荷荷重 (tonf)、 B ：吹付け板の奥行 (m)、 r ：半径 (m)、 α ：載荷部の角度

そして、分布荷重 P は軸力としてのみ支持部に作用すると仮定すると、単位奥行当たりの軸力 N は、載荷部の Y 方向の力の釣り合いより、

$$\begin{aligned} N \cdot \sin \frac{\alpha}{2} &= \int_{\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}}^{\frac{\pi}{2}} p \cdot \sin \xi \cdot r d\xi \\ &= pr \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \end{aligned}$$

$$\therefore N = pr \quad (\text{tonf/m}) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 2)$$

と求まる。

次に、載荷荷重の反力として、支持部に付着応力度 τ_0 と τ_0 に垂直な応力度 q を考え、 N との釣合式を求める。

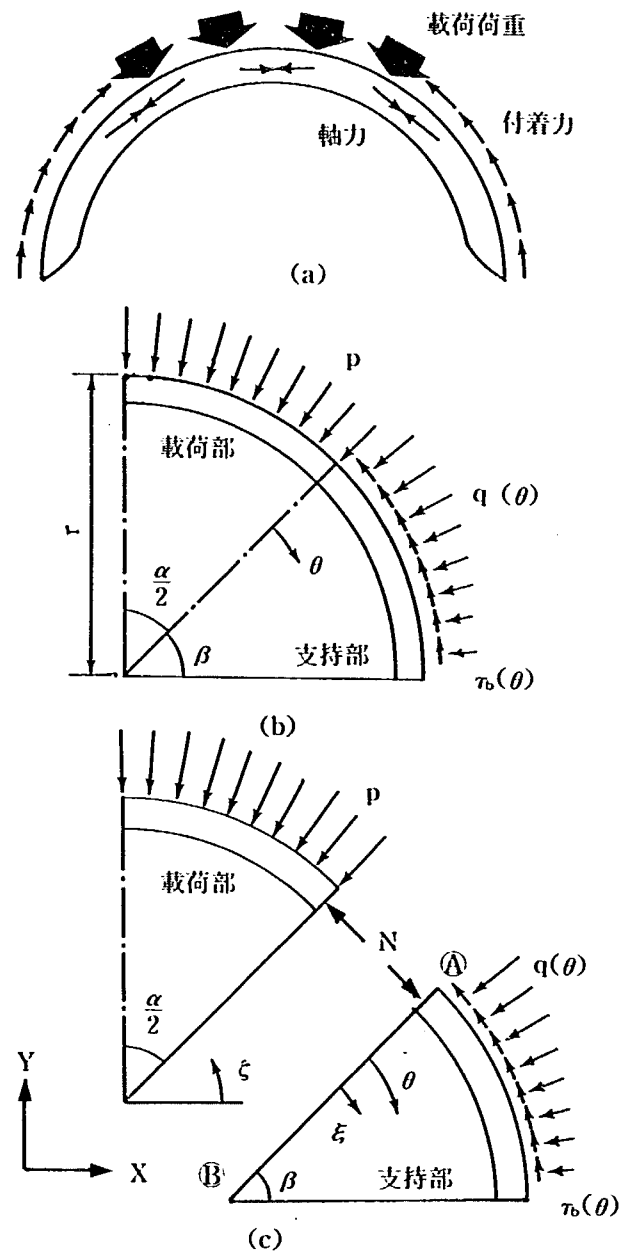


図-2・5 試算に用いたモデル

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \int_0^\beta q(\theta) \cdot \sin\theta \cdot r d\theta + \int_0^\beta n_b(\theta) \cdot \cos\theta \cdot r d\theta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 3) \\ 0 = \int_0^\beta q(\theta) \cdot \cos\theta \cdot r d\theta - \int_0^\beta n_b(\theta) \cdot \sin\theta \cdot r d\theta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 4) \\ Nr = r \int_0^\beta n_b(\theta) \cdot r d\theta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 5) \end{array} \right.$$

式(2・3)はⒶ点での接線方向の、式(2・4)はⒶ点での半径方向の力の釣合式であり、式(2・5)はⒷ点での曲げモーメント=0の関係式である。

ところで、 n_b と q の分布はこれだけの条件のみでは一意に求まらず様々な分布形状を任意に仮定できるのであるが、種々の分布を仮定して試算を行った結果、ほとんどの分布において、吹付けコンクリートに大きな曲げモーメントが発生し、吹付けコンクリートは曲げ破壊を起こすという結果となり、実験結果との整合性の説明がつかない。吹付けコンクリート覆工は非常に薄肉であり、またアーチ状であることから、曲げモーメントは作用しないと考えると(実験結果においても曲げ破壊は生じていない)、その条件を満足する分布の一つとして、 n_b は一様分布、 q は3角形分布が適当であると判断された。

そこで、 n_b と q の分布を、 $n_b(\theta) = C_1$ 、 $q(\theta) = C_2 + C_3 \cdot \theta$ (θ :支持部において変化する角度($\theta=0$ で載荷部と支持部の境界、 $\theta=\beta$ で吹付けコンクリートの端部))とおき求めておく。

式(2・2)、式(2・3)より、

$$\begin{aligned} pr &= r \int_0^\beta (C_2 + C_3 \theta) \cdot \sin\theta \cdot d\theta + r \int_0^\beta C_1 \cdot \cos\theta \cdot d\theta \\ \therefore p &= C_2 \cdot (1 - \cos\beta) + C_3 \cdot (\sin\beta - \beta \cdot \cos\beta) + C_1 \cdot \sin\beta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 6) \end{aligned}$$

式(2・4)より、

$$\begin{aligned} 0 &= r \int_0^\beta (C_2 + C_3 \theta) \cdot \cos\theta \cdot d\theta - r \int_0^\beta C_1 \cdot \sin\theta \cdot d\theta \\ \therefore 0 &= C_2 \cdot \sin\beta + C_3 \cdot (\beta \cdot \sin\beta + \cos\beta - 1) - C_1 \cdot (1 - \cos\beta) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 7) \end{aligned}$$

式(2・5)より、

$$\begin{aligned} pr &= r \int_0^\beta C_1 \cdot d\theta = r \cdot C_1 \cdot \beta \\ \therefore C_1 &= p/\beta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 8) \end{aligned}$$

式(2・6)と式(2・8)より、

$$C_2 \cdot (1 - \cos\beta) + C_3 \cdot (\sin\beta - \beta \cdot \cos\beta) = p(\beta - \sin\beta)/\beta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 9)$$

式(2・7)と式(2・8)より、

$$C_2 \cdot \sin\beta + C_3 \cdot (\beta \cdot \sin\beta + \cos\beta - 1) = p(1 - \cos\beta)/\beta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 10)$$

式(2・9)、式(2・10)から C_2 を消去すると、

$$\begin{aligned} & C_3 \cdot \left\{ \sin\beta \cdot (\sin\beta - \beta \cdot \cos\beta) - (1 - \cos\beta) \cdot (\beta \cdot \sin\beta + \cos\beta - 1) \right\} \\ &= p \cdot \left\{ \sin\beta \cdot (\beta - \sin\beta) - (1 - \cos\beta)^2 \right\} / \beta \\ \therefore C_3 \cdot (2 - 2 \cdot \cos\beta - \beta \cdot \sin\beta) &= p \cdot (\beta \cdot \sin\beta + 2 \cdot \cos\beta - 2) / \beta \\ \therefore C_3 &= -p/\beta \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 11) \end{aligned}$$

式(2・10)に代入して、

$$\begin{aligned}
0 &= C_2 \cdot \sin\beta - p \cdot (\beta \cdot \sin\beta + \cos\beta - 1)/\beta - p \cdot (1 - \cos\beta)/\beta \\
&= C_2 \cdot \sin\beta - p \cdot \sin\beta \\
\therefore C_2 &= p \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 12)
\end{aligned}$$

したがって、

$$\begin{aligned}
\tau_b(\theta) &= p/\beta & (\text{tonf/m}^2) \\
q(\theta) &= p(1 - \theta/\beta) & (\text{tonf/m}^2)
\end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 13)$$

と求まる。

なお、確認の意味も含め、支持部における軸力、曲げモーメントの分布を求めておく。軸力は、

$$\begin{aligned}
N(\theta) &= N \cdot \cos\theta + \int_0^\theta q(\xi) \cdot \sin(\theta - \xi) \cdot r d\xi - \int_0^\theta \tau_b(\xi) \cdot \cos(\theta - \xi) \cdot r d\xi \\
&= pr \cdot \cos\theta + pr \int_0^\theta (1 - \xi/\beta) \cdot \sin(\theta - \xi) d\xi - pr/\beta \cdot \int_0^\theta \cos(\theta - \xi) d\xi \\
&= pr \cdot \left\{ \cos\theta + (1 - \cos\theta) - (\theta - \sin\theta)/\beta - \sin\theta/\beta \right\} \\
&= pr \cdot (1 - \theta/\beta) \quad (\text{tonf/m}) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 14)
\end{aligned}$$

曲げモーメントは、

$$\begin{aligned}
M(\theta) &= -N \cdot r \cdot (1 - \cos\theta) + \int_0^\theta q(\xi) \cdot r d\xi \cdot r \cdot \sin(\theta - \xi) + \int_0^\theta \tau_b(\xi) \cdot r d\xi \cdot r \cdot \left\{ 1 - \cos(\theta - \xi) \right\} \\
&= -pr^2 \cdot (1 - \cos\theta) + pr^2 \int_0^\theta (1 - \xi/\beta) \cdot \sin(\theta - \xi) d\xi + pr^2/\beta \int_0^\theta \left\{ 1 - \cos(\theta - \xi) \right\} d\xi \\
&= pr^2 \cdot \left\{ \cos\theta - 1 + 1 - \cos\theta - (\theta - \sin\theta)/\beta + \theta/\beta - \sin\theta/\beta \right\} \\
&= 0 \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 15)
\end{aligned}$$

と求まり、前述の曲げモーメントは作用しないという条件を満足していることが、確認される。

以上で、モデルに発生している各応力が把握できたと考えられる。

さて、付着による破壊機構は、想定した支持部の応力度 τ_b と q の作用方向から、吹付板と吹付けコンクリートがすべることによる破壊であると仮定したことになる。したがって、付着破壊では、付着応力度 τ_b が検討の対象となる。

一方、もう1つの破壊形態である圧縮破壊を検討する場合には、吹付けコンクリート内に発生している軸力が問題となる。軸力分布は、載荷部においては一定でその大きさは式(2・2)であり、支持部においては載荷部との境界で式(2・2)の大きさの最大値をとり、端部へ向かって式(2・14)に従って減少し、端部で0となる。したがって、吹付けコンクリートの軸力の最大値は載荷部に生じ、ここでの最大圧縮応力度 σ_c は、式(2・2)の軸力 N を吹付け厚さ t で割ることにより、

$$\sigma_c = pr/t \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 16)$$

と求まる。

2.4.2 実験結果の考察

上記モデルの妥当性を判断するため、実験で得られた最終耐力(表-2・2)をもとに、上記計算假定より破壊面の応力度を試算した。表-2・3に、一覧表として示す。

表-2・3 試算結果一覧表

ケース No.		1	2	3	4	5	6	7	8(1)	8(2)	9	10	11	12(1)	12(2)	13	14
実験条件	α	$\frac{6}{8}\pi$	$\frac{4}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{4}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{4}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$
	β	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{1}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$	$\frac{2}{8}\pi$	$\frac{3}{8}\pi$
	B(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
	r(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.465	1.465	1.465	1.465
	t($\times 10^{-2}$ m)	5.0	6.2	5.0	6.2	6.7	5.5	3.3	3.4	3.6	3.6	3.3	3.7	6.3	6.2	3.2	3.1
実験結果	ΣP (tonf)	8.565	8.535	6.777	2.116	4.277	1.800	5.312	4.480	4.609	3.770	2.805	5.165	3.586	14.582	56.096	28.049
	p(tonf/m ²)	2.42	3.62	5.75	3.59	7.26	3.06	2.25	3.80	3.91	2.13	4.76	4.38	3.12	12.67	27.09	27.09
試算結果	τ_b (tonf/m ²)	6.2	4.6	4.9	3.1	9.2	7.8	2.9	3.2	3.3	2.7	4.0	5.6	2.7	10.8	34.5	23.0
	σ_c (tonf/m ²)	73	88	173	87	163	83	103	168	163	89	217	178	73	300	1,240	1,280
物性試験結果	せん断付着強度 (tonf/m ²)	4.4 (3.3~5.6)						3.8 (2.5~5.5)						11.1 (11.0~11.1)		—	
	圧縮強度 (tonf/m ²)	274 (177~429)						359 (193~537)								1,110 (748~1,298)	

$$\text{ここに、} p = \frac{\Sigma P}{B \cdot r \alpha}, \quad \tau_b = \frac{p}{\beta}, \quad \sigma_c = \frac{pr}{t}$$

図-2・6に、式(2・13)より求めた付着応力度を、同一試験時期毎に分けて示す。図には物性試験で求めたせん断付着強度(付録参照)を併記している。鋼板に関しては、ばらついてはいるものの、(a)図では試験値とほぼ等しい $\tau_b = 5.0 \text{ tonf/m}^2$ あたりを境としてそれを越えるケースについては付着破壊を生じており、(b)図においても、せん断付着強度のばらつきも考えると全ケースほぼ付着応力度はせん断付着強度に達しているとみなせ、モデルに適合した破壊のしかたである。つまり、 τ_b が付着強度に達すれば当然ながら付着破壊を起こし、付着強度以下で破壊する場合は他の原因であることが理解できる。また、大谷石に関しては、せん断付着強度の試験値は不明であるが、式(2・13)より付着応力度を求めると、約 30 tonf/m^2 となり、実験(ケース No.13, 14)では圧縮破壊を起こしていることから実際の付着強度はそれ以上であると推察される。なお、ケース No.12(1)(御影石細目)の場合、非常に小さな耐力しか得られなかったが、破壊後の吹付面が非常に湿っていたことから、初期の吹付け、養生等に問題があったのではないかとと思われる。

一方、図-2・7は式(2・16)より求めた吹付けコンクリートの圧縮応力度である。図には物性試験で求めた圧縮強度を併記してある。ケース No.13, 14は、明らかに圧縮強度に達しており、圧縮破壊の原因も理解でき、モデルは適合している。ケース No.3, 12(2)についても、同一実験時期の他のケースと比較すると圧縮応力度は高く、モデルはそれほどまちがっていないと読み取れるのであるが、付着応力度も付着強度の平均値にほぼ等しいことから、圧縮破壊と付着破壊のいずれもが臨界付近の条件にあったと思われる。なお、ケース No.4に関しては、 σ_c が圧縮強度に達する以前に破壊しているが、これは、類似のケースである載荷部が等しく支持部が少ないケース No.5 よりもかなり小さい耐力しか有していないことから、供試体自身、あるいは載荷方法等に欠陥があったのではないかと推察される。

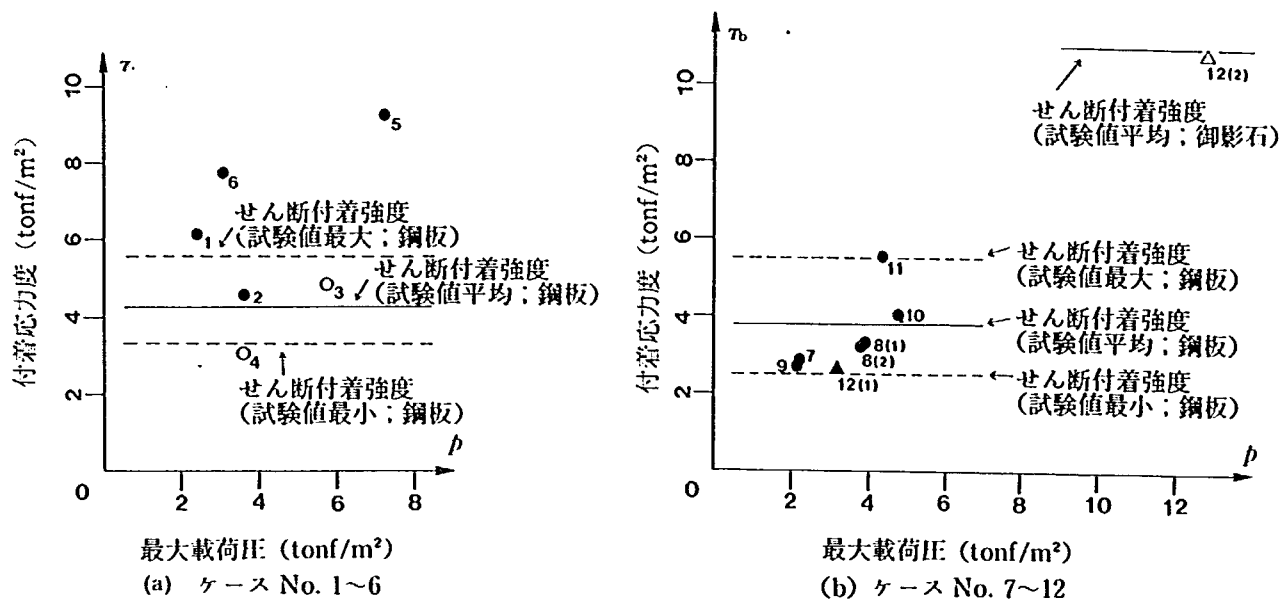


図-2.6 最大載荷圧と付着応力度の関係

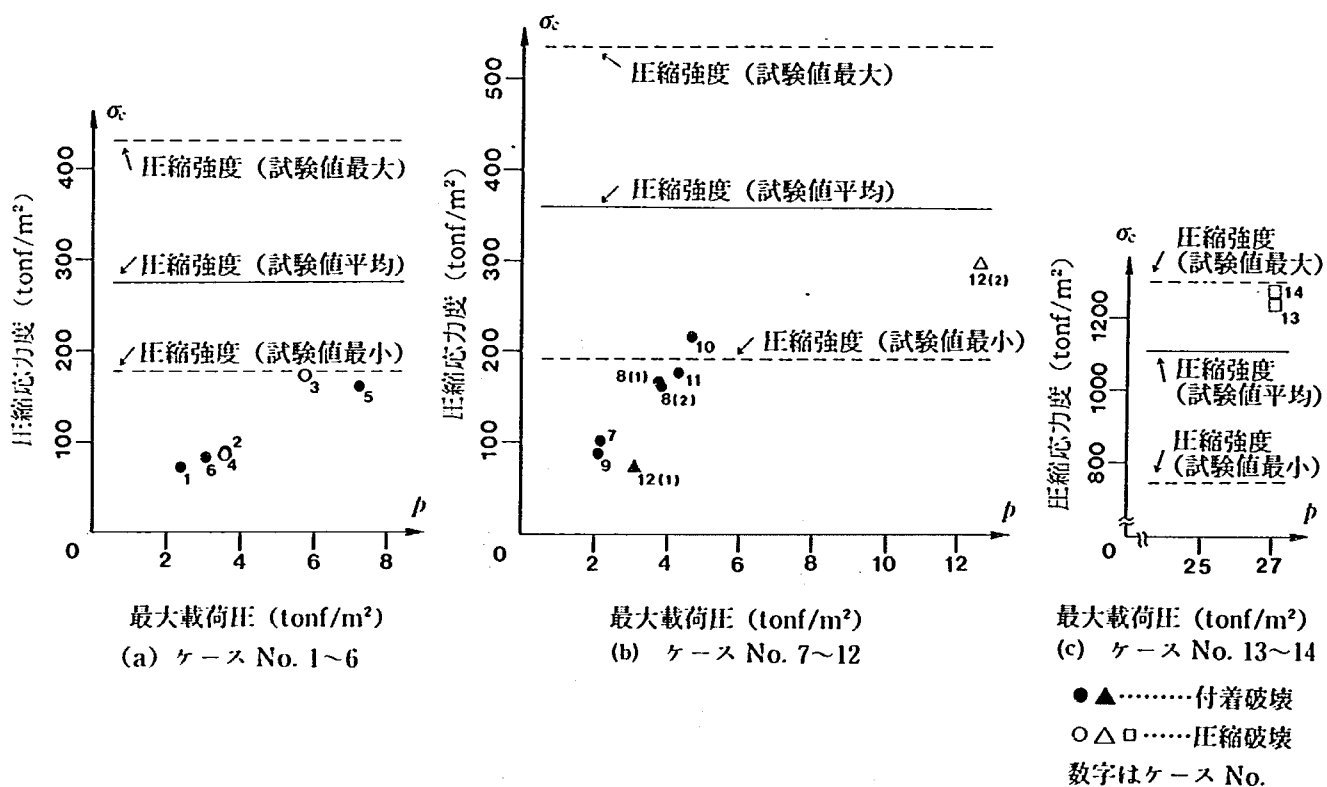


図-2.7 最大載荷圧と圧縮応力度の関係

次に、載荷部と支持部の等しいケース（ケース No.2 と No.7, No.3 と No.8(1), 8(2)）の比較を行うと、吹付け厚さが薄いケース（ケース No.8(1), 8(2)）は最大荷重が 60～70% に低下しており、破壊形態も異なる。この原因には、吹付け厚さおよび強度の違い（ケース No.1～6 と比較しケース No.7～11 では、せん断付着強度は約 90%, 圧縮強度は約 130%）の影響が考えられる。さらに、載荷過程の破壊挙動、付着応力度（平均を若干下回る所に分布、図-2・6(b)参照）等の状況も合わせて推察すると、吹付け厚さが薄いと版としての剛性が小さいため載荷部の荷重が支持部へ十分伝達されない、すなわち、有効支持部が狭くなっていることも考えられ、この場合には、モデルの若干の修正が必要であると思われる。

以上の結果から、前述したように簡単な仮定によるモデル化であり、今後検討すべき問題も残しているが、総合的に判断して、概念的には、かなり良く破壊機構を説明できたといえる。

2.4.3 吹付けコンクリートで支え得るゆるみ岩塊についての試算例

図-2・5 の試算モデルを基に、実際の吹付けコンクリートがどの程度の耐力を有しているか（どの程度のゆるみ岩塊を支え得るか）について試算してみる。

まず、ゆるみ岩塊の大きさであるが、ゆるんでくる幅をトンネル内空側の弦長で L とし、 L と等しいゆるみ高さを持つ直方体状の岩塊を考える。この形状の岩塊荷重がトンネル軸方向のかんりの範囲に亘って作用するものと仮定し、計算は、トンネル軸方向に対して単位奥行で考える（一種の平面歪状態）。そして、単位体積重量を 2.7 tonf/m^3 とすると、ゆるみ岩塊荷重 p は、

$$p = \frac{2.7 \cdot L^2}{r\alpha} \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 17)$$

となる（図-2・8 参照）。ただし、この岩塊荷重は重力により作用するので、その作用方向は、模型実験の半径方向とは一致せず、すべて鉛直下向きとなるのであるが、ここでは近似として半径方向と仮定する。

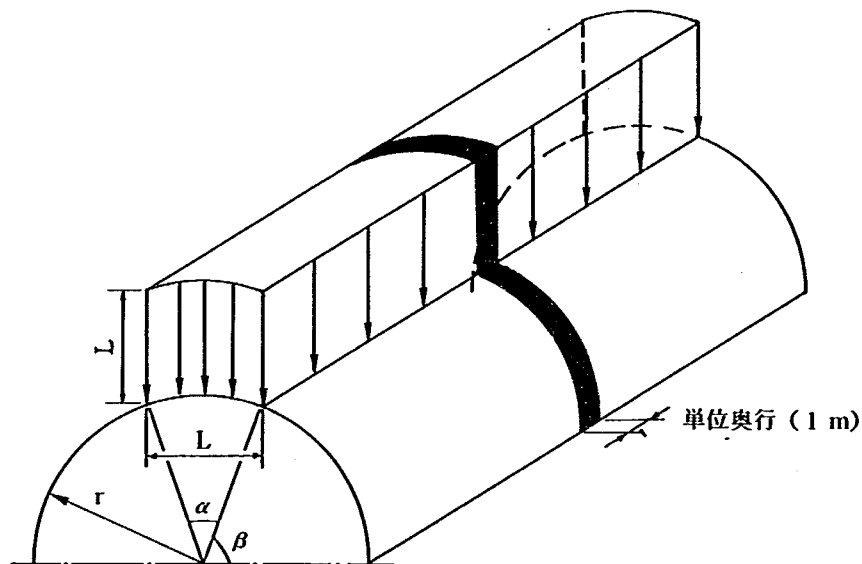


図-2・8 仮定したゆるみ岩塊

次に、吹付けコンクリートの最大耐力は、式 (2・16)、式 (2・13) より、

$$\text{圧縮破壊の場合：} p_c = \sigma_c \cdot t/r \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 18)$$

$$\text{付着破壊の場合：} p_b = \tau_b \cdot \beta \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 19)$$

と求まる。

吹付けコンクリートの強度について、まず、圧縮強度 σ_c は、ケース No.1~12 では実験の都合上 (養生温度が非常に低かった) 非常に小さな値しか得られていないが、実際は材令 1 日において圧縮強度で 1,000 tonf/m² 程度は十分発生しており、またケース No.13, 14 においてもそれは確認されていることから、

$$\sigma_c = 1,000 \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 20)$$

を採用することとする。せん断付着強度 τ_b は、今回の御影石の値を採用し、

$$\tau_b = 11 \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 21)$$

とする。

ここで、ゆるみ岩塊のゆるんでくる角度 α は、

$$L = 2r \cdot \sin(\alpha/2)$$

$$\sin \alpha/2 = L/2r$$

$$\therefore \alpha = L/r \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 22)$$

であり、吹付ける範囲をトンネル上半部 (180° の範囲) とすると、支持部の角度 β は、

$$\beta = (\pi - \alpha)/2 = \pi/2 - L/(2r) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 23)$$

となる。そして、トンネル半径 r を一般の道路 2 車線トンネルに相当する

$$r = 5 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 24)$$

を想定して、式 (2・17)~式 (2・19) を整理し直すと、

$$\text{ゆるみ岩塊荷重} \quad : p = 2.7 \cdot L \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 17)'$$

$$\text{圧縮破壊の場合の最大耐力：} p_c = 200 \cdot t \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 18)'$$

$$\text{付着破壊の場合の最大耐力：} p_b = 11 \cdot (\pi/2 - L/10) \quad (\text{tonf/m}^2) \quad \dots\dots\dots (2 \cdot 19)'$$

となる。

式より明らかなように、ゆるみ岩塊荷重 p と付着破壊の場合の最大耐力 p_b は、ゆるみ幅 L の関数、圧縮破壊の場合の最大耐力 p_c は、吹付け厚さ t の関数である。

今、 L を 2 m (天端部の約 23° の範囲)、3 m (34° の範囲)、4 m (46° の範囲) と仮定した場合の、最大耐力および荷重と、吹付け厚さの関係を図-2・9 に示す。図中、細い水平線は式 (2・17)' のゆるみ岩塊荷重を、斜線は式 (2・18)' の圧縮破壊の場合の最大耐力を、太い水平線は式 (2・19)' の付着破壊の場合の最大耐力を示しており、破線、実線、一点鎖線は、それぞれ、ゆるみ幅 2 m, 3 m, 4 m に対応している。図より、吹付け厚さが薄い間は、耐力は吹付けコンクリートの圧縮強度に支配され、吹付け厚さに従って増加する。しかし、ある厚さ以上においては、耐力は付着強度に支配されるようになり、いくら厚く吹付けても耐力の増大は望めなくなる。したがって、破壊形態から考えた場合の最適吹付け厚さは、圧縮破壊から付着破壊へ推移する臨界付近であると考えられ、この試算例

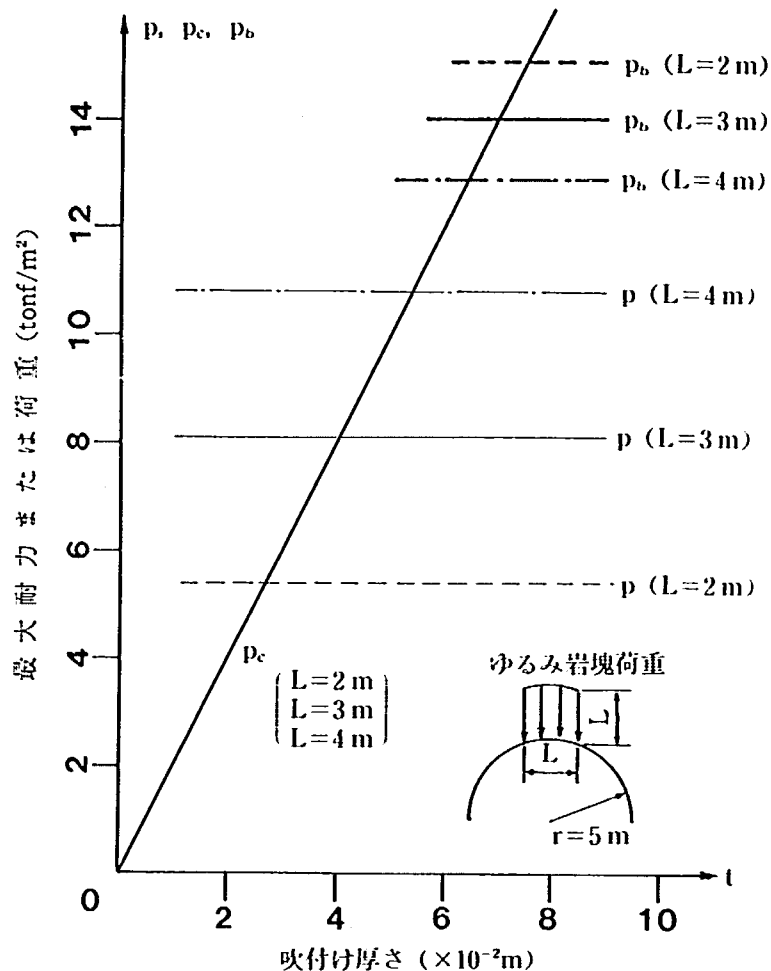


図-2・9 吹付けコンクリートで支え得るゆるみ岩塊についての試算例

p : ゆるみ岩塊荷重, 式 (2・17)'

p_c : 圧縮破壊の場合の最大耐力, 式 (2・18)'

p_b : 付着破壊の場合の最大耐力, 式 (2・19)'

(材令, 付着強度等を限定) では 6 ~ 8 cm 程度と判断されよう。

ここで, 各ゆるみ幅に対して最適吹付け厚さにおける吹付けコンクリートの安全率 $S.F$ を求めてみる。最適吹付け厚さにおける耐力は, 付着破壊の場合の最大耐力であるから,

$L = 2\text{ m}$ の場合,

$$S.F = \frac{p_b}{p} = \frac{11 \cdot (\pi/2 - 2/10)}{2.7 \times 2} = 2.8 \quad (2 \cdot 25)$$

$L = 3\text{ m}$ の場合,

$$S.F = \frac{p_b}{p} = \frac{11 \cdot (\pi/2 - 3/10)}{2.7 \times 3} = 1.7 \quad (2 \cdot 26)$$

$L = 4\text{ m}$ の場合,

$$S.F = \frac{p_b}{p} = \frac{11 \cdot (\pi/2 - 4/10)}{2.7 \times 4} = 1.2 \quad (2 \cdot 27)$$

と試算でき、ゆるみ幅 3 m 以下の岩塊に対してはほぼ妥当な支保であること、4 m の岩塊に対しては多少不安は残るが破壊に至らないことを、試算結果は示している。

以上はあくまでも、材令は 1 日 ($\sigma_c = 1,000 \text{ tonf/m}^2$)、せん断付着強度は御影石の実験値 ($\tau_b = 11 \text{ tonf/m}^2$) とし、さらに、ゆるみ岩塊の形状を直方体状とする等、非常に重要な要素についての大胆な仮定を行ったうえでの試算例である。たとえば、吹付けコンクリートの材令、ゆるみ岩塊の大きさ、性状等仮定の若干の変更により、安全率、最適吹付け厚さ等は変わるというように、流動的な要素を多く含んでいる。実際の設計では、これらのことを踏まえたうえで適用しなければならない。すなわち、地山、吹付けコンクリート、地山表面の性状等は模型実験以上に非常に複雑で不規則であることから、特に、ゆるみ岩塊の大きさ(ゆるみ幅とゆるみ高さ)・その作用時期、付着強度等の決定に当たっては、慎重かつ十分な配慮を行う必要がある。

2.5 まとめ

1) 掘削面全体で考えた場合の吹付けコンクリートの破壊形態は、載荷範囲と支持範囲の比率および吹付け厚さにより、付着破壊と圧縮破壊に大別できた。

2) 実験結果を基に、掘削面全体として考えた場合の吹付けコンクリートの支持機構を表す簡単なモデルを提案し、概念的にはあるが、吹付けコンクリートの支持機構(破壊機構)が解明できた。

3) その試算モデルにより、付着モデル(図-1・2(a))として考える場合の吹付けコンクリートの最適吹付け厚さは、圧縮破壊から付着破壊へ推移する臨界付近であると判断でき、それ以上厚く吹付けても耐力の向上には寄与しないことを明らかとした。なお、地山を花コウ岩(付着強度 11 tonf/m^2)とし、材令 1 日(吹付けコンクリートの圧縮強度 $1,000 \text{ tonf/m}^2$)の時点で、吹付けコンクリートで支え得るゆるみ岩塊の大きさについて試算を行った結果、その条件の基では、7 cm 程度の吹付けコンクリートで、天端部の幅および高さ約 3 m のゆるみ岩塊まで支え得ることを、一例として示した。

3 おわりに

吹付けコンクリートの支持機構の解明を目的として、1) 付着力を始めとする吹付けコンクリートの強度試験²⁾、2) ゆるみ岩塊の安定効果に関する押抜き模型実験²⁾、3) 掘削面全体の安定効果に関する全体模型載荷実験を実施してきた。その結果、概念的な支持機構の特徴は把握できたと考えている。なお、今後は吹付けコンクリート工のより具体的な設計手法の検討が必要であると考えているが、本報告がその一助になれば幸いである。

〈参 考 文 献〉

- 1) 今田・水谷, 「トンネルの支保構造に関する研究報告」, 土木研究所資料第 1702 号, 昭和 56 年 6 月
- 2) 水谷他, 「吹付けコンクリート薄肉覆工の支持機構に関する実験報告(1)」, 土木研究所資料第 2049 号, 昭和 59 年 2 月
- 3) 第 3 回トンネル技術シンポジウム—NATM における吹付けコンクリート工—報告集, 昭和 58 年 3 月, 日本トンネル技術協会
- 4) 水谷, 「吹付けコンクリート薄肉覆工の支保機構に関する実験的研究」, '84 トンネル技術講演会テキスト, p 46~p 55, 昭和 59 年 2 月, 日本トンネル技術協会
- 5) ロックボルト・吹付けコンクリート工法 (NATM) の合理的施工法の調査研究報告書, 昭和 55 年, 日本トンネル技術協会
- 6) トンネル薄肉覆工 (吹付けコンクリート工) に関する調査研究報告書 (吹付けコンクリート工の文献調査), 昭和 48 年, 高速道路調査会吹付けコンクリート工研究班
- 7) トンネル新技術に関する海外文献集, p 178~p 197, 昭和 53 年度版, 日本トンネル技術協会 (G. Fernandez-Delgado et al, "Structural Behavior of Thin Shotcrete Liners Obtained From Large Scale Tests" の訳文)
- 8) トンネル新技術に関する海外文献集, p 207~p 210, 昭和 53 年度版, 日本トンネル技術協会 (Todd Rutenbeck, "Shotcrete Strength Testing Comparing Results of Various Specimens" の訳文)
- 9) トンネル新技術に関する海外文献集, p 122~p 132, 昭和 54 年度版, 日本トンネル技術協会 (Jonas Holmgren, "Thin shotcrete layers subjected to punch load" の訳文)
- 10) トンネル新技術に関する海外文献集, p 97~p 115, 昭和 55 年度版, 日本トンネル技術協会 (G. Fernandez-Delgado et al, "Thin Shotcrete Linings in Loosening Rock" の訳文)
- 11) 桜井訳, 「トンネルに作用する岩盤圧力推定のための統一的計測技術」, OYO 社内資料, 1982, ㈱応用地質調査事務所 (K. Kovari et al, "Integrated Measuring Technique for Rock Pressure Determination", Proceedings of the International Symposium on Field Measurements in Rock Mechanics, April 1977 の訳文)
- 12) 北川, 近藤他, 「NATM トンネルにおけるカーボメータ, デフォーメータによる吹付けコンクリート断面力測定について」, 第 14 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, p 156~p 159, 1982 年 2 月

付 録

吹付けコンクリートの力学的物性試験

1 概 説	25
2 実験方法	25
2.1 せん断付着強度試験	25
2.2 圧縮強度試験・引張強度試験	26
3 実験結果	28
3.1 せん断付着強度	28
3.2 圧縮強度・引張強度・弾性係数	28

吹付けコンクリートの力学的物性試験

1 概 説

吹付けコンクリートの支持機構を検討するには、まず第一に吹付けコンクリートの強度を把握しておかなければならない。そのため、吹付けコンクリートの付着強度（引張、せん断）、圧縮強度、引張強度に関する試験を特に若材令における経時変化に注目して実施し、既に報告した²⁾。ここでは、その後の追加試験（本文中のケース No.7~14 に対応）の結果を述べるものである。なお、本文中のケース No.1~6 に対応する諸強度は、前報告²⁾を参照されたい。

2 実験方法

2.1 せん断付着強度試験

図-1、写真-1にせん断付着力試験機の概要を示す。せん断付着強度を、吹付けコンクリートと吹付け板をすべらせることにより求める装置である。前回報告のものとはほとんど同じであるが、前回の、引張棒の裏側に吹付けコンクリートが十分にまわらず巣が発生するという現象を改善するため、引張棒を13mmの異形棒鋼に変更している。

吹付けは、表-2・1（本文中）に示す配合で乾式にて行った。試験材令は24時間とし、鋼板、御

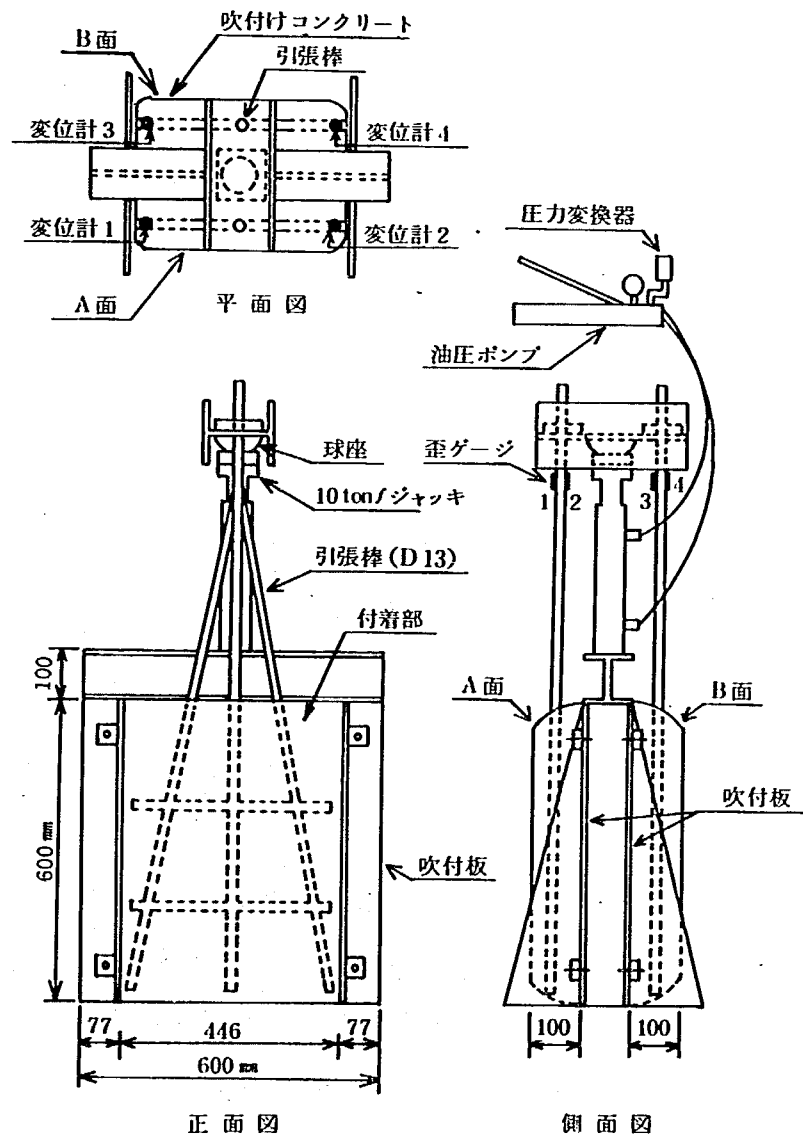


図-1 せん断付着力試験機概要

影石（ケース No.12(1), (2)に対応する細目と荒目，写真-2 参照），および大谷石（ケース No.13, 14に対応）とのせん断付着強度を求めた。なお，岩石の取り付けは，鋼製の吹付板と接着剤とで接着させるという方法を用いている。

2.2 圧縮強度試験・引張強度試験

前回報告と全く同じ方法であるが，図-2に示す圧縮強度・引張強度用テストピース型枠に，表-2・1に示す配合によりコンクリートを乾式にて吹付け，ある程度硬化した後脱型し，コンクリートカッターで $10 \times 10 \times 10$ cmの立方体に切断して供試体とした。圧縮強度を一軸圧縮試験により，引張強度を圧裂試験により，図-3に示す方向から材令24時間において載荷して求めた。その際，一軸圧縮試験においては，弾性係数を求めるため，変位を2本のダイヤルゲージにて測定している（図-4 参照）。

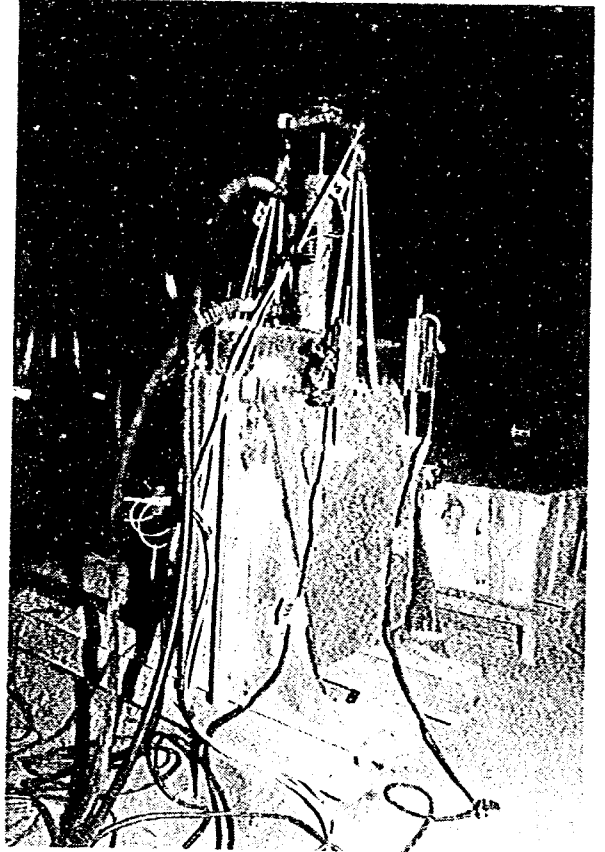


写真-1 せん断付着力試験概要

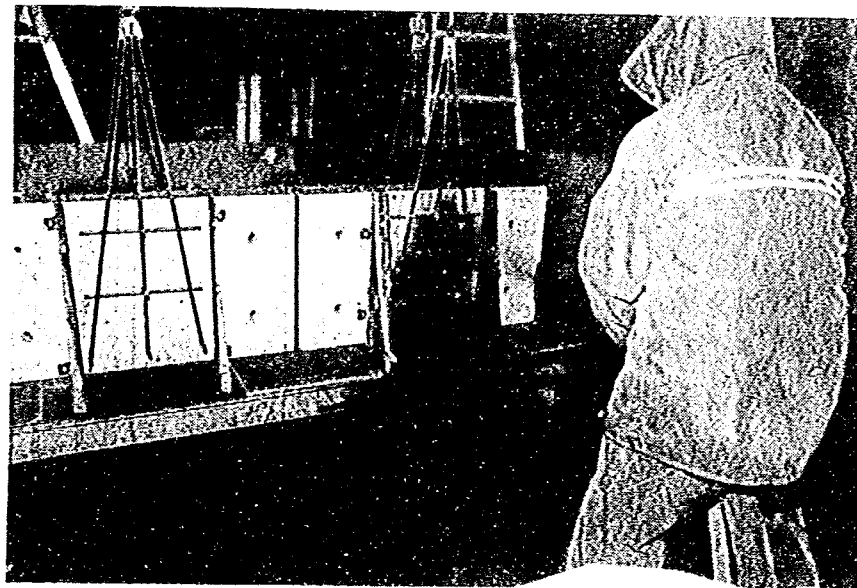


写真-2 せん断付着力試験吹付け概要（御影石）

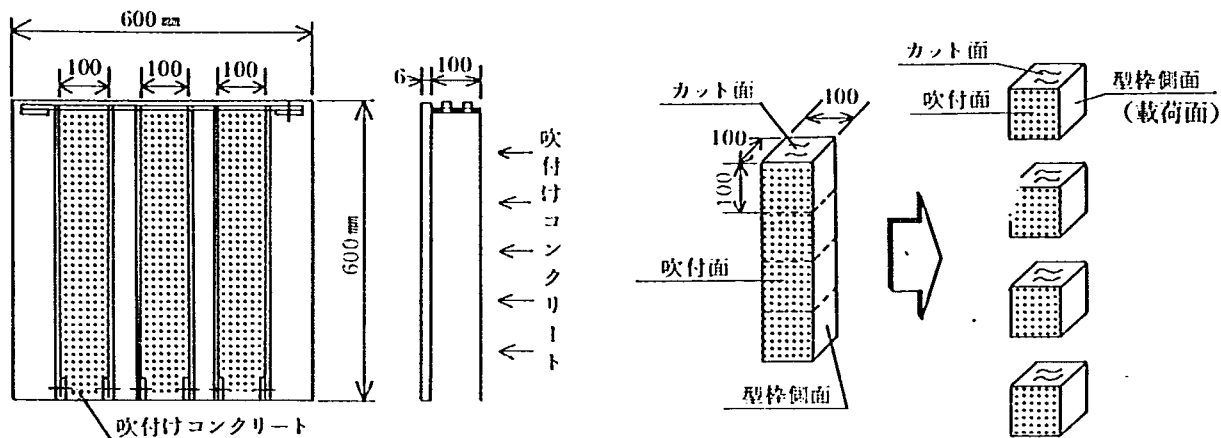


図-2 圧縮強度・引張強度用テストピース概要

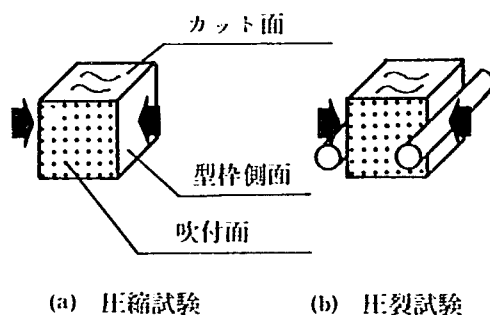


図-3 荷荷方法

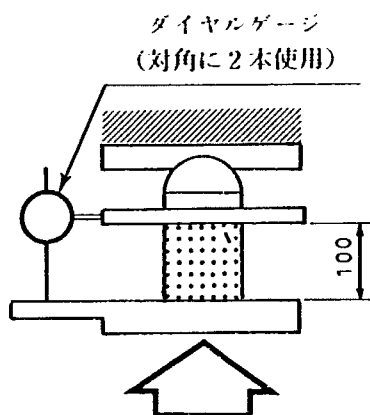


図-4 変位測定図

3 実験結果

実験の結果は巻末の資料に示すとおりである。

3.1 セン断付着強度

表-1に結果を示す。御影石では、鋼板の約3倍の強度であった。なお、大谷石では、鋼板と石材との接着方法に問題があり、有効な結果は得られなかった。

3.2 圧縮強度・引張強度・弾性係数

表-2に結果を示す。

また、ケース No.7~12に対応する結果において、図-5に材令24時間における圧縮強度と弾性係数の関係を両対数グラフにプロットして示す。弾性係数は、ダイヤルゲージによる変位測定結果より接線弾性係数として求めた。圧縮強度自身は非常にばらついているのであるが、両者はかなり良い相関が見られる。なお、図中実線は一次回帰より求めている。ケース No.13~14に対応する結果においては、両者の相関はあまりはっきりしていなかった。

表-1 セン断付着強度

(材令24hr)

鋼板 (平均)	前回報告 (ケース No. 1~6に対応)	0.44 (kgf/cm ²)
	今 回 (ケース No. 7~11に対応)	0.38
御影石	細 目	1.11
	荒 目	1.10
大 谷 石		(1.01以上) ^{a)}

表-2 圧縮強度、引張強度、弾性係数(平均)

(材令24hr)

	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
ケース No. 1~6に対応 (前回報告)	27.4	0.93	4,100
ケース No. 7~12に対応	35.9	1.94	4,060
ケース No. 13~14に対応	111.0	7.16	15,000

注) 接着剤がはがれた時の値であり、実際の強度は、この値以上を期待できる。

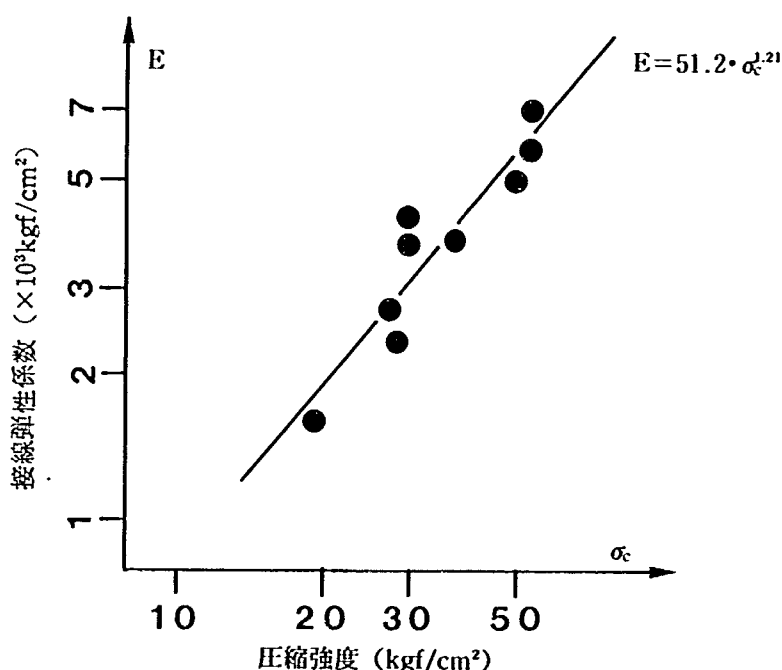


図-5 圧縮強度と接線弾性係数の関係 (材令24hr)

資 料

- I 吹付けコンクリート薄肉覆工全体模型載荷実験データ
- II 吹付けコンクリート力学的物性試験データ

I 吹付けコンクリート薄肉覆工全体模型載荷実験データ

1. 施工記録	32
2. 実験結果	
2.1 ケース No. 1	33
2.2 ケース No. 2	45
2.3 ケース No. 3	57
2.4 ケース No. 4	65
2.5 ケース No. 5	73
2.6 ケース No. 6	85
2.7 ケース No. 7	93
2.8.1 ケース No. 8 (1)	101
2.8.2 ケース No. 8 (2)	111
2.9 ケース No. 9	123
2.10 ケース No. 10	131
2.11 ケース No. 11	141
2.12.1 ケース No. 12 (1)	151
2.12.2 ケース No. 12 (2)	157
2.13 ケース No. 13	173
2.14 ケース No. 14	185

1. 施工記録

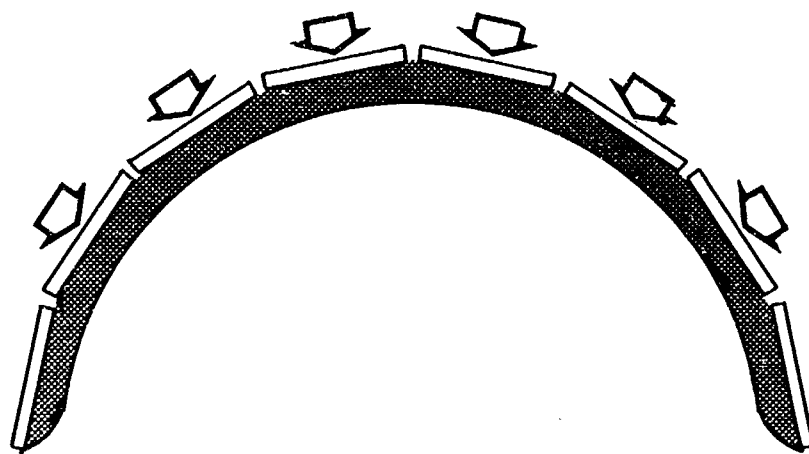
ケース No.	施工条件			材料使用量					施工記録					
	外気温 (℃)		湿度 (%)	セメント (KG)	水 (L)	細骨材 (KG)	粗骨材 (KG)	急結剤 (KG)	水セメント 比 (%)	単位セ メント量 (KG/M ³)	はね返 り率 (%)	注1) 粉じん 度	コンクリート中温度 (℃)	
	吹付時	最低											吹付直後	最低
1	—	—	90	200	113	750	500	6.0	57	293	63	少	—	—
2	6.0	—	80	180	125	675	450	5.4	69	288	56	少	—	—
3	—	—	90	200	105	750	500	6.0	53	290	62	少	—	—
4	5.0	—	84	300	150	1,125	750	9.0	50	296	62	少	—	—
5	7.0	—	85	320	140	1,200	800	9.6	44	316	62	少	—	—
6	6.0	—	80	228	100	855	570	6.8	44	298	69	少	—	—
7	2.4	-2.6	51	160	55	600	400	4.8	34	302	71	中	2.7	-1.6
8(1)	5.9	1.8	53	130	55	488	325	3.9	42	298	64	少	5.5	2.0
8(2)	2.4	2.4	82	130	45	488	325	3.9	35	302	59	中	2.6	2.5
9	5.1	3.0	85	176	68	660	440	5.3	39	300	77	少	5.3	3.7
10	4.2	0.3	70	125	51	469	313	3.8	41	299	68	少	4.4	1.7
11	5.1	3.2	85	116	50	435	290	3.5	43	298	70	少	6.5	3.6
12(1)	3.2	1.4	67	190	83	713	475	5.7	44	298	58	少	3.0	2.6
12(2)	4.7	4.7	67	175	83	656	438	5.3	47	297	55	少	6.3	4.4
13	26.7	25.5	80	80	50	300	200	2.4	63	291	51	少	26.0	26.0
14	25.2	24.7	80	90	48	338	225	2.7	53	294	56	少	26.6	26.3

注1) 目視による判断。

注2) ケースNo. 1,3,4,5,6は、他の供試体（圧縮強度用テストピース等）も同時に作成しているため、材料使用量は若干多めである。

2.1 ケース No. 1

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) 変位分布図
- (4) 歪分布図（表面 10 cm）
- (5) 破壊状況図
- (6) 破壊状況



吹付け厚さ 5.0 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ノットイ	P- 1	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	P- 6	0- 1	0- 2
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	49.14	42.86	15.33	15.27	18.33	18.59	0.06	-0.06
3	95.21	82.66	49.04	51.92	51.94	52.67	0.06	-0.08
4	141.27	128.58	95.02	97.73	100.82	102.24	0.06	-0.06
5	175.06	162.25	137.93	134.38	140.54	142.52	0.05	-0.05
6	184.27	174.50	147.12	149.65	149.71	154.91	0.06	-0.05
7	184.27	165.31	125.67	125.21	128.32	142.52	0.05	-0.08
8	233.41	214.30	177.77	177.13	180.26	195.19	0.03	-0.08
9	279.48	263.28	232.94	232.10	235.25	250.95	0.03	-0.06
10	322.47	306.14	272.79	271.81	274.97	291.23	0.03	-0.06
11	368.54	355.12	321.83	320.67	323.85	340.80	0.03	-0.06
12	371.61	352.06	306.50	305.40	308.58	331.50	0.08	-0.06
13	417.68	401.04	367.81	366.48	366.63	390.37	0.06	-0.03
14	460.68	443.90	407.65	406.18	406.35	430.65	0.08	-0.05
15	506.74	492.88	453.63	455.05	455.23	480.22	0.06	-0.05
16	552.81	538.80	499.60	500.86	501.06	526.69	0.08	-0.05
17	552.81	532.68	484.28	485.59	485.78	517.40	0.14	-0.05
18	601.95	584.72	551.71	549.72	553.80	582.46	0.11	-0.02
19	644.95	630.64	594.62	592.48	595.77	628.93	0.12	-0.02
20	694.09	679.62	637.53	635.23	638.54	669.21	0.14	-0.03
21	737.08	722.48	683.51	681.04	681.32	715.68	0.12	-0.02
22	743.23	716.36	665.11	662.72	666.04	703.29	0.14	-0.02
23	666.45	765.34	714.16	711.58	714.92	752.86	0.14	-0.02
24	829.22	808.20	760.13	760.45	760.75	802.43	0.14	0.00
25	758.58	857.18	806.11	806.26	809.64	848.90	0.12	0.00
26	875.29	860.24	812.24	812.36	815.75	852.00	0.16	0.00
27	924.43	909.23	864.34	864.28	864.63	904.67	0.14	0.00
28	924.43	903.10	845.95	845.96	846.30	892.27	0.16	0.02
29	970.49	952.08	898.86	897.88	898.24	944.94	0.16	0.02
30	1016.56	1001.07	947.10	943.69	947.12	994.51	0.16	0.03
31	1056.49	1040.86	986.94	986.44	986.84	1034.79	0.16	0.03
32	1102.55	1086.78	1035.99	1035.31	1035.72	1084.36	0.14	0.05
33	1105.63	1083.72	1023.73	1020.04	1020.45	1071.97	0.20	0.03

ソクテイ	P- 1	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	P- 6	D- 1	D- 2
34	1148.62	1129.64	11078.90	11078.06	11078.50	11130.83	0.19	0.06
35	11194.69	11178.63	11121.81	11120.82	11121.27	11174.21	0.19	0.06
36	11240.76	11224.55	11167.78	11166.63	11167.10	11220.68	0.20	0.06
37	11289.90	11276.59	11216.82	11215.49	11215.98	11270.25	0.20	0.06
38	11280.68	11261.28	11195.37	11194.12	11194.60	11251.66	0.23	0.08
39	11335.96	11316.39	11256.67	11255.20	11255.70	11313.63	0.22	0.10
40	11369.75	11356.18	11296.51	11297.95	11298.47	11357.00	0.22	0.10
41	11428.10	11411.29	11348.62	11346.82	11347.36	11406.57	0.22	0.10
42	11474.17	11457.21	11394.60	11392.63	11393.19	11453.04	0.22	0.11
43	786.22	924.53	861.28	861.23	861.57	917.06	0.22	0.11
44	147.42	128.58	58.24	58.03	61.10	111.53	1.37	-2.33

注1) ソクテイ 42回 ……破壊直前

ソクテイ 43回 ……破壊直後

ソクテイ 44回 ……落下後

注2) P-1~P-4 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.06	-0.06	0.05	0.06	-0.04	-0.04	0.04	0.02
3	-0.08	-0.08	0.06	0.08	-0.04	-0.05	0.04	0.06
4	-0.06	-0.08	0.05	0.06	-0.04	-0.05	0.04	0.05
5	-0.05	-0.06	0.03	0.06	-0.03	-0.04	0.03	-0.02
6	-0.05	-0.06	0.05	0.06	-0.04	-0.04	0.04	-0.06
7	0.08	-0.03	-0.02	0.22	0.08	-0.01	0.16	-0.43
8	0.09	-0.02	-0.02	0.22	0.09	0.00	0.15	-0.47
9	0.11	0.00	-0.05	0.21	0.10	0.00	0.14	-0.48
10	0.09	-0.02	-0.03	0.22	0.09	0.00	0.15	-0.34
11	0.11	0.00	-0.03	0.21	0.10	0.01	0.15	-0.39
12	0.12	-0.02	-0.05	0.29	0.08	-0.02	0.16	0.44
13	0.14	0.02	-0.06	0.26	0.09	-0.01	0.15	0.37
14	0.14	0.00	-0.06	0.27	0.09	-0.02	0.16	-0.15
15	0.14	0.00	-0.06	0.27	0.09	-0.01	0.15	-0.29

ワタシ	0- 3	0- 4	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10
16	0.14	0.00	-0.06	0.29	0.09	-0.02	0.16	-0.44
17	0.19	0.00	-0.10	0.32	0.08	0.06	0.17	-0.47
18	0.22	0.03	-0.13	0.31	0.10	0.09	0.15	-0.49
19	0.22	0.03	-0.11	0.32	0.09	0.08	0.15	-0.48
20	0.20	0.02	-0.11	0.34	0.08	0.07	0.16	-0.47
21	0.20	0.03	-0.11	0.32	0.09	0.08	0.16	-0.38
22	0.22	0.02	-0.13	0.39	0.17	0.06	0.17	-0.36
23	0.22	0.02	-0.13	0.39	0.16	0.06	0.17	-0.35
24	0.23	0.02	-0.15	0.39	0.17	0.05	0.20	-0.36
25	0.23	0.03	-0.15	0.39	0.18	0.06	0.26	-0.36
26	0.23	0.03	-0.13	0.37	0.08	0.06	0.27	-0.05
27	0.23	0.03	-0.15	0.37	0.08	0.06	0.27	-0.02
28	0.26	0.03	-0.16	0.45	0.17	0.06	0.28	-0.26
29	0.26	0.05	-0.16	0.45	0.17	0.07	0.28	-0.27
30	0.28	0.05	-0.16	0.47	0.18	0.08	0.28	-0.27
31	0.29	0.06	-0.18	0.47	0.18	0.09	0.28	-0.27
32	0.29	0.08	-0.16	0.48	0.18	0.10	0.28	-0.27
33	0.29	0.06	-0.15	0.55	0.16	0.08	0.29	-0.25
34	0.32	0.09	-0.18	0.55	0.19	0.09	0.28	-0.27
35	0.31	0.09	-0.16	0.56	0.28	0.14	0.28	-0.26
36	0.31	0.09	-0.16	0.58	0.27	0.14	0.29	-0.26
37	0.32	0.11	-0.16	0.61	0.27	0.14	0.29	-0.25
38	0.22	0.08	-0.18	0.63	0.26	0.12	0.29	-0.25
39	0.23	0.08	-0.18	0.63	0.27	0.13	0.29	-0.25
40	0.23	0.09	-0.18	0.66	0.27	0.13	0.34	-0.25
41	0.23	0.09	-0.18	0.67	0.38	0.13	0.40	-0.26
42	0.23	0.11	-0.18	0.69	0.38	0.13	0.39	-0.25
43	0.26	0.17	-0.10	0.87	0.48	0.34	0.61	0.03
44	-2.15	-3.58	-0.36	0.14	-0.91	-33.64	-12.03	-40.49

ソフイ	0- 11	0- 12	0- 13	0- 14	0- 15	0- 16	0-101	0-102
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	0.04	-0.04	0.06
3	-0.05	-0.07	-0.08	-0.08	-0.07	0.05	-0.05	0.08
4	-0.05	-0.05	-0.08	-0.08	-0.06	0.05	-0.05	0.08
5	-0.05	-0.03	-0.08	-0.06	-0.04	0.04	-0.03	0.06
6	-0.05	-0.05	-0.08	-0.08	-0.04	0.04	-0.04	0.08
7	-0.02	0.02	-0.14	-0.18	-0.03	0.08	-0.05	0.11
8	-0.01	0.03	-0.12	-0.18	-0.01	0.07	-0.04	0.09
9	0.00	0.05	-0.11	-0.16	0.00	0.06	-0.03	0.09
10	0.06	0.05	-0.05	-0.16	0.01	0.12	-0.04	0.09
11	0.07	0.07	-0.05	-0.14	0.03	0.11	-0.03	0.09
12	-0.06	-0.05	-0.11	-0.13	0.00	0.17	-0.05	0.14
13	-0.05	-0.02	-0.09	-0.11	0.01	0.16	-0.03	0.12
14	-0.05	-0.03	-0.11	-0.11	0.01	0.16	-0.04	0.14
15	-0.04	-0.02	-0.09	-0.11	0.01	0.16	-0.04	0.12
16	-0.05	-0.03	-0.11	-0.11	0.01	0.16	-0.04	0.14
17	0.02	0.00	-0.11	0.11	0.00	0.20	-0.05	0.17
18	0.04	0.03	-0.08	0.14	0.04	0.17	-0.03	0.14
19	0.03	0.03	-0.09	0.13	0.03	0.18	-0.03	0.14
20	0.03	0.02	-0.09	0.13	0.03	0.19	-0.04	0.17
21	0.03	0.03	-0.09	0.13	0.03	0.19	-0.04	0.16
22	0.00	0.03	-0.11	0.06	0.09	0.22	-0.05	0.20
23	0.00	0.03	-0.12	0.08	0.09	0.22	-0.05	0.20
24	0.00	0.03	-0.11	0.08	0.09	0.21	-0.05	0.20
25	0.01	0.05	-0.11	0.10	0.10	0.21	-0.05	0.19
26	0.10	0.08	-0.09	0.11	0.12	0.21	-0.05	0.19
27	0.10	0.10	-0.09	0.13	0.13	0.21	-0.05	0.19
28	0.08	0.15	-0.11	0.10	0.13	0.23	-0.05	0.22
29	0.08	0.15	-0.11	0.10	0.13	0.23	-0.05	0.22
30	0.08	0.15	-0.11	0.10	0.15	0.23	-0.07	0.22
31	0.08	0.15	-0.11	0.11	0.15	0.23	-0.08	0.22
32	0.09	0.15	-0.09	0.13	0.16	0.22	-0.09	0.22
33	0.06	0.13	-0.14	0.06	0.16	0.25	-0.12	0.26
34	0.07	0.15	-0.11	0.10	0.19	0.26	-0.11	0.23

ソケイ	0- 11	0- 12	0- 13	0- 14	0- 15	0- 16	0-101	0-102
35	0.07	0.15	-0.11	0.10	0.19	0.27	-0.12	0.23
36	0.06	0.15	-0.11	0.10	0.21	0.28	-0.12	0.23
37	0.07	0.15	-0.11	0.10	0.21	0.33	-0.13	0.25
38	0.04	0.15	-0.14	0.05	0.27	0.35	-0.13	0.28
39	0.05	0.16	-0.14	0.06	0.28	0.35	-0.13	0.26
40	0.05	0.16	-0.12	0.06	0.28	0.35	-0.15	0.26
41	0.06	0.16	-0.12	0.06	0.28	0.34	-0.17	0.26
42	0.14	0.16	-0.12	0.06	0.28	0.34	-0.16	0.26
43	0.34	0.40	0.19	0.27	0.46	0.53	-0.17	0.19
44	-22.16	-10.41	-4.10	-16.86	-18.18	-36.11	-0.12	-2.80

ソケイ	0-103	0-104	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.05	-0.05	-0.08	0.04	-0.05	-0.03	-0.07	0.07
3	-0.06	-0.06	-0.10	0.05	-0.06	-0.03	-0.08	0.08
4	-0.06	-0.06	-0.10	0.05	-0.06	-0.03	-0.08	0.08
5	-0.05	-0.05	-0.08	0.05	-0.05	-0.01	-0.05	0.13
6	-0.05	-0.06	-0.08	0.05	-0.05	-0.01	-0.07	0.13
7	-0.09	-0.19	-0.21	0.07	-0.17	-0.08	-0.07	0.03
8	-0.08	-0.18	-0.21	0.06	-0.16	-0.06	-0.07	0.05
9	-0.06	-0.18	-0.19	0.05	-0.14	-0.05	-0.05	0.00
10	-0.08	-0.18	-0.19	0.06	-0.14	-0.04	-0.03	-0.13
11	-0.08	-0.16	-0.19	0.06	-0.12	-0.03	-0.02	-0.07
12	-0.09	-0.21	-0.22	0.08	-0.12	-0.03	-0.03	-0.02
13	-0.08	-0.18	-0.21	0.06	-0.11	-0.01	-0.02	-0.03
14	-0.08	-0.19	-0.21	0.07	-0.11	-0.01	-0.02	-0.02
15	-0.08	-0.19	-0.19	0.07	-0.11	0.01	0.00	-0.02
16	-0.08	-0.19	-0.19	0.07	-0.11	0.02	0.02	-0.02
17	-0.09	-0.23	-0.24	0.09	-0.06	0.02	0.02	0.15
18	-0.06	-0.18	-0.21	0.07	-0.03	0.05	0.07	0.13
19	-0.06	-0.18	-0.19	0.07	-0.02	0.06	0.07	0.13
20	-0.08	-0.19	-0.21	0.08	-0.02	0.07	0.07	0.15
21	-0.08	-0.18	-0.19	0.07	-0.02	0.09	0.08	0.15

ノリ	0-103	0-104	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110
22	-0.11	-0.21	-0.24	0.09	0.02	0.10	0.08	0.12
23	-0.11	-0.21	-0.24	0.09	0.02	0.12	0.10	0.12
24	-0.11	-0.21	-0.22	0.09	0.03	0.15	0.13	0.12
25	-0.09	-0.19	-0.22	0.09	0.05	0.17	0.15	0.12
26	-0.11	-0.19	-0.21	0.08	0.08	0.18	0.17	0.10
27	-0.09	-0.19	-0.21	0.08	0.09	0.20	0.18	0.10
28	-0.11	-0.23	-0.24	0.10	0.14	0.23	0.22	-0.02
29	-0.11	-0.21	-0.22	0.10	0.14	0.25	0.23	0.00
30	-0.11	-0.21	-0.22	0.10	0.17	0.28	0.25	0.00
31	-0.11	-0.21	-0.21	0.10	0.19	0.31	0.28	-0.03
32	-0.11	-0.19	-0.19	0.09	0.22	0.34	0.32	-0.03
33	-0.12	-0.23	-0.22	0.11	0.25	0.35	0.30	0.15
34	-0.11	-0.19	-0.19	0.10	0.28	0.39	0.35	0.12
35	-0.11	-0.19	-0.19	0.10	0.30	0.41	0.35	0.13
36	-0.11	-0.19	-0.19	0.10	0.31	0.44	0.38	0.13
37	-0.12	-0.19	-0.17	0.10	0.33	0.47	0.40	0.13
38	-0.12	-0.21	-0.21	0.12	0.41	0.48	0.43	0.20
39	-0.12	-0.19	-0.19	0.11	0.44	0.52	0.47	0.18
40	-0.12	-0.19	-0.17	0.11	0.45	0.55	0.48	0.18
41	-0.12	-0.18	-0.17	0.11	0.48	0.57	0.50	0.18
42	-0.11	-0.18	-0.16	0.11	0.50	0.61	0.55	0.18
43	-0.16	-0.16	-0.11	0.11	0.69	0.95	0.88	0.18
44	-2.87	-5.17	-4.61	0.12	-1.81	-4.79	-15.44	0.08

ソケイ	0-111	0-112	0-113	0-114	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.04	0.06	0.08	0.06	0.05	-0.05	0.03	0.01
3	-0.05	0.10	0.10	0.08	0.08	-0.08	0.03	0.02
4	-0.05	0.10	0.11	0.08	0.06	-0.08	0.03	0.02
5	-0.04	0.10	0.10	0.06	0.05	-0.06	0.02	0.01
6	-0.04	0.10	0.11	0.08	0.06	-0.06	0.02	0.02
7	0.06	0.29	0.27	0.08	0.08	-0.09	0.06	0.03
8	0.06	0.29	0.27	0.08	0.06	-0.08	0.06	0.03
9	0.07	0.27	0.25	0.05	0.06	-0.06	0.05	0.03
10	0.10	0.32	0.29	0.06	0.08	-0.06	0.06	0.06
11	0.11	0.32	0.27	0.06	0.08	-0.06	0.06	0.06
12	0.05	0.34	0.30	0.08	0.08	-0.08	0.03	0.12
13	0.07	0.32	0.29	0.05	0.06	-0.06	0.02	0.11
14	0.06	0.34	0.30	0.06	0.08	-0.08	0.02	0.11
15	0.06	0.34	0.29	0.06	0.08	-0.08	0.03	0.11
16	0.11	0.34	0.30	0.06	0.08	-0.08	0.03	0.11
17	0.16	0.40	0.40	0.06	0.08	-0.08	0.09	0.06
18	0.18	0.35	0.37	0.03	0.05	-0.03	0.08	0.05
19	0.18	0.37	0.38	0.05	0.06	-0.05	0.09	0.05
20	0.17	0.39	0.40	0.06	0.06	-0.06	0.09	0.05
21	0.17	0.39	0.38	0.06	0.06	-0.06	0.09	0.05
22	0.16	0.45	0.46	0.14	0.10	-0.08	0.07	0.06
23	0.16	0.47	0.46	0.14	0.10	-0.08	0.07	0.06
24	0.16	0.47	0.46	0.14	0.08	-0.08	0.07	0.06
25	0.22	0.45	0.46	0.13	0.08	-0.06	0.07	0.06
26	0.27	0.47	0.46	0.14	0.10	-0.08	0.08	0.10
27	0.28	0.47	0.46	0.14	0.08	-0.06	0.08	0.10
28	0.26	0.51	0.52	0.20	0.10	-0.09	0.09	0.14
29	0.29	0.51	0.51	0.19	0.08	-0.09	0.08	0.13
30	0.38	0.51	0.52	0.19	0.08	-0.09	0.09	0.13
31	0.38	0.53	0.52	0.20	0.08	-0.09	0.09	0.13
32	0.38	0.53	0.52	0.20	0.08	-0.09	0.09	0.13
33	0.37	0.61	0.59	0.24	0.11	-0.14	0.12	0.27
34	0.43	0.59	0.57	0.22	0.10	-0.12	0.12	0.26

ノット	0-111	0-112	0-113	0-114	0-115	0-116	0-201	0-216
35	0.48	0.61	0.59	0.24	0.10	-0.12	0.12	0.26
36	0.48	0.61	0.60	0.25	0.11	-0.12	0.12	0.26
37	0.48	0.64	0.62	0.25	0.13	-0.14	0.14	0.26
38	0.47	0.67	0.68	0.28	0.14	-0.14	0.13	0.23
39	0.53	0.67	0.68	0.28	0.14	-0.14	0.14	0.23
40	0.59	0.67	0.68	0.28	0.14	-0.14	0.15	0.23
41	0.59	0.69	0.70	0.30	0.16	-0.14	0.15	0.26
42	0.59	0.71	0.71	0.30	0.16	-0.14	0.16	0.27
43	1.14	1.38	1.46	1.00	0.70	0.47	0.16	1.08
44	-21.41	-17.19	-11.16	-12.43	-9.75	-10.18	3.60	5.01

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 10 cm) 一覧表

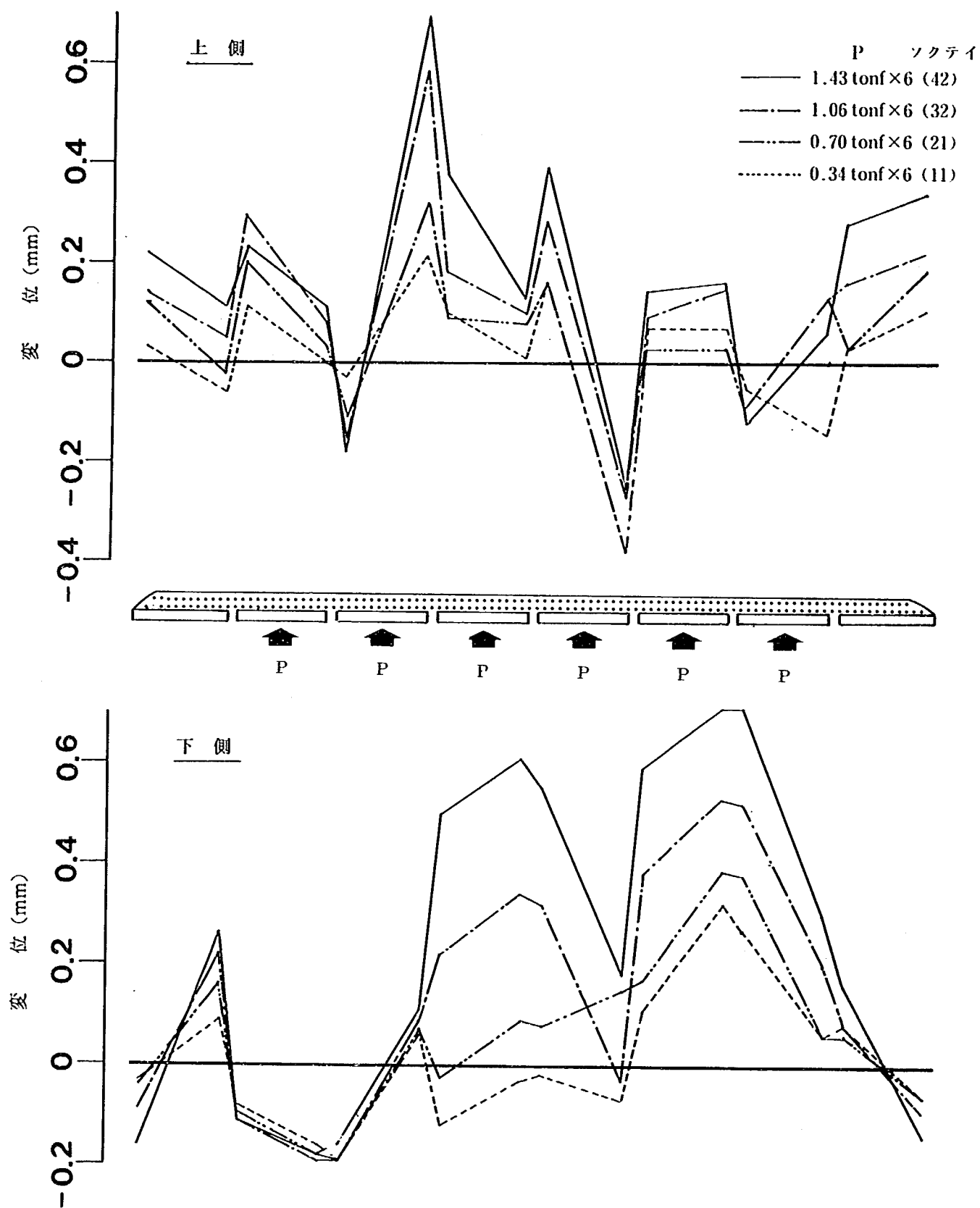
ノット	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
6	-49.9	-10.0	-30.0	30.0	-50.0	0.0	-50.1	20.0	-30.0	-40.1	-20.0	-10.0	40.0	50.0	-19.9
11	0.0	50.1	0.0	60.0	-10.0	70.1	-10.0	50.0	-10.0	-50.2	20.0	0.0	160.0	60.0	219.4
16	-10.0	30.0	10.0	240.2	-10.0	150.1	0.0	50.0	-10.0	10.0	59.9	20.1	130.0	-100.0	698.0
21	-189.6	30.0	-150.2	180.1	-70.0	109.1	-20.0	70.0	-20.0	30.1	139.9	50.2	110.0	*****	*****
27	10.0	30.0	10.0	90.1	10.0	160.1	-10.0	50.0	-20.0	50.2	169.8	60.2	140.0	*****	*****
32	39.9	60.1	40.0	260.2	60.0	150.1	20.0	70.0	10.0	80.3	199.8	80.2	140.0	*****	*****
37	20.0	40.1	40.0	120.1	0.0	100.1	40.0	100.1	30.0	100.3	279.7	120.4	160.0	*****	*****
42	0.0	40.1	10.0	-100.1	90.1	140.1	50.1	100.1	20.0	150.5	389.6	160.5	200.0	*****	*****

ノット	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
6	*****	20.0	0.0	0.0	179.2	-20.1	30.1	0.0	100.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	30.0	-30.1	-100.3	149.3	-30.1	0.0	10.0	0.0	20.1	10.0	10.0	50.2	170.4	20.0
16	29.9	50.0	-10.0	10.0	29.9	0.0	20.1	20.0	30.1	40.1	10.0	29.9	50.2	160.4	30.1
21	29.9	50.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0	30.1	20.0	-50.1	30.1	0.0	39.9	60.2	170.4	20.0
27	269.2	70.0	-10.0	10.0	39.8	20.1	40.2	50.0	-40.1	50.2	10.0	59.9	60.2	190.4	50.1
32	279.2	80.0	10.0	30.1	-10.0	70.3	0.0	90.0	-20.0	70.3	-10.0	89.8	40.2	210.5	50.1
37	-119.7	100.0	0.0	50.1	169.2	90.4	-20.1	130.0	-10.0	100.4	-20.1	99.8	90.4	220.5	70.1
42	0.0	179.9	40.2	60.2	129.4	140.6	0.0	130.0	10.0	110.4	-20.1	-69.9	-170.7	-30.1	-80.1

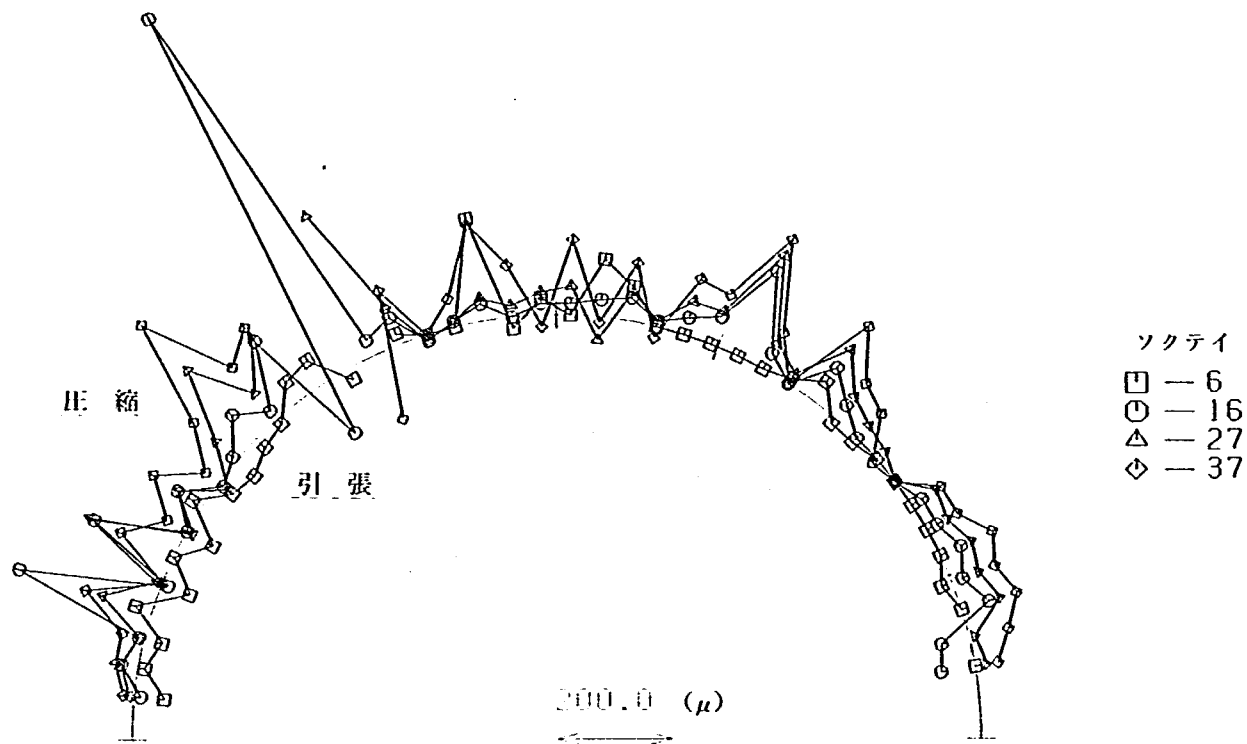
(μ)

ノット	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43	43-44
6	10.0	40.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.0	0.0	*****	0.0
11	0.0	50.0	20.0	0.0	0.0	69.6	20.0	10.0	40.0	0.0	30.0	-10.0	0.0
16	0.0	70.0	30.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	40.0	20.0	50.0	-50.2	-60.0
21	20.1	79.9	60.1	0.0	20.1	0.0	20.0	10.0	40.0	20.0	50.0	-10.0	-20.0
27	20.1	109.9	50.0	30.0	20.1	0.0	50.1	40.0	60.0	50.0	70.0	10.0	20.0
32	0.0	139.9	70.1	50.0	-10.0	0.0	70.1	60.1	70.0	60.0	80.0	40.1	30.0
37	0.0	159.9	80.1	60.0	-10.0	0.0	60.1	60.1	100.0	80.0	100.0	70.2	40.0
42	-60.3	-40.0	-140.1	-160.1	10.0	0.0	10.0	-30.0	-40.0	-60.0	-80.0	-80.3	-170.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(3) 変位分布図

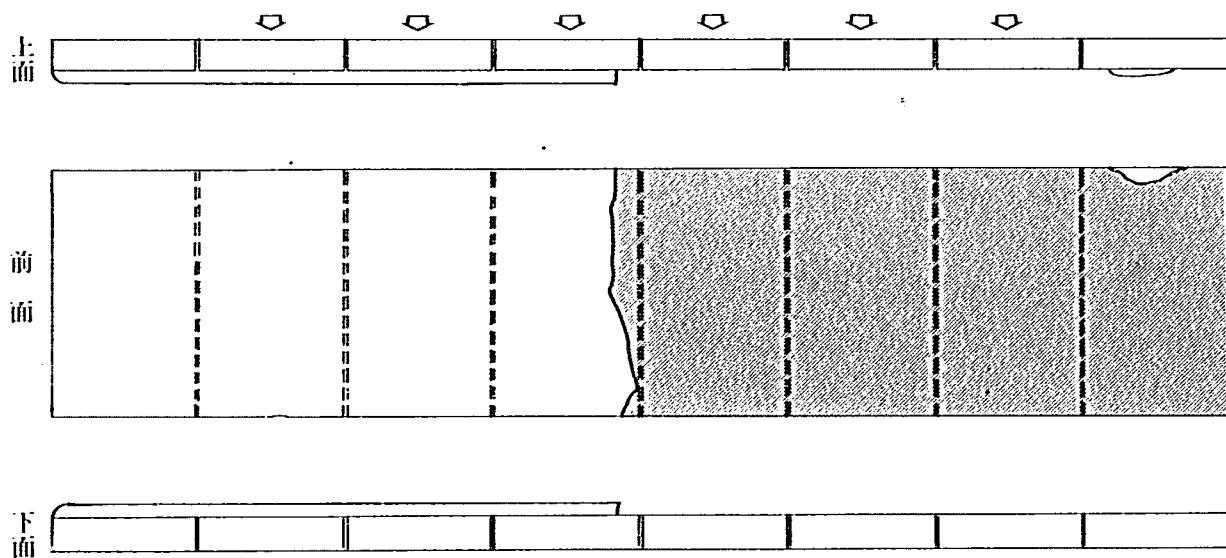


(4) 歪分布図 (表面 10 cm)

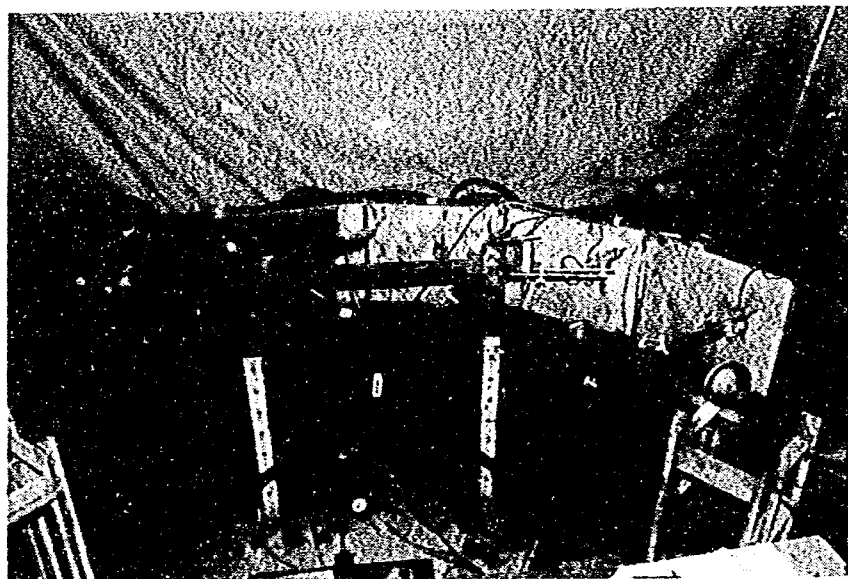
最大荷重 1.4 tonf × 6

概要：載荷途中においては、全くクラックは発見できなかった。突然、大きな音とともに右側半分が付着破壊を起こし、吹付けコンクリートは落下した。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。



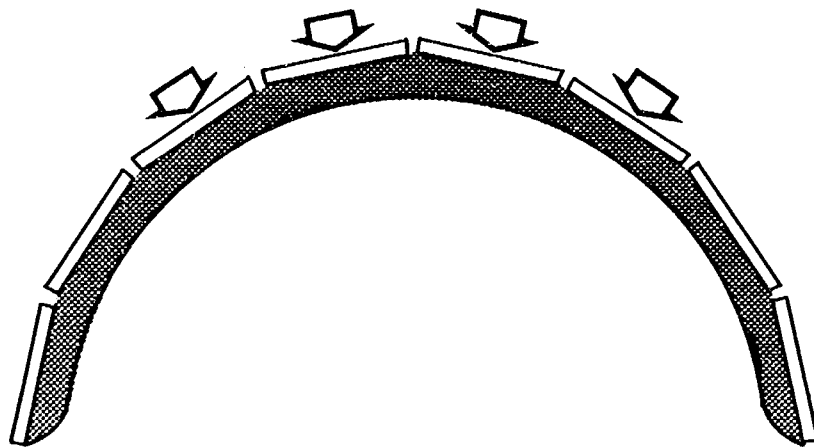
(5) 破壊状況図



(6) 破壞狀況

2.2 ケース No. 2

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 10 cm）
- (6) 歪分布図（表面 20 cm）
- (7) 破壊状況図
- (8) 最終破壊状況図
- (9) 破壊状況



吹付け厚さ 6.2 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

荷重	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	0- 1	0- 2	0- 3	0- 4
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	229.14	227.00	223.84	223.30	0.02	-0.02	-0.02	-0.02
3	461.34	460.12	456.87	455.78	0.03	-0.03	-0.02	-0.02
4	687.43	687.12	680.71	682.14	0.06	-0.03	-0.02	-0.02
5	919.62	917.18	913.75	911.56	0.06	-0.02	0.00	0.03
6	79.44	76.69	76.66	76.47	0.06	-0.06	-0.05	-0.02
7	76.38	79.76	76.66	73.41	0.09	-0.06	-0.06	-0.05
8	305.52	306.75	303.56	302.83	0.09	-0.05	-0.05	-0.03
9	375.79	377.30	374.08	373.19	0.08	-0.05	-0.03	-0.03
10	452.17	453.99	450.74	449.66	0.08	-0.05	-0.05	-0.03
11	528.55	530.68	527.40	526.13	0.08	-0.05	-0.03	-0.03
12	607.99	613.50	610.19	608.72	0.08	-0.03	-0.03	-0.03
13	684.37	687.12	680.71	679.08	0.16	-0.03	-0.05	-0.08
14	757.70	760.74	757.37	758.61	0.16	-0.02	-0.03	-0.06
15	837.13	840.50	834.03	835.08	0.16	-0.02	-0.03	-0.06
16	904.35	904.91	901.48	902.38	0.16	-0.02	-0.03	-0.06
17	989.89	990.80	987.34	984.97	0.30	-0.02	-0.05	-0.08
18	1060.16	1064.42	1057.86	1058.38	0.28	0.00	-0.03	-0.06
19	1136.55	1141.11	1134.52	1134.86	0.28	0.00	-0.03	-0.06
20	1209.87	1211.66	1205.04	1208.27	0.28	0.00	-0.03	-0.06
21	1298.47	1300.62	1297.03	1296.98	0.34	0.02	-0.03	-0.06
22	1368.74	1374.24	1367.56	1367.33	0.33	0.03	-0.03	-0.06
23	1448.18	1450.93	1447.28	1449.92	0.34	0.02	-0.03	-0.06
24	1530.67	1530.68	1523.94	1523.34	0.34	0.03	-0.03	-0.05
25	1591.77	1595.10	1588.33	1587.57	0.34	0.03	-0.03	-0.08
26	1674.27	1687.12	1677.25	1676.28	0.33	0.05	-0.03	-0.08
27	1759.81	1760.75	1753.91	1752.76	0.33	0.03	-0.03	-0.08
28	1833.14	1834.36	1827.50	1826.17	0.33	0.05	-0.02	-0.06

ソクテイ	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4
29	1906.46	1907.99	1901.09	1902.64	0.36	0.03	-0.03	-0.08
30	1985.90	1987.74	1980.81	1982.17	0.36	0.03	-0.03	-0.08
31	2065.34	2064.43	2057.47	2055.59	0.34	0.05	-0.02	-0.06
32	1802.59	2144.18	2131.06	2132.06	0.34	0.03	0.00	-0.05
33	-109.99	-107.36	-113.45	-113.18	0.55	0.14	0.09	0.11

注1) ソクテイ 31 回 ……破壊直前

ソクテイ 32 回 ……計測終了とほぼ同時に破壊

ソクテイ 33 回 ……落下後

注2) P-2~P-5 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソフタイ	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.03	-0.01	-0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.02
3	0.05	0.10	0.09	0.07	0.02	0.02	-0.02	-0.03
4	0.11	0.26	0.18	0.15	0.22	0.09	-0.04	-0.05
5	0.18	0.45	0.38	0.43	0.46	0.14	-0.04	-0.08
6	0.15	0.47	0.37	0.32	0.37	0.16	0.00	-0.07
7	0.13	0.50	0.36	0.31	0.38	0.15	-0.05	-0.05
8	0.11	0.48	0.36	0.32	0.37	0.15	-0.05	-0.03
9	0.10	0.48	0.37	0.41	0.39	0.14	-0.04	-0.03
10	0.10	0.48	0.37	0.41	0.47	0.14	-0.04	-0.03
11	0.10	0.50	0.37	0.41	0.48	0.15	-0.04	-0.02
12	0.11	0.51	0.37	0.41	0.47	0.15	-0.04	-0.02
13	0.08	0.58	0.45	0.48	0.60	0.25	0.01	0.03
14	0.06	0.58	0.46	0.49	0.60	0.24	0.05	0.05
15	0.06	0.59	0.46	0.49	0.59	0.24	0.05	0.05
16	0.08	0.63	0.46	0.58	0.60	0.24	0.04	0.05
17	0.06	0.84	0.64	0.73	0.84	0.46	0.12	0.18
18	0.05	0.85	0.64	0.74	0.84	0.48	0.13	0.18
19	0.06	0.88	0.75	0.74	0.94	0.45	0.13	0.20
20	0.06	0.92	0.75	0.83	0.94	0.46	0.13	0.18
21	0.08	1.06	0.83	1.00	1.17	0.58	0.21	0.18
22	0.06	1.08	0.95	1.01	1.17	0.55	0.22	0.20
23	0.10	1.14	0.94	1.10	1.28	0.55	0.21	0.18
24	0.10	1.17	1.05	1.10	1.28	0.60	0.22	0.20
25	0.10	1.32	1.14	1.37	1.51	0.84	0.39	0.26
26	0.10	1.35	1.14	1.37	1.53	0.84	0.40	0.26
27	0.11	1.38	1.25	1.37	1.60	0.84	0.40	0.25
28	0.11	1.43	1.25	1.47	1.71	0.87	0.40	0.26
29	0.11	1.59	1.45	1.74	1.94	1.06	0.58	0.38
30	0.11	1.61	1.45	1.74	1.94	1.13	0.59	0.30
31	0.11	1.64	1.45	1.91	2.04	1.13	0.61	0.30
32	0.13	1.67	1.56	1.84	2.04	1.12	0.69	0.31
33	0.44	3.81	4.15	6.02	6.71	8.21	7.46	7.08

ソフティ	0-13	0-14	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.02	0.00	0.00	-0.01	0.02	-0.02	-0.02
3	-0.03	-0.02	0.00	0.10	-0.02	0.03	-0.05	-0.02
4	-0.05	-0.03	-0.03	0.12	-0.08	0.05	-0.08	-0.03
5	-0.08	-0.08	-0.03	0.13	-0.10	0.05	-0.09	0.00
6	-0.11	-0.14	-0.06	0.02	-0.05	0.05	-0.11	-0.03
7	-0.15	-0.19	-0.04	0.00	-0.04	0.06	-0.11	-0.03
8	-0.14	-0.18	-0.04	0.00	-0.04	0.06	-0.11	-0.03
9	-0.14	-0.16	-0.03	-0.01	-0.03	0.06	-0.11	-0.03
10	-0.12	-0.16	-0.03	-0.01	-0.03	0.05	-0.11	-0.03
11	-0.14	-0.16	-0.03	0.00	-0.03	0.05	-0.09	-0.03
12	-0.12	-0.16	-0.01	-0.01	-0.03	0.05	-0.11	-0.02
13	-0.14	-0.19	0.03	-0.01	-0.03	0.09	-0.14	-0.02
14	-0.12	-0.18	0.04	-0.02	-0.04	0.08	-0.12	0.00
15	-0.11	-0.16	0.04	-0.02	-0.06	0.08	-0.12	0.00
16	-0.12	-0.18	0.04	-0.02	-0.08	0.08	-0.12	0.00
17	-0.15	-0.25	0.06	-0.05	-0.14	0.14	-0.14	-0.02
18	-0.14	-0.25	0.07	-0.05	-0.13	0.14	-0.14	0.00
19	-0.14	-0.24	0.09	-0.06	-0.13	0.14	-0.14	0.00
20	-0.14	-0.24	0.09	-0.06	-0.13	0.12	-0.12	0.02
21	-0.17	-0.29	0.12	-0.07	-0.13	0.19	-0.16	0.02
22	-0.15	-0.29	0.12	-0.07	-0.13	0.17	-0.16	0.02
23	-0.17	-0.29	0.12	-0.07	-0.13	0.19	-0.16	0.03
24	-0.17	-0.29	0.12	-0.07	-0.13	0.17	-0.16	0.05
25	-0.20	-0.29	0.09	-0.18	-0.13	0.22	-0.16	0.08
26	-0.19	-0.27	0.09	-0.18	-0.13	0.20	-0.16	0.08
27	-0.19	-0.27	0.09	-0.19	-0.13	0.20	-0.14	0.10
28	-0.19	-0.27	0.10	-0.19	-0.13	0.22	-0.14	0.11
29	-0.23	-0.32	0.12	-0.10	-0.13	0.23	-0.17	0.14
30	-0.23	-0.32	0.13	-0.11	-0.12	0.23	-0.16	0.16
31	-0.22	-0.30	0.13	-0.11	-0.13	0.22	-0.16	0.18
32	-0.22	-0.30	0.13	-0.11	-0.16	0.23	-0.14	0.19
33	5.49	4.38	2.89	4.90	-0.24	0.08	-0.33	-0.03

ワタシ	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
3	0.02	0.02	0.12	0.15	0.13	0.10	0.04	0.03
4	0.02	0.04	0.27	0.37	0.37	0.28	0.12	0.06
5	0.06	0.05	0.55	0.79	0.78	0.58	0.32	0.06
6	0.03	0.06	0.36	0.59	0.60	0.50	0.18	0.21
7	0.00	0.06	0.37	0.68	0.65	0.50	0.17	0.26
8	0.00	0.06	0.37	0.71	0.67	0.52	0.17	0.26
9	0.02	0.05	0.41	0.74	0.70	0.52	0.18	0.24
10	0.02	0.05	0.44	0.78	0.73	0.53	0.20	0.24
11	0.02	0.06	0.45	0.81	0.77	0.57	0.29	0.26
12	0.03	0.05	0.48	0.85	0.82	0.58	0.29	0.26
13	-0.03	0.07	0.51	0.92	0.88	0.75	0.26	0.37
14	-0.02	0.07	0.56	0.97	0.93	0.75	0.27	0.35
15	0.00	0.06	0.61	1.02	0.98	0.77	0.38	0.35
16	0.00	0.06	0.64	1.06	1.02	0.78	0.38	0.35
17	-0.08	0.09	0.78	1.20	1.23	1.03	0.45	0.56
18	-0.06	0.09	0.84	1.24	1.28	1.05	0.46	0.55
19	-0.05	0.08	0.89	1.31	1.33	1.07	0.46	0.55
20	-0.03	0.09	0.94	1.38	1.40	1.12	0.56	0.56
21	-0.05	0.10	1.08	1.61	1.60	1.32	0.66	0.64
22	-0.03	0.10	1.12	1.66	1.63	1.33	0.66	0.63
23	-0.02	0.10	1.20	1.75	1.73	1.42	0.66	0.64
24	0.02	0.10	1.26	1.82	1.82	1.45	0.78	0.63
25	0.03	0.11	1.44	2.15	2.13	1.80	0.87	0.88
26	0.03	0.11	1.48	2.20	2.18	1.80	0.98	0.87
27	0.06	0.11	1.54	2.26	2.25	1.83	0.98	0.88
28	0.08	0.11	1.61	2.34	2.32	1.87	0.98	0.88
29	0.11	0.12	1.83	2.68	2.63	2.17	1.18	1.01
30	0.13	0.11	1.87	2.73	2.70	2.20	1.29	1.01
31	0.16	0.11	1.93	2.79	2.75	2.23	1.30	1.00
32	0.16	0.11	1.98	2.86	2.82	2.28	1.30	1.01
33	-0.05	0.12	1.44	2.12	2.07	1.30	-0.01	-0.03

ノリイ	0-113	0-114	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.00
3	0.05	0.02	0.03	-0.02	0.03	-0.01
4	0.11	0.06	0.08	-0.03	0.07	-0.01
5	0.21	0.11	0.14	0.02	0.10	-0.02
6	0.25	0.14	0.13	-0.02	-0.10	-0.01
7	0.30	0.14	0.13	0.02	-0.12	-0.01
8	0.30	0.14	0.13	0.02	-0.12	-0.01
9	0.29	0.13	0.11	0.03	-0.13	-0.01
10	0.29	0.13	0.11	0.03	-0.13	-0.01
11	0.30	0.13	0.13	0.03	-0.12	-0.01
12	0.30	0.13	0.13	0.03	-0.11	-0.01
13	0.30	0.16	0.14	0.06	0.00	-0.02
14	0.30	0.14	0.14	0.06	0.00	-0.02
15	0.30	0.14	0.14	0.08	0.01	-0.02
16	0.30	0.16	0.14	0.08	0.02	-0.02
17	0.51	0.24	0.19	0.14	0.06	0.02
18	0.51	0.24	0.21	0.15	0.05	0.02
19	0.52	0.24	0.21	0.17	0.05	0.02
20	0.52	0.25	0.22	0.17	0.06	0.03
21	0.65	0.30	0.27	0.20	0.07	-0.01
22	0.65	0.30	0.27	0.21	0.07	-0.01
23	0.67	0.33	0.29	0.21	0.09	-0.01
24	0.67	0.33	0.30	0.23	0.09	-0.01
25	0.79	0.36	0.32	0.28	0.12	-0.02
26	0.79	0.36	0.34	0.29	0.12	-0.02
27	0.81	0.38	0.34	0.31	0.13	-0.02
28	0.81	0.38	0.35	0.32	0.14	-0.02
29	0.91	0.44	0.43	0.38	0.20	-0.02
30	0.92	0.44	0.43	0.41	0.20	-0.02
31	0.91	0.44	0.45	0.43	0.20	-0.02
32	0.92	0.46	0.46	0.44	0.21	-0.02
33	0.60	1.62	4.23	2.57	-0.09	-5.51

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	0.0	-50.0	-50.1	-10.0	40.1	100.0	80.2	40.0	80.1	110.2	90.0	60.2	190.0	290.3	380.3
12	150.2	179.9	180.4	210.2	220.6	300.0	290.6	260.1	330.4	320.5	369.9	310.9	440.1	570.5	660.6
16	0.0	20.0	-10.0	70.1	100.3	160.0	110.2	130.0	220.3	210.3	270.0	270.8	380.1	520.5	600.5
20	-10.0	-50.0	-50.1	80.1	100.3	200.0	170.3	170.0	250.3	320.5	299.9	230.7	400.1	540.5	690.6
24	350.6	749.4	350.7	400.3	200.5	400.0	350.7	350.1	430.6	520.7	469.9	421.2	770.2	910.8	1120.9
28	30.0	10.0	40.1	120.1	180.5	210.0	250.5	240.0	380.5	470.7	379.9	331.0	580.1	730.7	1030.9

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
5	180.3	90.0	90.0	119.9	70.1	100.0	20.0	250.2	280.4	259.6	140.1	180.3	160.0	100.2	199.8
12	420.7	369.9	340.1	349.8	390.5	260.0	240.2	450.3	570.9	499.3	400.3	450.7	350.0	340.8	429.5
16	340.5	289.9	290.0	319.8	330.4	200.0	120.1	410.3	430.7	479.3	770.6	380.6	300.0	250.6	379.6
20	330.5	499.9	250.0	849.5	580.8	120.0	50.0	280.2	200.3	569.2	360.3	390.6	310.0	250.6	469.5
24	540.9	499.9	640.1	539.7	390.5	210.0	120.1	470.3	580.9	738.9	560.5	540.8	380.0	370.9	889.0
28	520.8	389.9	460.1	349.8	320.4	60.0	-60.1	430.3	600.9	709.0	490.4	520.8	320.0	340.8	889.0

(μ)

ポイント	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43	43-44
5	330.5	379.6	0.0	0.0	350.1	240.0	209.5	80.2	40.1	40.0	30.0	-9.9	-30.1
12	591.0	659.3	140.3	230.3	610.2	500.0	439.0	311.0	270.7	249.9	230.3	248.7	360.8
16	570.9	639.4	190.4	270.3	620.2	450.0	429.0	230.7	130.3	189.9	160.2	258.6	631.4
20	711.1	789.2	370.9	400.5	700.2	540.0	488.9	170.5	180.5	199.9	*****	*****	420.9
24	991.6	1178.8	832.0	830.9	980.3	710.0	728.3	300.9	230.6	239.9	*****	*****	240.5
28	1051.7	1268.7	1002.4	780.9	980.3	690.0	678.5	210.7	130.3	149.9	*****	*****	160.4

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

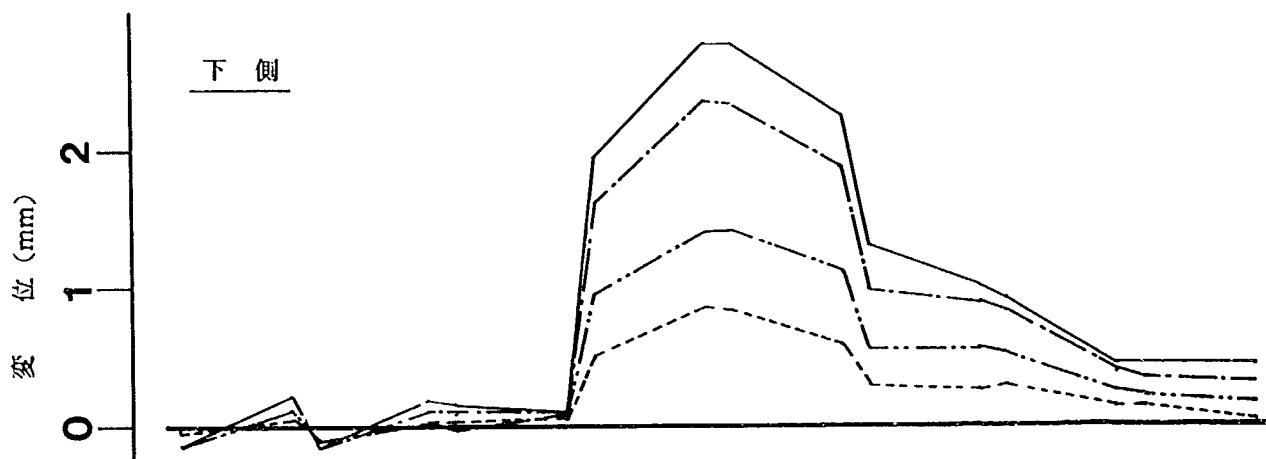
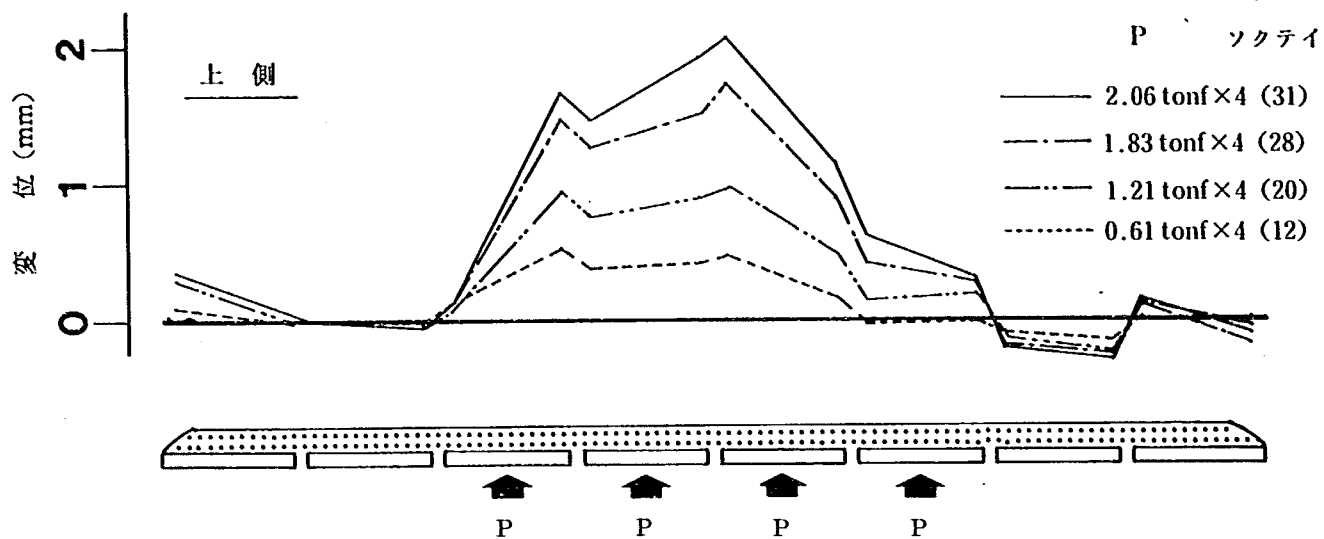
(3) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表

ポイント	1- 3	3- 5	5- 7	7- 9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-25	25-27	27-29	29-31
5	40.0	15.0	-5.0	120.2	-5.0	-5.0	300.4	*****	130.2	110.2	65.1	135.2	220.4	-355.9	155.4
12	50.1	60.1	10.0	180.4	10.0	5.0	490.7	*****	345.6	140.3	115.1	265.5	315.6	-330.8	-260.6
16	110.1	75.2	10.0	200.4	0.0	-10.0	430.6	*****	525.9	130.3	115.1	220.4	335.6	-325.8	-255.6
20	40.0	50.1	20.0	200.4	10.0	15.0	465.6	*****	290.5	155.3	60.0	305.6	440.8	-295.7	-165.4
24	265.3	265.6	220.5	410.8	220.5	210.5	766.0	*****	480.8	350.7	270.2	490.9	701.3	-85.2	35.1
28	75.1	85.2	50.1	265.5	40.1	40.1	705.9	*****	445.7	160.3	110.1	480.9	656.2	-265.7	-125.3

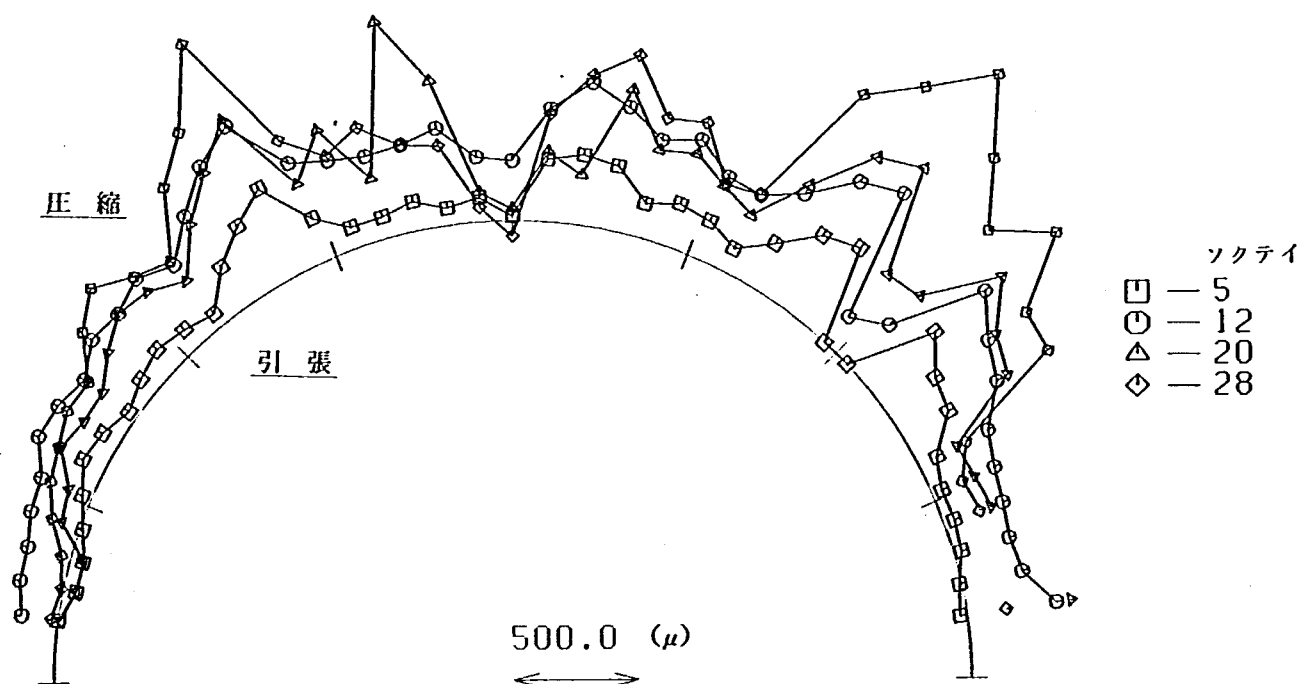
(μ)

ポイント	31-33	33-35	35-37	37-39	39-41	41-43
5	345.2	-5.0	270.2	0.0	0.0	0.0
12	475.3	5.0	375.2	5.0	10.0	-69.8
16	490.3	0.0	420.3	5.0	5.0	59.9
20	645.5	*****	5.0	15.0	25.1	69.8
24	875.6	*****	610.4	230.5	220.5	64.8
28	1270.9	*****	920.6	45.1	45.1	-164.6

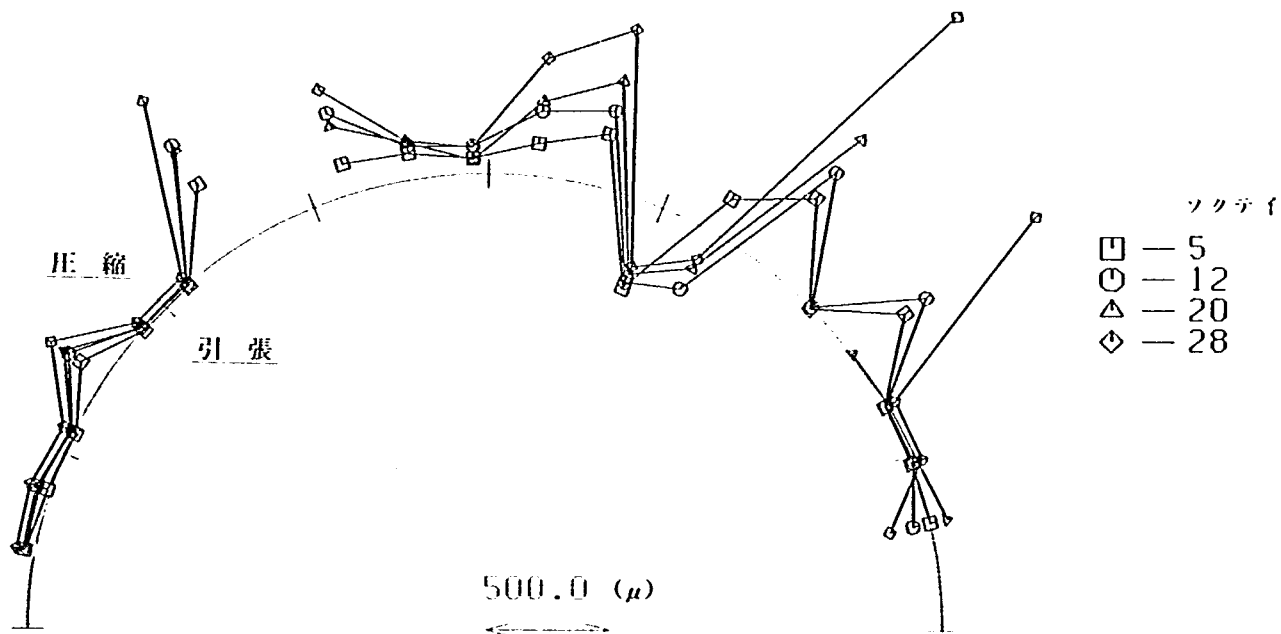
注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



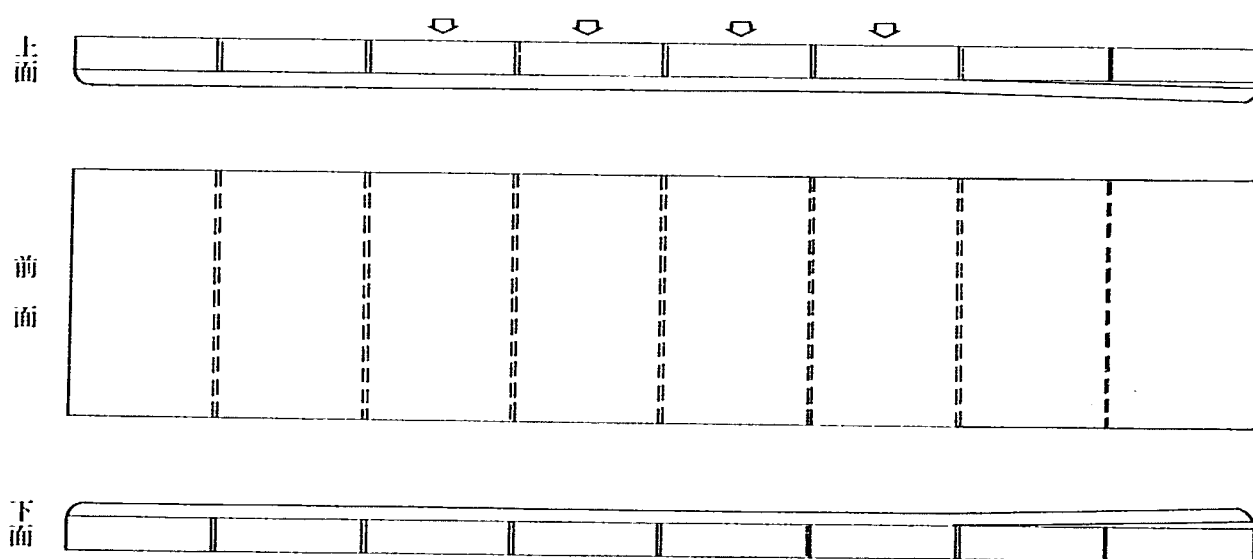
(5) 歪分布図 (表面 10 cm)



(6) 歪分布図 (表面 20 cm)

最大荷重 2.1 tonf×4

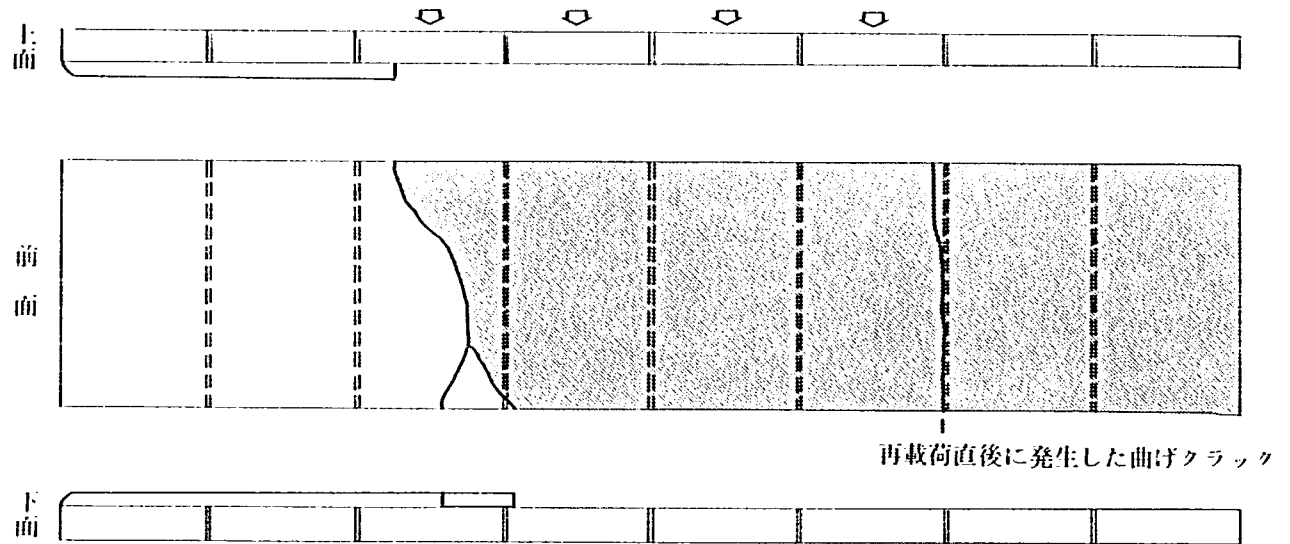
概要：載荷途中においては、全くクラックは発見できなかった。最大荷重時、右側部分で付着破壊を起こした。



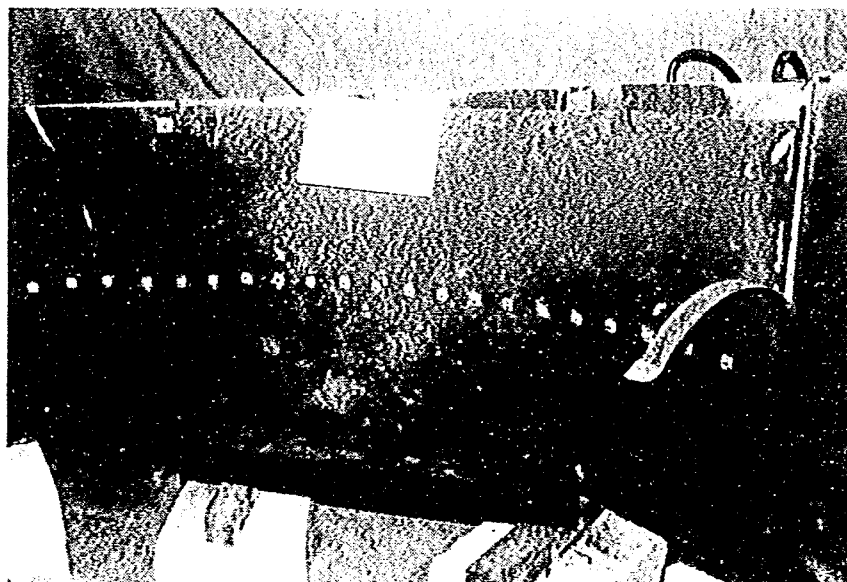
(7) 破壊状況図

概要：最大荷重に達した後、再載荷を行った。荷重はほとんど0で、耐力は有していない。再載荷直後右側に曲げクラックが発生し、右2枚の吹付けコンクリートが落下した。次に、左側部に曲げクラックが発生し、中央部の吹付けコンクリートも落下した。

注：斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。



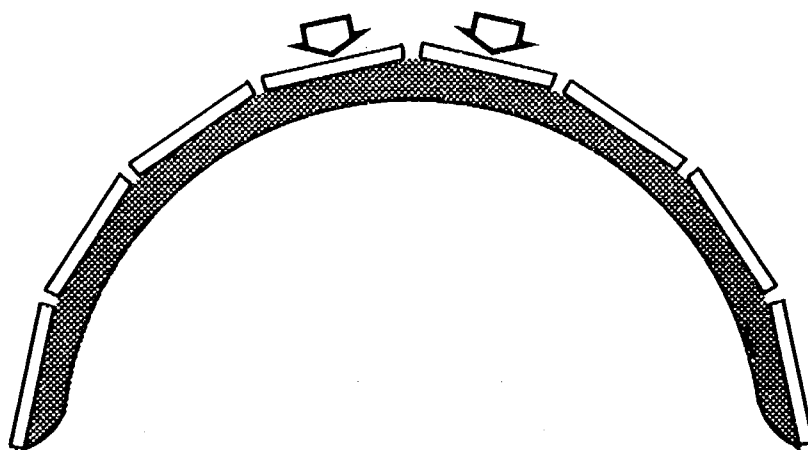
(8) 最終破壊状況図



(9) 破壊状況

2.3 ケース No. 3

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 10 cm）
- (6) 歪分布図（表面 20 cm）
- (7) 破壊状況図
- (8) 破壊状況



吹付け厚さ 5.0 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 3	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	437.41	-49.08	0.03	-0.02	-0.02	-0.05	0.05	0.29
3	948.76	441.72	0.03	0.02	0.02	-0.05	0.03	0.29
4	1416.98	914.12	0.05	0.05	0.03	-0.05	0.03	0.31
5	1959.13	1435.59	0.06	0.06	0.05	-0.03	0.03	0.34
6	2415.02	1907.99	0.14	0.13	0.14	-0.06	0.06	0.55
7	2858.60	2355.84	0.14	0.13	0.12	-0.06	0.05	0.66
8	3339.14	2828.24	0.20	0.16	0.15	-0.11	0.37	1.19
9	-18.48	-515.34	0.05	0.26	0.26	0.27	-18.41	-4.79

注1) ソクテイ 8回……………破壊直前

ソクテイ 9回……………破壊直後

注2) P-3, P-4 ……………荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……………変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12	D- 13	D- 14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	0.16	0.13	0.02	-0.10	-0.02	-0.05	-0.05
3	0.30	0.27	0.24	0.09	0.00	0.00	-0.05	-0.05
4	0.30	0.45	0.44	0.10	0.00	0.00	-0.05	-0.02
5	0.41	0.77	0.76	0.20	0.10	0.02	-0.05	-0.02
6	0.82	1.26	1.31	0.41	0.05	0.02	-0.11	-0.10
7	1.04	1.93	1.94	0.61	0.24	0.03	-0.11	-0.08
8	1.98	3.55	3.41	1.17	0.52	0.05	-0.11	-0.10
9	-23.53	-16.46	-17.70	-37.56	-19.86	0.81	-0.12	-0.14

ワタチ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	0.02	-0.02	0.05	-0.03	-0.06	-0.06	0.02
3	0.00	0.01	-0.02	0.03	-0.05	-0.10	-0.11	0.02
4	0.01	0.04	-0.02	0.03	-0.06	-0.13	-0.14	0.02
5	0.03	0.10	-0.07	0.03	-0.08	-0.16	-0.17	0.02
6	0.07	0.11	-0.05	0.14	-0.09	-0.23	-0.27	0.04
7	0.10	0.11	-0.11	0.12	-0.09	-0.19	-0.25	0.04
8	0.10	0.20	-0.11	0.12	-0.09	-0.26	-0.25	0.04
9	0.01	0.20	-0.17	0.16	-0.08	0.00	0.02	0.04

ワタチ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.23	0.24	0.27	0.05	-0.04	0.02	0.03	0.03
3	0.39	0.50	0.50	0.15	0.06	0.00	0.00	0.02
4	0.56	0.78	0.80	0.30	0.08	-0.03	-0.02	0.02
5	0.80	1.23	1.27	0.57	0.28	-0.03	-0.02	0.02
6	1.11	1.99	2.02	1.00	0.47	0.08	0.06	0.13
7	1.50	2.81	2.82	1.35	0.69	0.10	0.08	0.14
8	2.67	4.71	4.65	2.17	1.13	0.19	0.16	0.20
9	35.76	-9.99	-14.02	-15.82	5.37	0.24	0.05	0.05

ワタチ	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.03	-0.02	0.07	0.05
3	0.02	-0.03	0.07	0.05
4	0.03	-0.02	0.07	0.05
5	0.03	-0.02	0.07	0.12
6	0.08	-0.02	0.25	0.13
7	0.11	0.02	0.25	0.13
8	0.16	0.05	0.25	0.19
9	0.00	0.05	0.04	-0.10

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	20.0	60.0	60.1	50.1	30.0	129.9	70.0	40.0	-60.0	-30.0	-710.5	620.4	509.0	1481.7	940.5

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
5	-179.8	-50.0	-220.1	90.0	190.2	40.1	-240.0	-40.0	79.9	190.1	-30.0	60.1	349.7	900.7	409.5

(μ)

ポイント	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43	43-44
5	320.4	350.1	120.0	210.1	50.0	-20.0	60.0	-20.0	20.0	40.0	-50.1	170.1	10.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

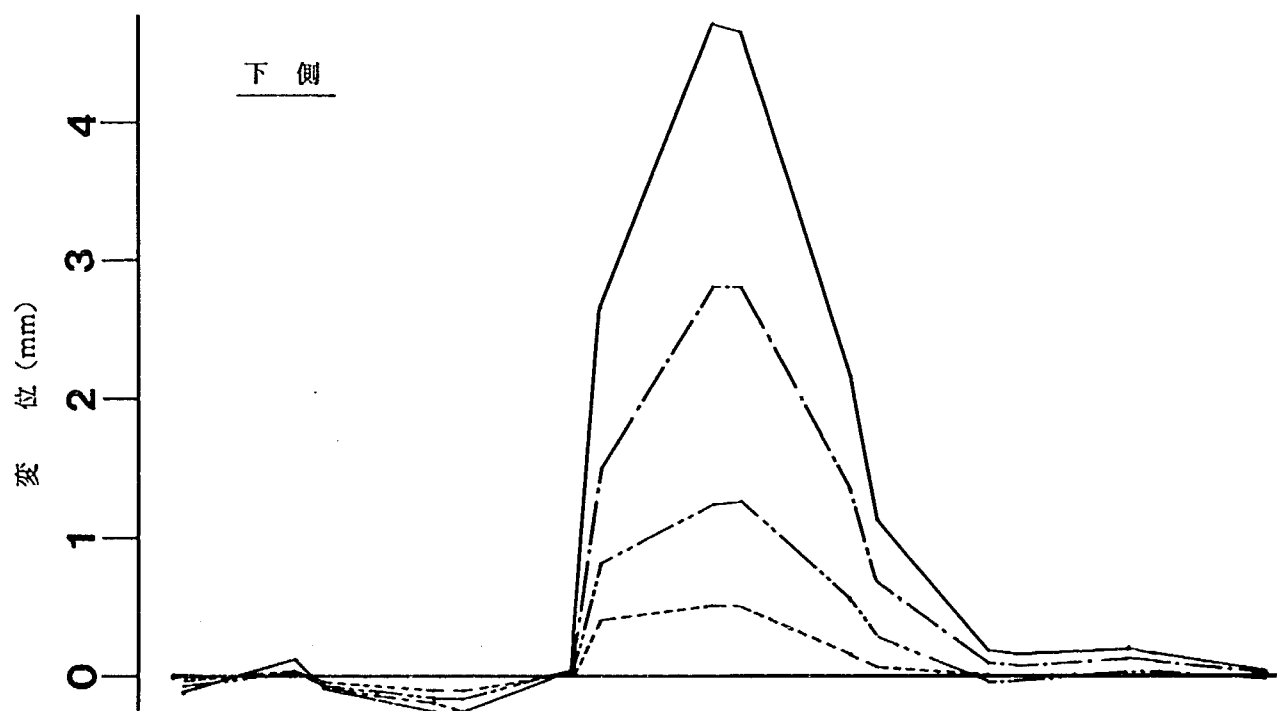
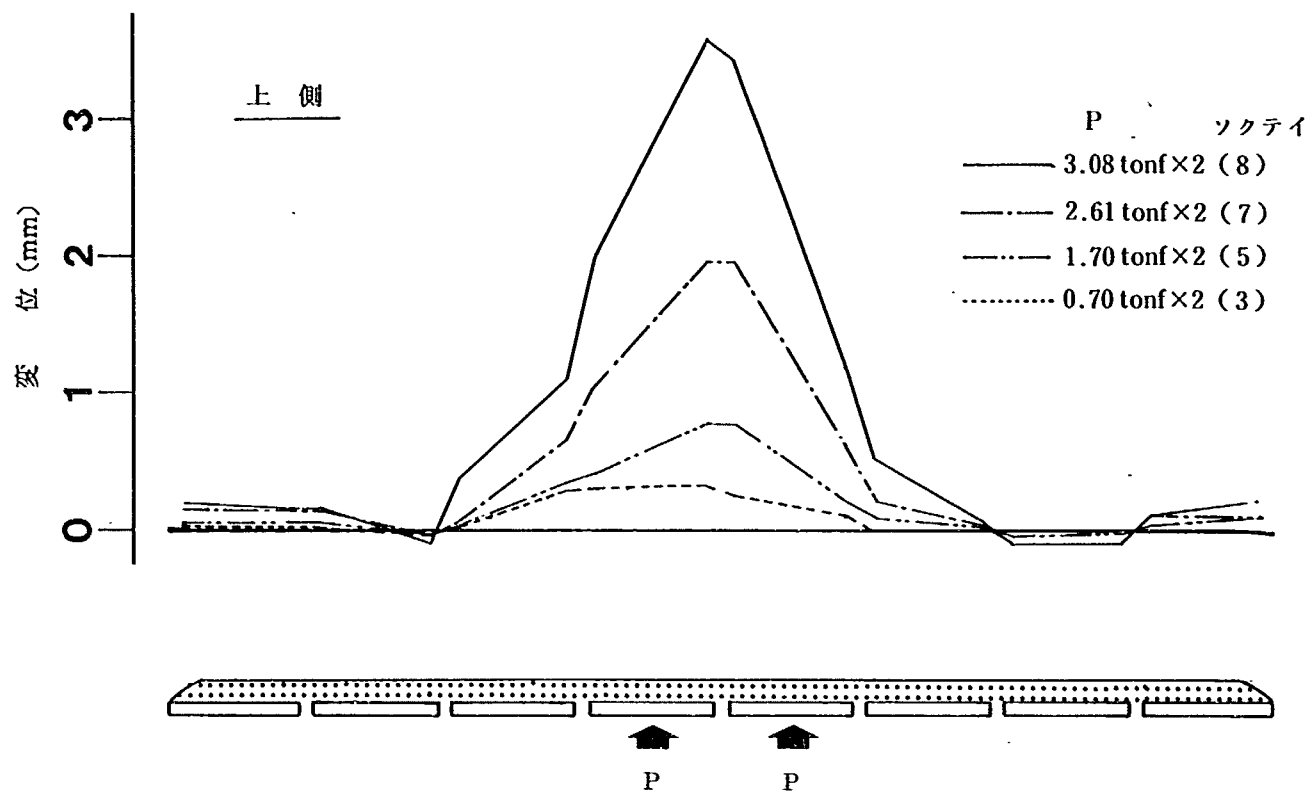
(3) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表

ポイント	1- 3	3- 5	5- 7	7- 9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-25	25-27	27-29	29-31
5	-60.0	*****	-60.1	*****	-75.2	340.5	915.3	340.3	-120.1	-25.0	*****	-150.0	75.1	140.3	550.6

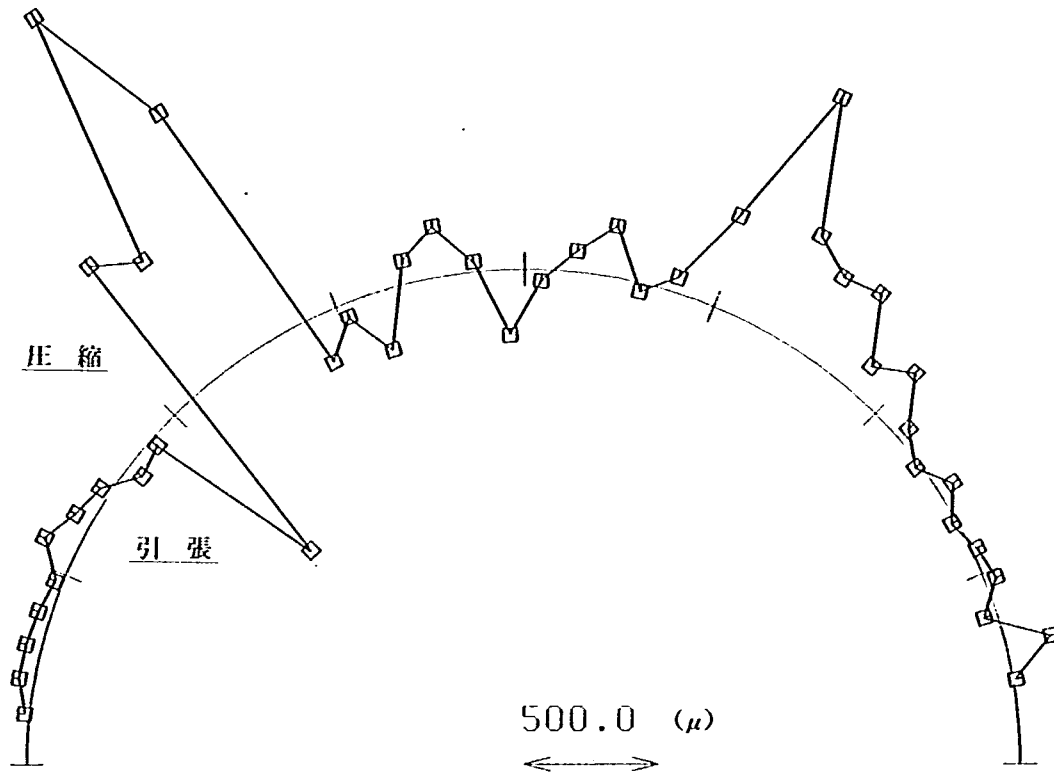
(μ)

ポイント	31-33	33-35	35-37	37-39	39-41	41-43
5	0.0	10.0	-90.1	-65.1	-20.0	-50.1

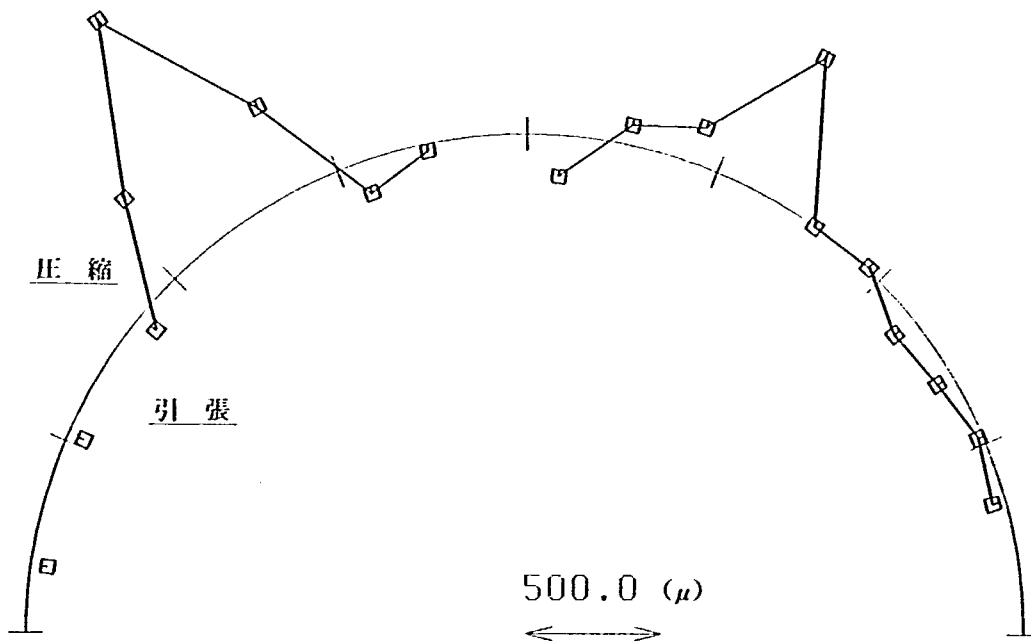
注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



(5) 歪分布図 (表面 10 cm)

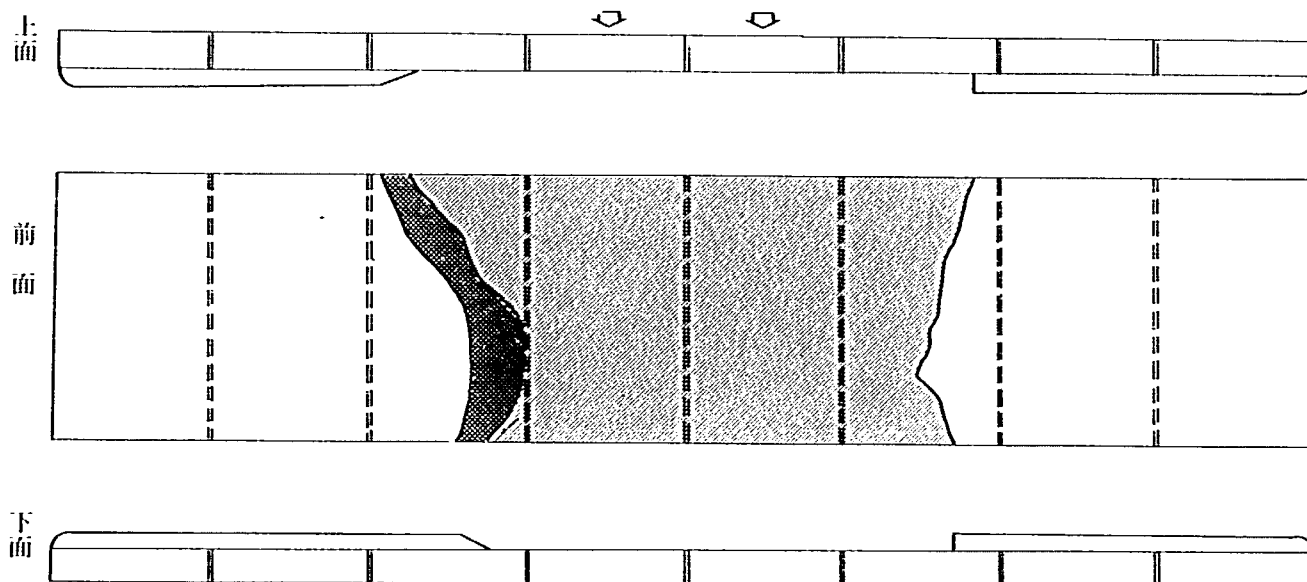


(6) 歪分布図 (表面 20 cm)

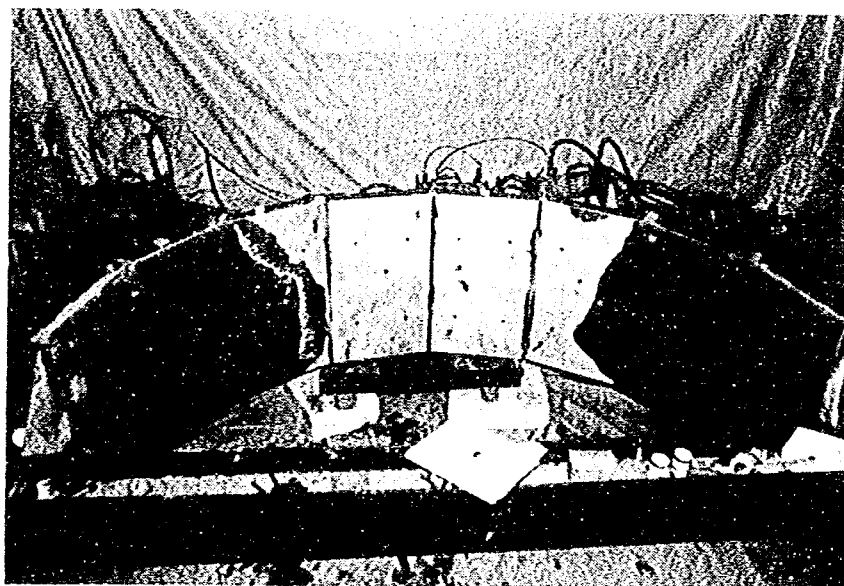
最大荷重 3.4 tonf×2

概要：載荷途中においては、全くクラックは発見できなかった。最大荷重時、左側部分で圧縮によるせん断破壊を起こした。この時、載荷部分ははく離しており、中央部の吹付けコンクリートの落下のため、右側部分に折れ（曲げ破壊）が発生したと思われる。

注）斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



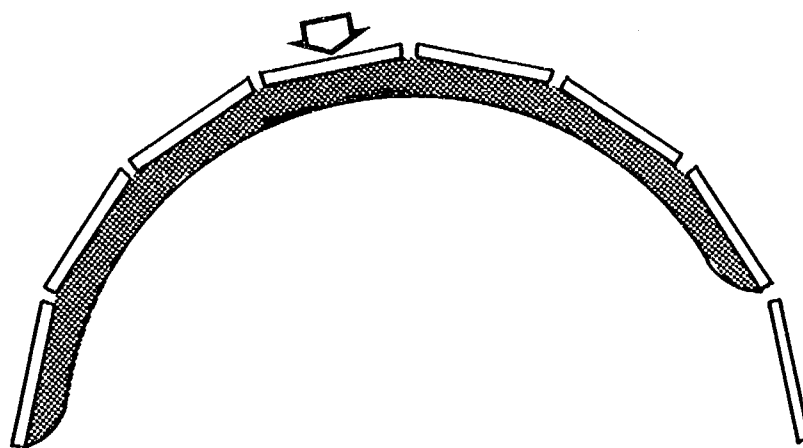
(7) 破壊状況図



(8) 破壊状況

2.4 ケース No. 4

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 10 cm）
- (6) 歪分布図（表面 20 cm）
- (7) 破壊状況図
- (8) 最終破壊状況図
- (9) 破壊状況



吹付け厚さ 6.2 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P-4	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	334.22	0.05	-0.06	-0.03	-0.05	0.05	0.06	-0.03
3	674.58	0.06	-0.08	-0.03	-0.06	0.08	0.14	0.06
4	1048.66	0.11	-0.06	0.00	-0.03	0.13	0.34	0.26
5	1346.09	0.11	-0.08	0.00	-0.06	0.10	0.51	0.47
6	1732.44	0.14	-0.11	0.20	-0.11	0.08	0.85	0.77
7	2063.60	0.05	-0.19	0.14	-0.20	-0.06	1.28	1.30
8	459.94	-0.16	-0.45	-0.14	-0.47	-0.29	2.12	2.04
9	251.43	-0.12	-0.37	0.14	-0.44	-0.26	2.20	2.05
10	-64.39	0.09	-0.13	0.40	-0.20	0.05	3.73	3.33
11	39.86	0.20	-0.10	0.51	-0.17	0.11	6.18	5.60
12	187.04	0.19	-0.13	0.57	-0.20	0.08	7.52	7.09
13	300.49	0.19	-0.10	0.63	-0.21	0.05	8.48	8.42
14	417.01	0.23	-0.14	0.62	-0.26	0.06	9.57	10.03
15	542.73	0.27	-0.14	0.68	-0.24	0.08	10.92	12.14
16	705.24	0.22	-0.06	0.77	-0.21	0.00	12.78	14.84
17	-70.52	0.20	-0.18	0.74	-0.32	0.00	-11.63	0.46

注1) ソクテイ7回……………破壊直前

ソクテイ8回……………破壊直後

ソクテイ10回～16回 ……再載荷

ソクテイ17回 ……落下後

注2) P-4 ………………荷重 (kgf)

D-1～D-214 ………………変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソフイ	0- 8	0- 9	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14	0-101
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	0.03	0.04	0.05	-0.07	-0.05	-0.06	-0.03
3	0.07	0.04	0.05	0.06	-0.07	-0.06	-0.10	-0.05
4	0.13	0.16	0.06	0.05	-0.12	-0.11	-0.16	-0.05
5	0.16	0.16	0.06	0.06	-0.12	-0.12	-0.18	-0.05
6	0.28	0.17	0.07	0.08	-0.12	-0.19	-0.25	-0.06
7	0.36	0.16	0.07	0.02	-0.13	-0.22	-0.30	-0.03
8	0.43	0.27	0.17	0.13	-0.05	-0.14	-0.22	0.17
9	0.40	0.26	0.06	0.08	0.05	-0.06	-0.16	0.14
10	0.70	0.47	0.16	0.14	0.08	-0.02	-0.11	0.07
11	1.80	1.97	0.19	0.22	0.10	-0.02	-0.16	0.03
12	2.83	3.34	0.20	0.27	0.07	-0.03	-0.16	0.05
13	4.03	5.23	0.19	0.26	0.10	-0.02	-0.16	0.06
14	6.20	8.32	0.11	0.13	0.03	-0.09	-0.21	0.03
15	8.82	12.01	0.21	0.18	0.02	-0.09	-0.22	-0.03
16	12.34	17.06	0.19	0.16	0.12	-0.02	-0.16	0.07
17	22.66	31.89	0.30	0.27	0.15	0.05	-0.11	0.02
ソフイ	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.06	-0.06	-0.06	-0.06	0.07	0.05	0.03	-0.03
3	0.06	-0.11	-0.11	-0.13	0.33	0.30	0.22	0.08
4	0.08	-0.12	-0.14	-0.16	0.97	0.89	0.68	0.47
5	0.08	-0.12	-0.14	-0.16	1.59	1.47	1.12	0.83
6	0.16	-0.12	-0.14	-0.17	2.40	2.32	1.80	1.43
7	0.19	-0.05	-0.06	-0.06	3.54	3.40	2.61	2.08
8	0.31	0.14	0.06	0.00	5.93	5.79	4.45	3.75
9	0.26	0.11	0.02	-0.02	6.22	6.10	4.69	4.00
10	0.14	-0.05	-0.14	-0.14	7.53	7.25	5.19	4.37
11	0.14	-0.12	-0.21	-*****	9.06	8.53	5.58	4.50
12	0.16	-0.11	-0.21	-0.25	9.41	8.99	5.93	4.77
13	0.14	-0.11	-0.21	-0.22	9.70	9.58	6.81	5.67
14	0.20	-0.16	-0.26	-0.30	9.94	10.41	8.80	7.68
15	0.17	-0.17	-0.29	-0.32	10.16	11.43	11.08	10.30
16	0.11	-0.11	-0.24	-0.25	12.27	14.76	13.88	15.29
17	0.16	-0.08	-8.72	-9.80	-24.08	11.87	-7.17	27.46

ワケイ	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114	0-201	0-214
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	-0.05	-0.05	-0.06	0.06	-0.03	-0.01
3	0.03	-0.15	-0.08	-0.06	0.08	-0.04	-0.00
4	0.02	-0.16	-0.11	-0.10	0.13	-0.04	0.03
5	0.00	-0.27	-0.13	-0.13	0.13	-0.04	0.09
6	0.02	-0.27	-0.10	0.00	0.13	-0.02	0.17
7	0.00	-0.26	-0.08	0.00	0.11	-0.01	0.24
8	0.12	-0.16	0.00	0.13	0.06	-0.01	0.19
9	0.08	-0.15	0.05	0.25	0.02	0.02	0.12
10	0.07	-0.14	0.00	0.21	0.06	0.02	0.09
11	0.13	-0.17	-0.05	0.17	0.13	0.00	0.12
12	0.15	-0.17	0.00	0.29	0.11	0.00	0.14
13	0.13	-0.16	0.00	0.24	0.11	0.02	0.16
14	0.22	-0.19	-0.02	0.33	0.13	-0.01	0.14
15	0.25	-0.19	-0.03	0.32	0.14	-0.01	0.16
16	0.22	-0.15	0.03	0.32	0.11	0.03	0.20
17	0.28	-0.05	0.05	0.38	0.09	0.00	0.12

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表

ワケ	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	-10.0	40.1	-150.0	10.0	-10.0	40.0	30.0	20.0	80.0	140.0	270.1	1398.7	1444.3	230.1	-80.0

ワケ	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
5	-190.9	-772.1	40.1	-110.2	30.1	-50.1	-180.4	20.0	741.4	730.5	-30.1	179.1	30.1	0.0	10.0

(μ)

ワケ	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38
5	0.0	0.0	-30.1	-120.3	80.1	50.1	100.2

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

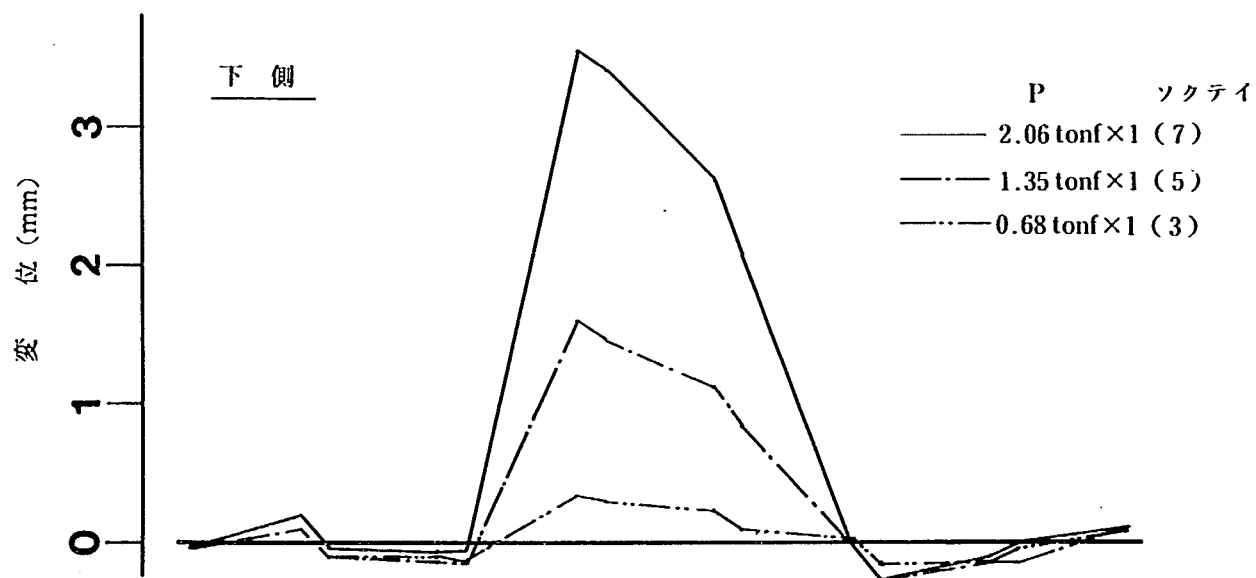
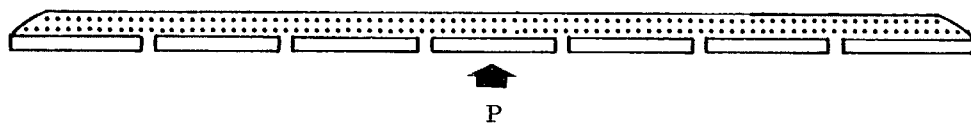
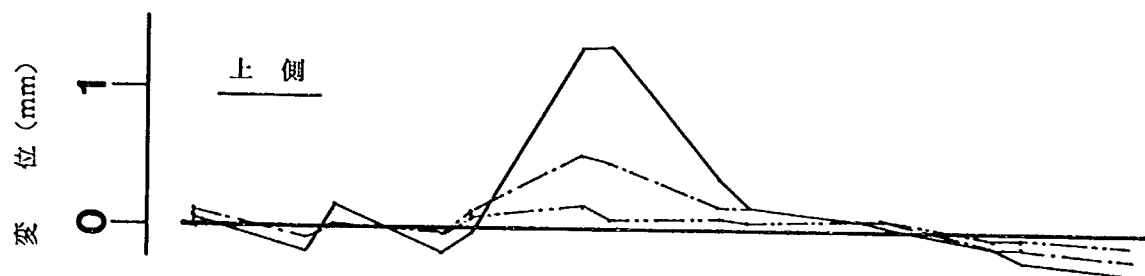
(3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表

ワケ	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-25	25-27	27-29	29-31
5	-10.0	10.0	10.0	5.0	70.1	745.5	20.0	15.0	120.2	*****	*****	75.2	*****	589.7	*****

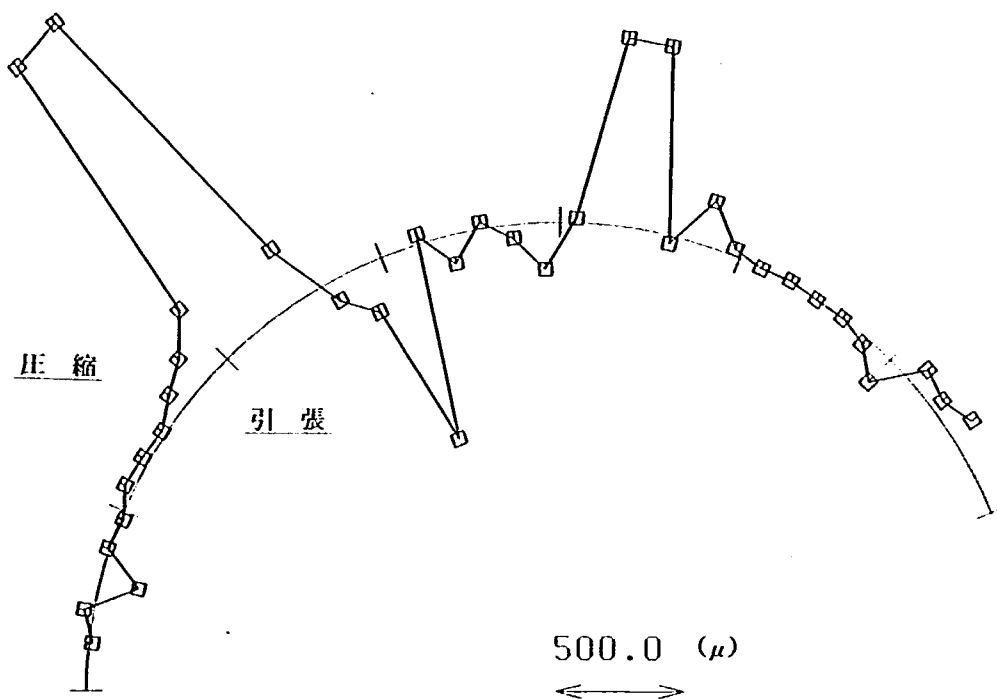
(μ)

ワケ	31-33	33-35	35-37
5	15.0	*****	-30.1

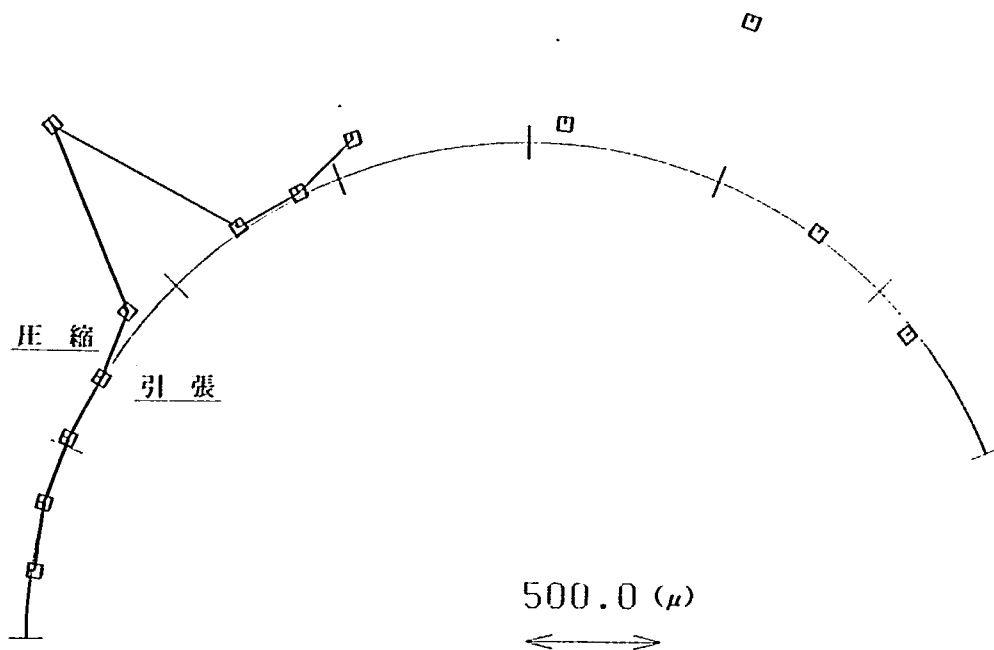
注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



(5) 歪分布図 (表面 10 cm)



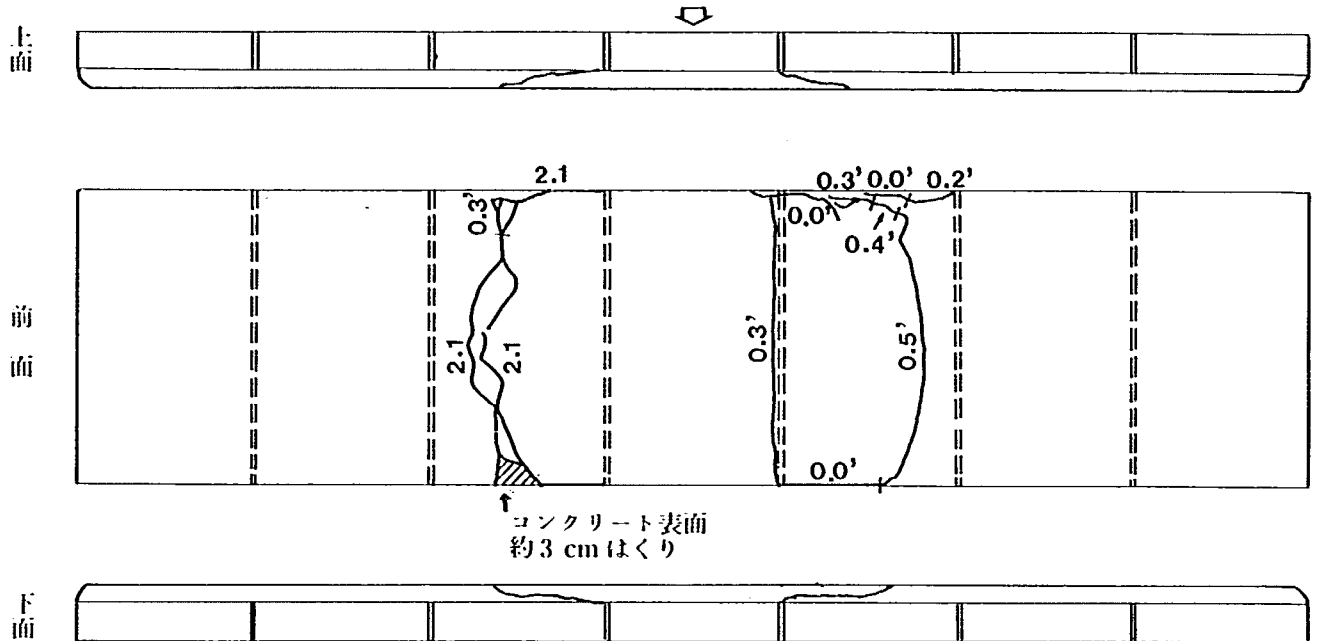
(6) 歪分布図 (表面 20 cm)

概要：載荷途中においては、全くクラックは発見できなかった。最大荷重時、左側が圧縮によるせん断破壊を起こした。

再載荷を行うと、荷重はほとんど発生しないで、右側にせん断破壊（圧縮によるかどうかは明確でない）が生じた。載荷時、載荷板が水平に押されず、載荷板の左側が下に傾く傾向が見られた。

注）数値は亀裂発生時の荷重（tonf）、'を付したものは、再載荷における亀裂発生時の荷重（tonf）

最大荷重 2.1 tonf×1

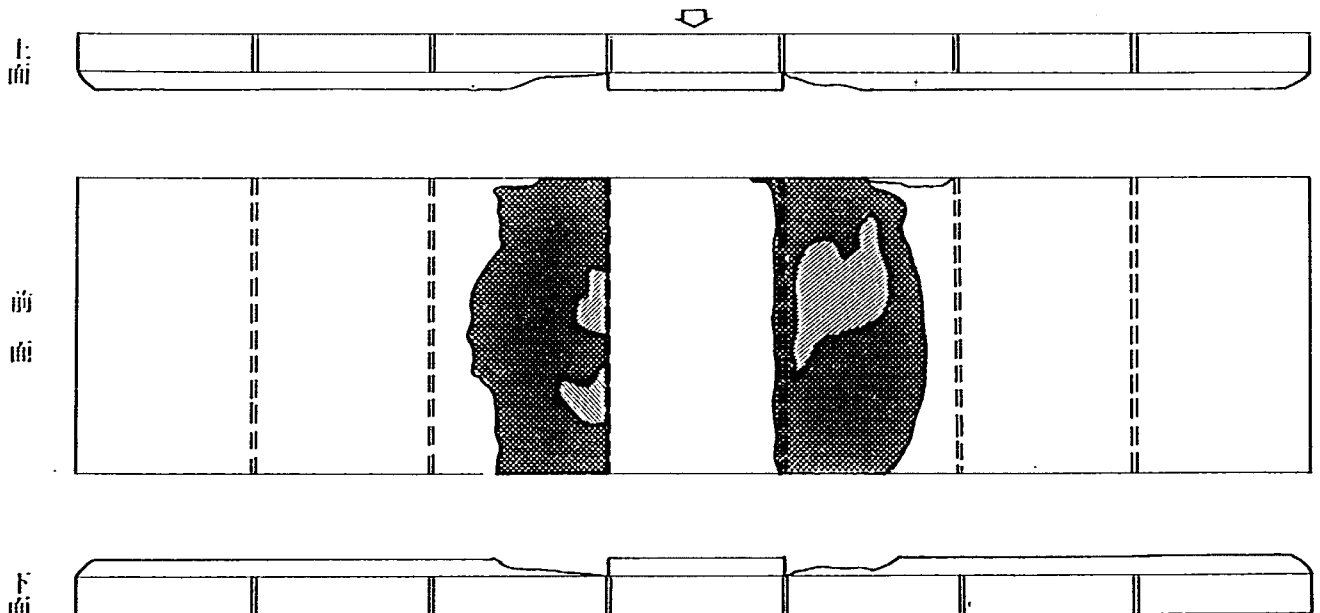


(7) 破壊状況図

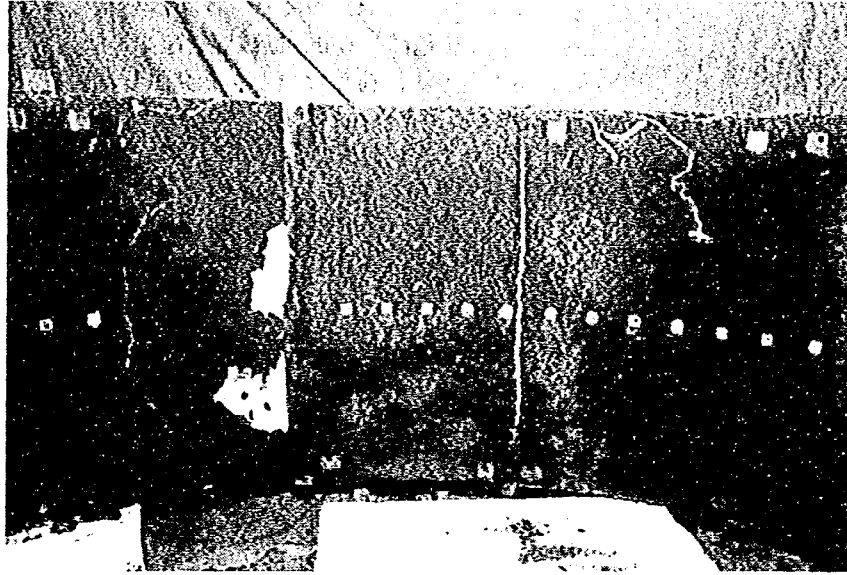
概要：再載荷後の最終破壊状況図である。

注）斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。

ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面（右側は、圧縮によるかどうかは明確でない）である。



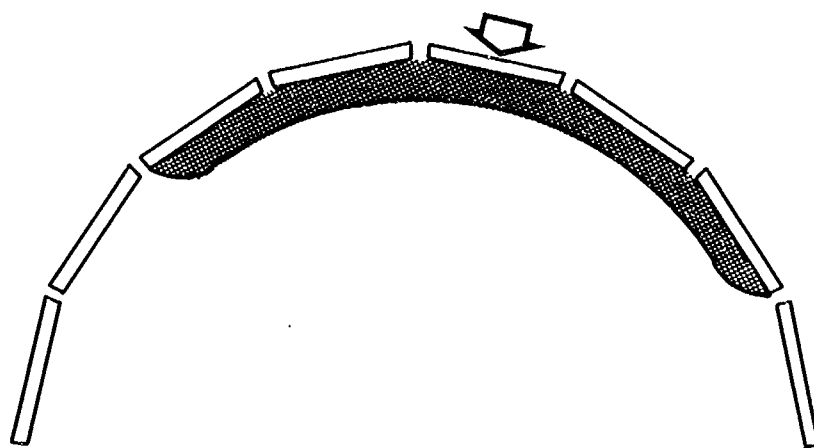
(8) 最終破壊状況図



(9) 破壞狀況

2.5 ケース No. 5

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 10 cm）
- (6) 歪分布図（表面 20 cm）
- (7) 破壊状況図
- (8) 最終破壊状況図
- (9) 破壊状況



吹付け厚さ 6.7 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ノット	P- 3	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	76.66	0.06	-0.02	-0.02	-0.05	0.02	0.03	-0.02
3	150.25	0.05	-0.02	0.00	-0.05	0.02	0.03	-0.02
4	223.84	0.05	-0.02	0.00	-0.05	0.02	0.03	-0.02
5	303.56	0.05	-0.02	0.00	-0.03	0.02	0.03	-0.02
6	374.08	0.14	-0.05	0.02	-0.11	0.02	0.10	-0.05
7	453.81	0.12	-0.03	0.05	-0.09	-0.02	0.06	-0.04
8	420.08	0.12	-0.03	0.05	-0.08	-0.02	0.08	-0.04
9	600.99	0.12	-0.03	0.05	-0.09	0.00	0.08	-0.04
10	677.65	0.19	-0.08	0.03	-0.12	0.02	0.13	-0.07
11	610.19	0.19	-0.08	0.03	-0.12	0.02	0.13	-0.07
12	818.69	0.17	-0.06	0.05	-0.12	0.02	0.11	-0.06
13	907.62	0.19	-0.06	0.03	-0.12	0.02	0.11	-0.07
14	978.14	0.22	-0.10	0.03	-0.15	0.03	0.16	-0.08
15	1051.73	0.22	-0.10	0.03	-0.15	0.03	0.16	-0.08
16	1131.45	0.20	-0.10	0.05	-0.15	0.02	0.16	-0.08
17	1048.66	0.22	-0.08	0.05	-0.15	0.02	0.16	-0.08
18	1155.98	0.23	-0.11	0.06	-0.17	0.00	0.24	-0.10
19	1278.63	0.20	-0.08	0.09	-0.14	-0.03	0.21	-0.08
20	1349.16	0.22	-0.08	0.09	-0.14	-0.02	0.22	-0.08
21	1389.02	0.22	-0.08	0.08	-0.12	0.00	0.24	-0.04
22	1502.47	0.22	-0.10	0.08	-0.11	0.05	0.26	-0.01
23	1588.33	0.30	-0.13	0.11	-0.11	0.10	0.34	-0.01
24	1652.72	0.30	-0.13	0.12	-0.09	0.10	0.34	0.00
25	1729.38	0.30	-0.13	0.12	-0.08	0.11	0.34	0.00
26	1812.17	0.30	-0.13	0.12	-0.03	0.16	0.35	0.00
27	1873.49	0.31	-0.06	0.25	0.14	0.40	0.63	0.15
28	1947.08	0.30	-0.06	0.25	0.17	0.42	0.63	0.16
29	2029.87	0.30	-0.06	0.25	0.20	0.44	0.63	0.16
30	2097.33	0.30	-0.06	0.25	0.23	0.48	0.63	0.16
31	2180.12	0.27	0.03	0.40	0.50	0.79	1.01	0.39
32	2250.64	0.27	0.03	0.40	0.53	0.82	1.01	0.39
33	2327.30	0.27	0.03	0.40	0.56	0.86	1.03	0.40

ソクテイ	P- 3	D- 5	D- 6	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11
34	2400.89	0.25	0.03	0.42	0.59	0.89	1.01	0.40
35	1891.89	0.27	0.00	0.40	0.59	0.90	1.04	0.39
36	2465.28	0.27	0.02	0.42	0.63	0.95	1.04	0.40
37	2551.14	0.27	0.02	0.42	0.66	0.99	1.06	0.40
38	2627.79	0.25	0.02	0.42	0.71	1.03	1.06	0.40
39	2698.32	0.25	0.02	0.40	0.74	1.08	1.09	0.40
40	2784.17	0.25	-0.03	0.39	0.80	1.20	1.17	0.39
41	2848.57	0.25	-0.03	0.39	0.83	1.21	1.17	0.39
42	2925.22	0.23	-0.03	0.39	0.88	1.26	1.19	0.39
43	2998.81	0.22	-0.03	0.39	0.94	1.32	1.22	0.39
44	3081.60	0.27	-0.06	0.39	0.97	1.42	1.32	0.48
45	3152.13	0.25	-0.08	0.36	1.00	1.45	1.33	0.48
46	3219.58	0.25	-0.11	0.32	1.00	1.45	1.32	0.49
47	3308.51	0.23	-0.10	0.34	1.06	1.53	1.35	0.49
48	3375.96	0.28	-0.10	0.36	1.13	1.65	1.48	0.47
49	3449.55	0.27	-0.10	0.36	1.16	1.70	1.51	0.48
50	3523.14	0.23	-0.11	0.36	1.21	*****	*****	0.53
51	3599.80	0.23	-0.11	0.34	1.27	1.81	1.59	0.59
52	3676.46	0.23	-0.16	0.32	1.37	1.95	1.73	0.68
53	3743.92	0.22	-0.16	0.32	1.40	1.99	1.77	0.68
54	3838.97	0.23	-0.14	0.32	1.43	2.02	1.78	0.68
55	3906.43	0.23	-0.14	0.32	1.51	2.08	1.85	0.72
56	3932.34	0.25	-0.18	0.31	1.57	*****	*****	0.79
57	3997.43	0.17	-0.10	0.39	1.64	2.10	1.88	0.84
58	3980.02	0.19	-0.10	0.37	1.69	2.16	1.93	0.83
59	4013.75	0.20	-0.14	0.34	1.69	2.23	1.99	0.92
60	4133.33	0.23	-0.23	0.28	1.77	2.45	2.46	1.20
61	4200.79	0.22	-0.23	0.28	1.83	2.52	2.54	1.31
62	3832.84	0.19	-0.21	0.28	1.90	2.58	2.57	1.42
63	680.71	0.70	-0.21	0.23	3.56	4.76	5.56	4.43

注1) ソクテイ 34回……初亀裂発生

ソクテイ 61回……破壊直前

ソクテイ 62回……破壊直後

ソクテイ 63回……落下後

注2) P-3 ……………荷重 (kgf)

D-5～D-214 ……………変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ノット	0- 12	0- 13	0- 14	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.02	0.02	0.05	-0.03	0.04	-0.05	-0.03
3	0.02	0.02	0.02	0.05	-0.03	0.03	-0.05	-0.02
4	0.02	0.02	0.02	0.06	-0.03	0.03	-0.03	-0.02
5	0.02	0.02	0.02	0.05	-0.02	0.03	-0.03	0.00
6	0.08	0.05	0.06	0.16	-0.05	0.08	-0.10	0.03
7	0.07	0.04	0.04	0.14	-0.02	0.06	-0.06	0.08
8	0.07	0.04	0.04	0.14	-0.02	0.06	-0.06	0.10
9	0.08	0.04	0.05	0.16	-0.02	0.07	-0.06	0.10
10	0.07	0.07	0.08	0.24	-0.05	0.22	-0.10	0.14
11	0.07	0.07	0.08	0.24	-0.05	0.21	-0.08	*****
12	0.07	0.07	0.08	0.24	-0.05	0.21	-0.08	0.17
13	0.06	0.07	0.07	0.22	-0.05	0.21	-0.06	0.17
14	0.09	-0.06	-0.07	0.30	-0.07	0.21	-0.14	0.21
15	0.10	0.08	0.07	0.30	-0.05	0.20	-0.13	0.22
16	0.09	0.08	0.06	0.29	-0.05	0.19	-0.13	0.24
17	0.09	0.08	0.06	0.29	-0.05	0.15	-0.11	0.25
18	0.12	0.10	0.01	0.35	-0.07	0.19	-0.10	0.30
19	0.10	0.08	-0.01	0.32	-0.03	0.17	-0.08	0.33
20	0.10	0.08	-0.01	0.34	-0.05	0.14	-0.05	0.38
21	0.11	0.09	-0.01	0.34	-0.07	0.14	-0.02	0.44
22	0.11	0.09	0.00	0.34	-0.08	0.15	0.02	0.52
23	0.16	0.11	0.03	0.45	-0.10	0.19	0.05	0.70
24	0.16	0.11	0.03	0.43	-0.10	0.19	0.06	0.75
25	0.16	0.11	0.03	0.42	-0.12	0.19	0.13	0.83
26	0.16	0.11	0.03	0.40	-0.12	0.19	0.18	0.91
27	0.24	0.13	0.05	0.48	-0.10	0.22	0.27	1.06
28	0.23	0.12	0.05	0.38	-0.10	0.22	0.30	1.13
29	0.23	0.12	0.04	0.46	-0.10	0.21	0.35	1.19
30	0.23	0.12	0.04	0.46	-0.10	0.22	0.41	1.29
31	0.32	0.14	-0.04	0.53	-0.08	0.24	0.54	1.48
32	0.32	0.14	-0.04	0.51	-0.08	0.25	0.57	1.54
33	0.31	0.13	-0.04	0.51	-0.08	0.24	0.62	1.60
34	0.31	0.13	-0.05	0.50	-0.08	0.24	0.70	1.70
35	0.32	0.14	-0.04	0.53	-0.08	0.15	2.90	1.75

ノリイ	0- 12	0- 13	0- 14	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109
36	0.31	0.14	-0.04	0.53	-0.08	0.15	2.99	1.86
37	0.31	0.13	-0.04	0.53	-0.08	0.14	3.06	1.95
38	0.31	0.13	-0.05	0.51	-0.07	0.14	3.14	2.03
39	0.31	0.13	-0.05	0.51	-0.07	0.14	3.22	2.13
40	0.34	0.14	-0.03	0.54	-0.10	0.27	3.25	2.29
41	0.33	0.14	-0.03	0.54	-0.10	0.27	3.30	2.35
42	0.33	0.14	-0.04	0.54	-0.08	0.27	3.38	2.43
43	0.33	0.14	-0.03	0.54	-0.08	0.27	*****	*****
44	0.38	0.16	-0.01	0.59	-0.10	0.29	3.57	2.70
45	0.37	0.15	-0.01	0.59	-0.08	0.29	3.65	2.78
46	0.36	0.15	-0.02	0.58	-0.08	0.29	3.73	2.87
47	-*****	-*****	-0.02	0.59	-0.08	0.28	3.82	2.99
48	0.38	0.16	-0.01	0.66	-0.08	0.31	3.96	3.22
49	0.37	0.16	-0.02	0.64	-0.08	0.31	4.04	3.29
50	0.37	0.15	-0.11	0.64	-0.07	0.31	4.11	3.37
51	0.37	0.15	-0.12	0.66	-0.07	0.31	4.20	3.48
52	0.39	0.17	-0.10	0.69	-0.07	0.32	4.30	3.65
53	0.39	0.17	-0.10	0.69	-0.07	0.33	4.38	*****
54	0.39	0.16	-0.10	0.69	-0.07	0.39	4.43	3.81
55	0.39	0.16	-0.11	0.69	-0.05	0.42	4.52	3.92
56	0.38	0.16	-0.10	0.72	-0.03	0.44	4.62	4.07
57	0.33	0.11	-0.15	0.64	0.05	0.39	4.70	4.14
58	0.34	0.12	-0.15	0.66	0.03	0.39	4.78	4.24
59	0.36	0.14	-0.13	0.69	0.00	0.41	4.79	4.27
60	0.48	0.18	-0.31	0.77	-0.03	0.45	4.95	4.59
61	0.48	0.17	-0.31	0.77	-0.02	0.45	5.06	4.70
62	0.49	0.17	-0.31	0.77	0.00	0.44	5.14	4.80
63	2.40	3.32	4.51	0.69	-0.15	0.30	4.01	3.75

ワタ	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114	0-205	0-214
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.02	0.05	-0.03	-0.48	-0.05	0.04
3	0.00	-0.02	0.05	-0.03	-0.32	-0.05	0.03
4	0.00	-0.02	0.05	-0.03	-0.32	-0.03	0.03
5	0.02	0.01	0.03	-0.03	-0.32	-0.03	0.03
6	0.05	-0.01	0.14	-0.06	-0.81	-0.10	0.09
7	0.08	0.02	0.12	-0.03	-0.64	-0.08	0.08
8	0.09	0.08	0.12	-0.03	-0.64	-0.08	0.08
9	0.11	0.08	0.12	-0.05	-0.64	-0.10	0.09
10	0.14	0.05	0.19	-0.08	-1.13	-0.14	0.13
11	*****	0.05	0.19	-0.06	-0.97	-0.14	0.13
12	0.16	0.05	0.19	-0.06	-0.97	-0.13	0.12
13	0.17	0.05	0.19	-0.06	-0.97	-0.13	0.13
14	0.20	0.03	0.22	-0.09	-1.29	-0.17	0.16
15	0.20	0.03	0.22	-0.09	-1.29	-0.17	0.16
16	0.24	0.04	0.22	-0.08	-1.29	-0.17	0.16
17	0.25	0.04	0.22	-0.08	-1.13	-0.17	0.16
18	0.28	0.05	0.26	-0.08	-1.13	-0.21	0.19
19	0.31	0.09	0.23	-0.06	-0.81	-0.17	0.18
20	0.35	0.15	0.23	-0.06	-0.97	-0.17	0.18
21	0.36	0.14	0.23	-0.06	-0.97	-0.19	0.18
22	0.39	0.14	0.25	-0.08	-1.13	-0.19	0.19
23	0.49	0.15	0.23	-0.11	-1.45	-0.25	0.28
24	0.52	0.17	0.23	-0.09	-1.29	-0.24	0.27
25	0.58	0.23	0.23	-0.09	-1.45	-0.24	0.28
26	0.64	0.24	0.20	-0.08	-1.29	-0.19	0.34
27	0.82	0.43	0.26	-0.12	-1.77	-0.35	0.57
28	0.86	0.44	0.23	-0.12	-1.61	-0.33	0.57
29	0.89	0.44	0.25	-0.12	-1.61	-0.33	0.57
30	0.94	0.44	0.23	-0.11	-1.61	-0.32	0.57
31	1.19	0.64	0.30	-0.14	-1.93	-0.51	0.90
32	1.22	0.64	0.28	-0.14	-1.93	-0.51	0.89
33	1.27	0.65	0.28	-0.14	-1.93	-0.49	0.89
34	1.33	0.76	0.26	-0.12	-1.77	-0.46	0.89
35	1.32	0.68	0.30	-0.14	-1.93	-0.44	0.91

ワケイ	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114	0-205	0-214
36	1.41	0.75	0.28	-0.12	-1.93	-0.44	0.91
37	1.47	0.76	0.28	-0.12	-1.93	-0.44	0.91
38	1.52	0.83	0.28	-0.11	-1.93	-0.43	0.90
39	1.58	0.87	0.28	-0.11	-1.93	-0.41	0.94
40	1.69	0.96	0.31	-0.12	-2.09	-0.40	1.00
41	1.74	0.96	0.31	-0.11	-2.09	-0.38	1.03
42	1.79	0.99	0.30	-0.11	-1.93	-0.37	1.02
43	1.87	1.07	0.30	-0.11	-2.09	-0.37	1.03
44	1.99	1.17	0.33	-0.12	-2.26	-0.35	1.13
45	2.04	1.17	0.34	-0.12	-2.26	-0.32	1.13
46	2.10	1.17	0.33	-0.11	-2.09	-0.21	1.13
47	2.18	1.28	0.33	-0.11	-2.09	-0.21	1.16
48	2.35	1.38	0.36	-0.12	-2.42	-0.22	1.26
49	2.42	1.42	0.36	-0.12	-2.42	-0.21	1.32
50	2.48	1.49	0.36	-0.12	-2.42	-0.22	1.32
51	2.57	1.55	0.34	-0.12	-2.26	-0.19	1.32
52	4.28	1.64	0.39	-0.12	-2.42	-0.21	1.46
53	2.79	1.70	0.39	-0.12	-2.42	-0.19	1.46
54	2.86	1.81	0.37	-0.12	-2.42	-0.19	1.46
55	2.95	1.83	0.39	-0.11	-2.42	-0.19	1.48
56	3.08	1.92	0.40	-0.11	-2.42	-0.13	1.57
57	3.15	1.97	0.33	-0.03	-1.61	-0.05	1.53
58	3.23	2.02	0.34	-0.05	-1.77	-0.06	1.54
59	3.26	2.05	0.37	-0.08	-1.93	-0.08	1.55
60	3.78	2.61	0.73	0.12	-3.06	-0.02	1.80
61	3.89	2.72	0.76	0.16	-3.22	0.02	1.79
62	3.99	2.80	0.78	0.19	-3.22	0.03	1.82
63	3.62	3.05	3.01	2.95	34.64	-0.21	4.35

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 10 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	10.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	20.0	0.0	-10.0	-20.0	-10.0	30.0	-100.2	-170.1	50.1
11	-40.0	-129.9	-20.0	-50.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-30.1	-40.0	-60.0	-10.0	-130.2	350.3	-320.6
13	-40.0	-149.9	-20.0	-50.0	-10.0	-10.0	0.0	-10.0	-10.0	-40.0	-60.0	-30.0	-140.3	-220.2	30.1
18	-60.0	-139.9	-10.0	-50.0	-10.0	10.0	-10.0	10.0	10.0	-40.0	-60.0	-30.0	-230.4	-270.2	90.2
22	-50.0	-149.9	-20.0	-60.0	0.0	20.0	30.0	150.2	80.2	-100.0	-480.3	-90.1	-210.4	-230.2	-100.2
26	-60.0	-149.9	0.0	-60.0	20.0	60.0	80.0	340.6	140.3	-60.0	*****	-100.1	-200.4	-300.2	10.0
30	-60.0	-149.9	-20.0	-40.0	10.0	70.0	190.0	490.8	190.4	-50.0	*****	-100.1	-240.4	-280.2	40.1
34	-70.0	-159.9	-30.1	-70.0	40.0	100.0	210.0	651.1	200.4	-60.0	*****	-100.1	-220.4	-280.2	100.2
39	-60.0	-149.9	-10.0	-70.0	50.0	150.0	340.0	811.3	220.5	-100.0	*****	-120.2	-220.4	-310.2	90.2
43	-70.0	-159.9	-30.1	-40.0	50.0	200.0	500.0	911.5	210.5	-80.0	*****	-70.1	-230.4	-370.3	170.3
47	-80.0	-169.9	-20.0	-50.0	70.0	260.0	670.0	1031.7	200.4	-40.0	*****	-100.1	-250.5	-310.2	30.1
51	-60.0	-149.9	-10.0	-10.0	110.1	370.0	850.0	1131.9	240.5	-110.0	*****	-120.2	-210.4	-310.2	30.1
60	-70.0	-159.9	-10.0	10.0	150.1	550.0	1120.0	1302.2	290.6	-140.1	*****	-190.3	-220.4	-290.2	-20.0

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27
5	-50.0	-40.0	-30.0	-10.0	0.0	0.0	-30.1	0.0	-10.0	-10.0	-10.0
11	-210.1	-70.0	-40.0	-10.0	-10.0	0.0	-50.1	-30.0	-40.0	-30.1	-40.0
13	-230.1	-40.0	-30.0	0.0	-20.0	0.0	-160.3	-40.1	-40.0	-50.1	-40.0
18	410.2	-60.0	-30.0	0.0	-30.0	20.0	-70.1	-20.0	-50.0	0.0	-40.0
22	-150.1	0.0	30.0	40.0	30.0	60.1	-50.1	-30.0	-20.0	-30.1	-50.0
26	-250.1	20.0	150.0	90.1	70.1	100.1	-70.1	-30.0	-30.0	-30.1	-50.0
30	-290.2	20.0	240.0	130.1	90.1	90.1	-70.1	-30.0	-50.0	-40.1	-40.0
34	-290.2	50.0	300.0	170.2	100.1	100.1	-80.1	-40.1	-50.0	-50.1	-50.0
39	-50.0	40.0	390.0	290.3	160.2	140.2	-60.1	-30.0	-100.0	-30.1	-40.0
43	-390.2	10.0	460.0	390.4	190.2	130.1	-80.1	-40.1	-50.0	-50.1	-50.0
47	-480.3	-20.0	520.0	580.5	260.3	130.1	-90.2	-50.1	-70.0	-60.2	-70.0
51	-400.2	-20.0	580.0	730.7	380.4	210.2	-80.1	-40.1	-70.0	-60.2	-60.0
60	-880.5	-60.0	630.0	990.9	620.6	310.4	-20.0	-30.0	-70.0	-70.2	-90.0

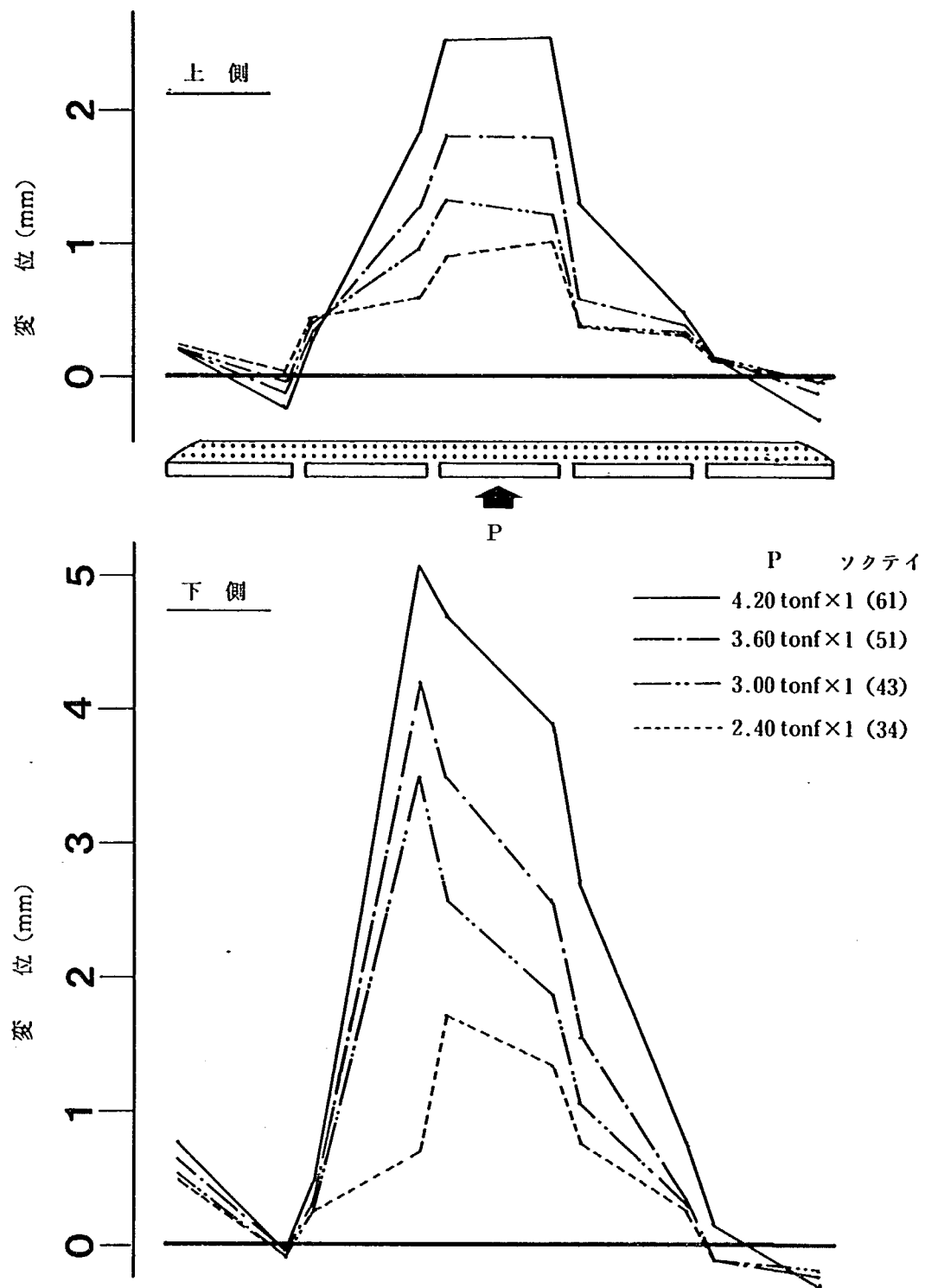
注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(3) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

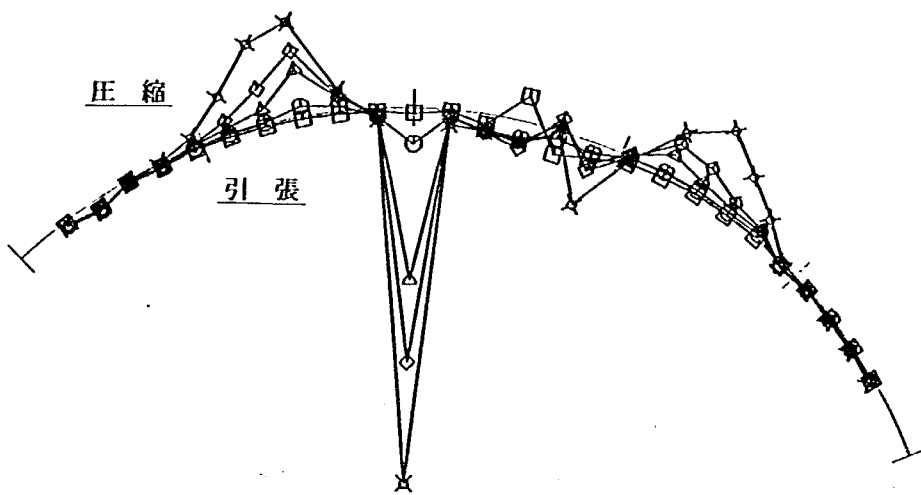
(μ)

ポイント	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-25	25-27
5	0.0	0.0	10.0	0.0	-210.4	-5.0	10.0	10.0	20.0	0.0	-5.0	0.0	-60.1
11	-10.0	-15.0	35.1	25.0	-190.4	-5.0	0.0	-15.0	35.1	5.0	5.0	15.0	-30.1
13	25.0	-20.0	60.1	50.1	-155.3	5.0	5.0	35.1	45.1	5.0	5.0	35.0	5.0
18	15.0	-20.0	60.1	50.1	-160.3	-15.0	-10.0	-10.0	70.1	45.1	0.0	30.0	5.0
22	10.0	30.1	80.2	155.2	-135.3	-15.0	-20.0	25.1	140.2	110.2	-5.0	45.1	20.0
26	-10.0	0.0	80.2	250.4	-115.2	-30.1	-20.0	-55.1	175.3	120.2	-15.0	15.0	0.0
30	0.0	25.0	115.3	375.5	-85.2	205.4	-10.0	-65.1	240.4	160.2	5.0	30.0	10.0
34	-30.0	0.0	145.3	500.7	-75.1	-135.3	5.0	-40.1	290.5	185.3	0.0	20.0	5.0
39	-30.0	-20.0	130.3	625.9	-100.2	-456.0	0.0	-50.1	300.5	235.4	10.0	-5.0	-20.0
43	0.0	10.0	190.4	796.1	-75.1	-721.5	35.1	-35.1	420.7	350.5	40.1	25.0	5.0
47	20.0	35.1	255.6	951.3	-70.1	-937.0	30.1	-30.1	400.7	490.8	40.1	40.1	15.0
51	10.0	45.1	-170.4	1096.5	-60.1	*****	30.1	-65.1	415.7	641.0	40.1	30.0	5.0
60	-30.0	-10.0	-80.2	736.0	-70.1	*****	20.0	-320.7	310.5	751.1	20.0	40.1	-25.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



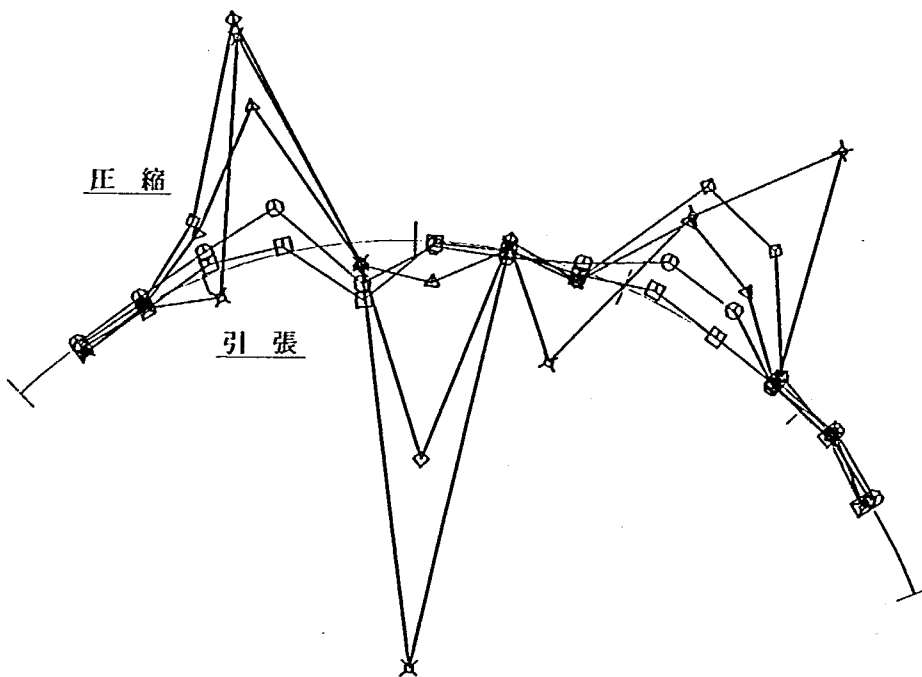
(4) 変位分布図



ソクテイ
 □ — 11
 ○ — 22
 △ — 34
 ◇ — 43
 ✕ — 60

2000.0 (μ)

(5) 歪分布図 (表面 10 cm)



ソクテイ
 □ — 11
 ○ — 22
 △ — 34
 ◇ — 43
 ✕ — 60

500.0 (μ)

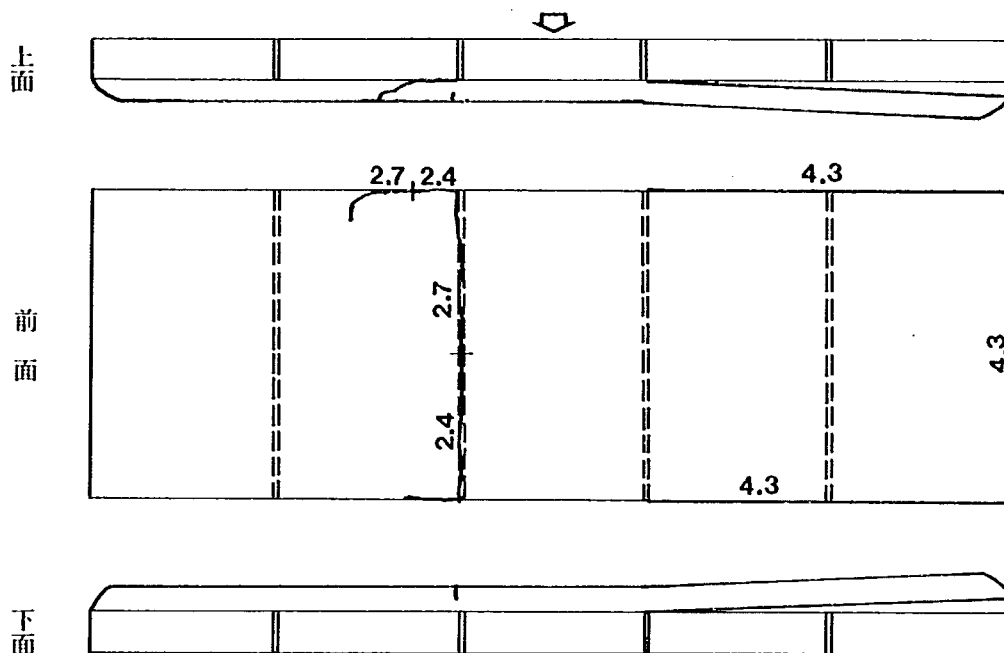
(6) 歪分布図 (表面 20 cm)

初亀裂発生荷重 2.4 tonf×1

最大荷重 4.3 tonf×1

概要：載荷途中、まず左側部に曲げクラックが発生したが、その後も荷重は増加できた。最大荷重時の破壊は、左側でなく、右側の付着破壊であった。

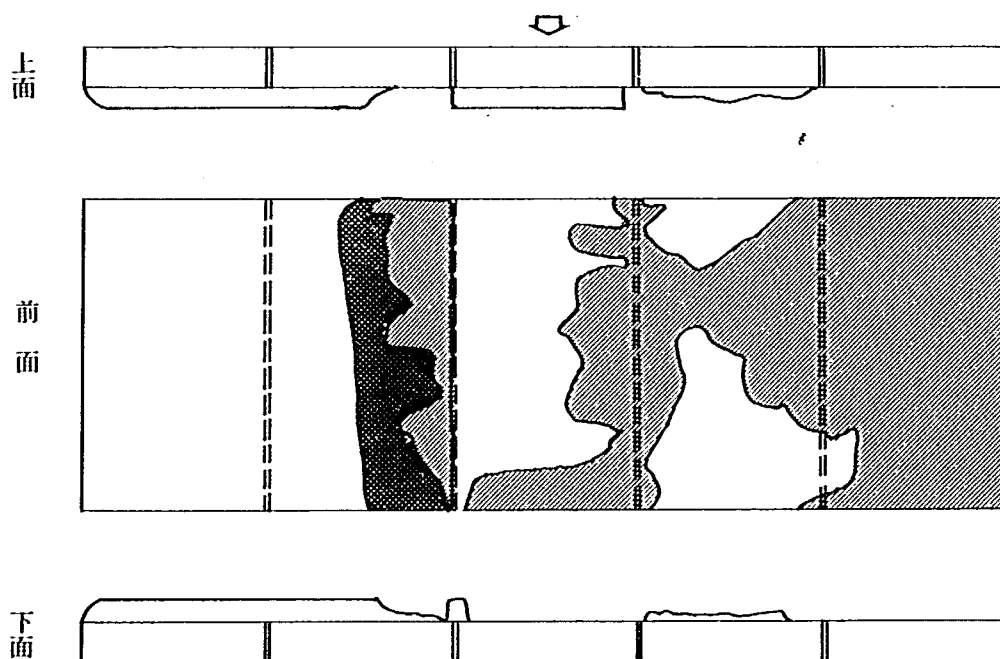
注) 数値は、亀裂発生時の荷重 (tonf)



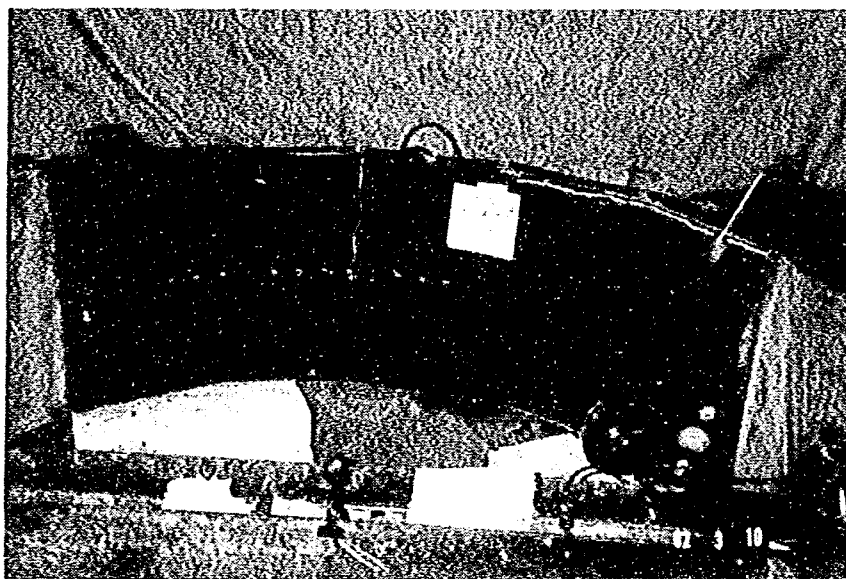
(7) 破壊状況図

概要：最大荷重に達した後、再載荷を行った。荷重はほとんど0で、耐力は有していない。再載荷後、左側部分の曲げ破壊のすぐ左にせん断破壊が生じた。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。ドット部は、吹付コンクリートのせん断破壊面である。



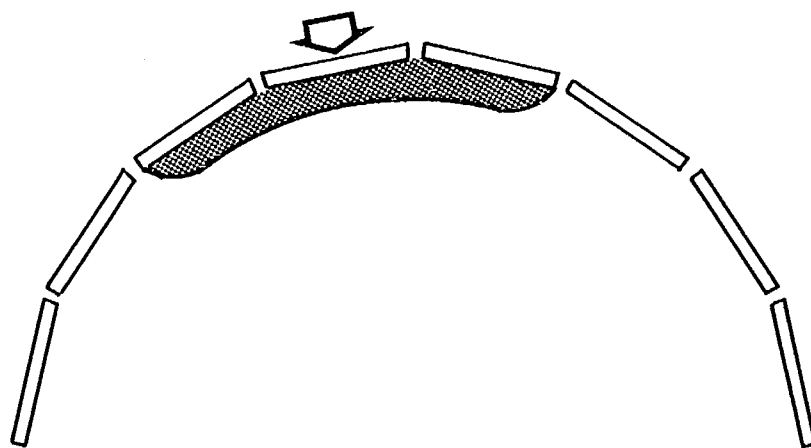
(8) 最終破壊状況図



(9) 破壊状況

2.6 ケース No. 6

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 10 cm）一覧表
- (3) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 10 cm）
- (6) 歪分布図（表面 20 cm）
- (7) 破壊状況図
- (8) 破壊状況



吹付け厚さ 5.5 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ノット番号	P- 4	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	58.26	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02	-0.02	0.01
3	144.11	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
4	211.57	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
5	288.23	-0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
6	371.02	-0.02	0.00	0.03	-0.02	0.00	0.00	-0.01
7	447.68	-0.03	0.02	0.03	-0.02	0.00	0.00	0.00
8	515.13	-0.03	0.02	0.05	-0.02	0.00	-0.02	0.00
9	597.92	-0.03	0.02	0.05	0.00	0.00	-0.02	0.00
10	674.58	0.00	0.05	0.08	-0.02	0.00	0.02	-0.01
11	742.04	-0.02	0.06	0.09	0.00	-0.02	0.00	0.00
12	827.89	-0.03	0.06	0.11	0.00	-0.02	-0.02	0.00
13	901.48	-0.03	0.06	0.11	0.00	-0.02	-0.02	0.00
14	959.74	-0.02	0.06	0.11	-0.02	-0.02	0.02	-0.01
15	972.01	-0.03	0.08	0.14	0.00	-0.05	0.00	0.00
16	1042.53	-0.05	0.08	0.12	0.02	-0.03	0.00	0.00
17	1109.99	-0.05	0.08	0.14	0.03	-0.03	-0.02	0.01
18	1201.98	-0.06	0.06	0.12	0.03	-0.02	-0.03	-0.05
19	1275.57	-0.03	0.08	0.14	-0.02	-0.03	0.02	-0.12
20	1370.62	-0.03	0.08	0.15	0.00	-0.03	0.00	-0.11
21	1435.01	-0.05	0.10	0.17	0.02	-0.03	0.00	-0.11
22	1490.21	-0.05	0.11	0.19	0.02	-0.03	0.00	-0.11
23	1579.13	0.00	0.11	0.19	0.00	-0.02	0.02	-0.13
24	1640.45	-0.02	0.13	0.22	0.02	-0.03	0.00	-0.12
25	1714.05	-0.02	0.14	0.22	0.03	-0.03	-0.02	-0.11
26	1793.77	-0.03	0.14	0.23	0.05	-0.03	-0.02	-0.11
27	150.25	5.93	4.31	3.85	1.43	0.73	0.50	5.05
28	162.51	8.52	6.21	5.62	2.02	0.92	0.51	8.34

ソクテイ	P-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10	D-105
29	229.97	10.13	7.23	6.58	2.34	1.10	0.53	10.39
30	573.39	14.56	10.06	9.16	3.49	1.92	0.55	14.89
31	677.65	18.67	14.76	14.69	9.85	8.56	0.37	14.42
32	18.40	18.97	18.32	19.71	17.84	17.78	0.32	9.22

注1) ソクテイ 26回 破壊直前

ソクテイ 27回 破壊直後

ソクテイ 28回～ソクテイ 31回…再載荷

ソクテイ 32回 落下後

注2) P-4 荷重 (kgf)

D-5～D-210 変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ノット	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110	0-205	0-210
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00
3	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
4	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
5	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
6	0.04	0.02	0.03	0.05	0.00	-0.40	-0.11
7	0.03	0.01	0.03	0.06	0.00	-0.41	-0.11
8	0.03	0.05	0.03	0.06	0.02	-0.42	-0.11
9	0.04	0.12	0.08	0.06	0.02	-0.53	-0.10
10	0.08	0.13	0.16	0.13	0.02	-6.71	-0.22
11	0.08	0.13	0.15	0.13	0.03	-6.92	-0.22
12	0.08	0.13	0.15	0.13	0.03	-7.04	-0.21
13	0.09	0.13	0.15	0.14	0.03	-7.04	-0.21
14	0.12	0.15	0.28	0.21	0.02	2.45	-0.32
15	0.11	0.14	0.27	0.19	0.03	2.44	-0.30
16	0.09	0.12	0.26	0.19	0.03	2.43	-0.29
17	0.10	0.13	0.26	0.19	0.03	2.43	-0.29
18	0.09	0.23	0.25	0.21	0.02	2.42	-0.27
19	0.16	0.27	0.30	0.29	0.00	2.47	-0.38
20	0.17	0.26	0.30	0.29	0.02	2.46	-0.38
21	0.17	0.26	0.32	0.30	0.02	2.46	-0.38
22	0.18	0.26	0.40	0.32	0.03	2.46	-0.37
23	0.22	0.28	0.43	0.40	0.02	2.49	-0.46
24	0.22	0.29	0.42	0.38	0.02	2.48	-0.45
25	0.22	0.38	0.42	0.40	0.02	2.48	-0.45
26	0.23	0.38	0.41	0.40	0.03	2.48	-0.45
27	2.79	3.57	1.10	0.32	-0.51	5.02	-0.72
28	4.16	5.37	1.65	0.43	-0.56	5.70	-0.83
29	5.02	6.40	2.16	0.54	-0.51	6.32	-0.92
30	7.04	8.94	3.26	0.99	-0.59	8.30	-0.99
31	7.06	8.64	3.05	1.18	-0.48	12.56	-1.03
32	5.75	7.49	6.12	5.64	-0.44	12.33	-1.43

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 10 cm) 一覧表

(μ)

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	-10.0	10.0	10.0	20.0	0.0	-10.0	10.0	20.0	-10.0	10.0	30.0	10.0	40.0	-10.0	30.0
9	0.0	10.0	10.0	30.0	10.0	-10.0	-20.0	0.0	-40.0	-20.0	0.0	40.0	30.0	-30.0	30.0
13	-10.0	30.0	20.0	30.0	10.0	-40.0	-30.0	-20.0	-50.0	-20.0	-10.0	20.0	50.0	-20.0	30.0
18	10.0	30.0	10.0	30.0	-10.0	-60.0	-50.0	-50.0	-70.0	-40.0	-20.0	30.0	50.0	-10.0	40.0
22	30.0	50.0	50.0	40.0	-20.0	-90.0	-60.0	-60.0	-99.9	-80.1	-80.1	20.0	50.0	0.0	30.0
26	20.0	50.0	50.0	40.0	-50.1	-120.0	-90.0	-100.1	-70.0	-50.1	10.0	70.1	80.0	50.1	60.0

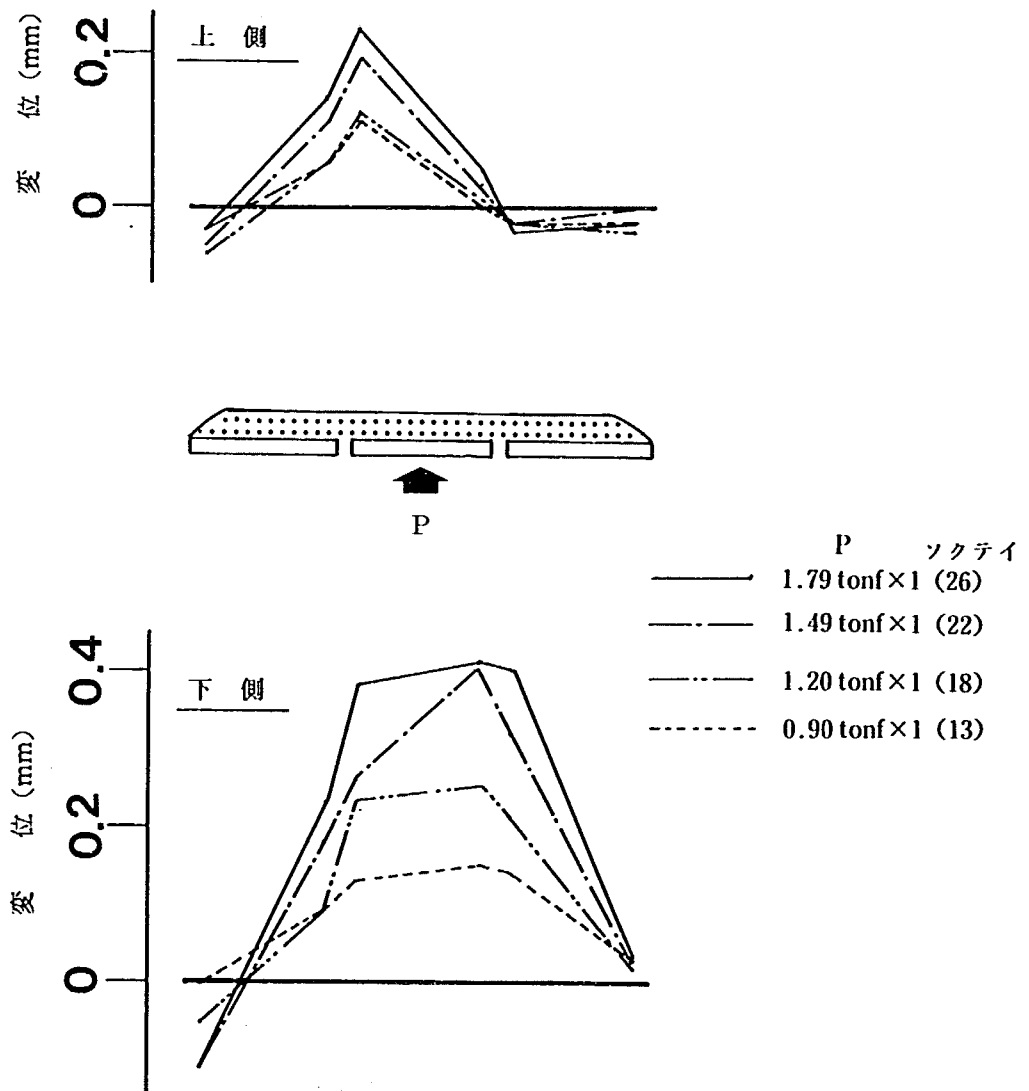
注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(3) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

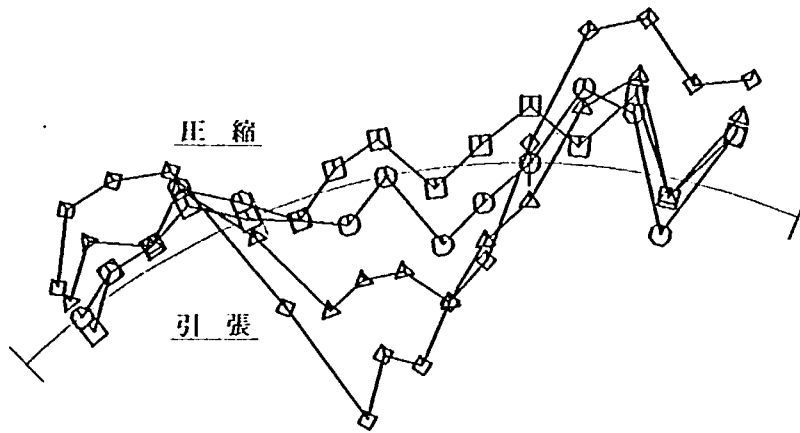
(μ)

ポイント	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15
5	-10.0	15.0	5.0	-35.1	-10.0	-5.0	-10.0
9	10.0	5.0	0.0	-80.2	-55.1	0.0	0.0
13	15.0	30.0	-15.0	-65.1	-40.1	-20.0	-10.0
18	25.0	45.0	-35.1	-105.2	-55.1	-20.0	-5.0
22	35.0	60.0	-45.1	-110.2	-65.1	-25.0	10.0
26	55.0	65.1	*****	-15.0	5.0	*****	*****

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



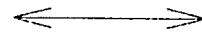
(4) 変位分布図



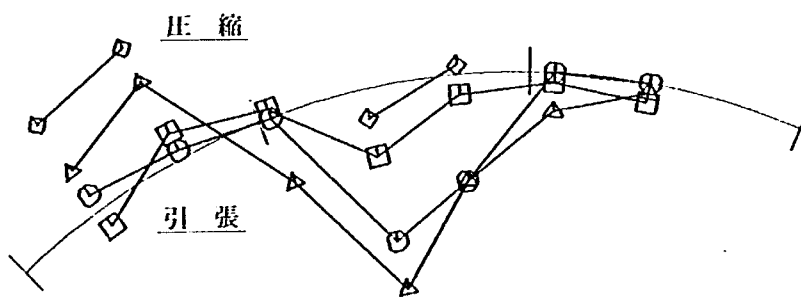
ソクテイ

□	— 5
○	— 9
△	— 18
◇	— 26

100.0 (μ)



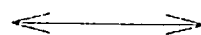
(5) 歪分布図 (表面 10 cm)



ソクテイ

□	— 5
○	— 9
△	— 18
◇	— 26

100.0 (μ)

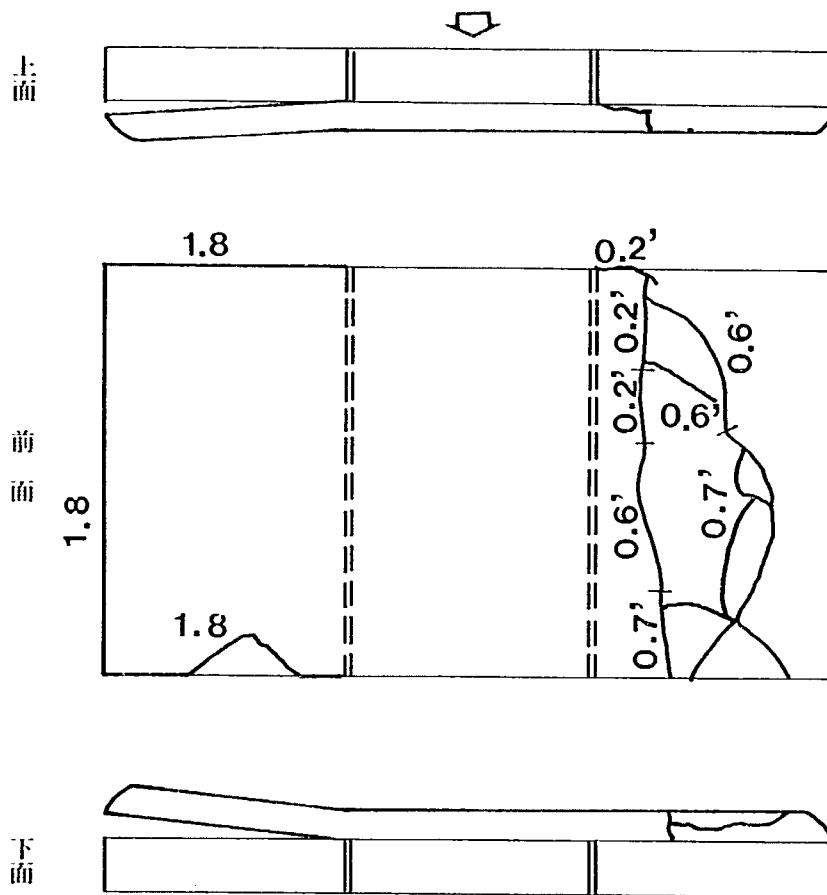


(6) 歪分布図 (表面 20 cm)

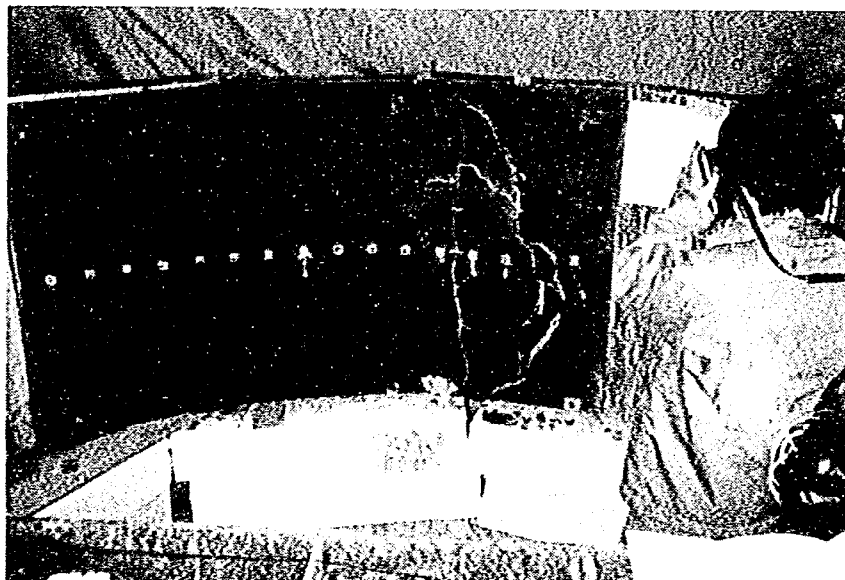
概要：載荷途中においては、全くクラックは発見できなかった。最大荷重時、左側部分で付着破壊を起こした。再載荷を行うと、荷重はほとんど発生しないで、右側が曲げ破壊とせん断破壊を起こした。載荷時、載荷板が水平に押されず、載荷板の左側が下に傾く傾向が見られた。

最大荷重 1.8 tonf × 1'

注) 数値は亀裂発生時の荷重 (tonf) , 'を付したものは、再載荷における亀裂発生時の荷重 (tonf)



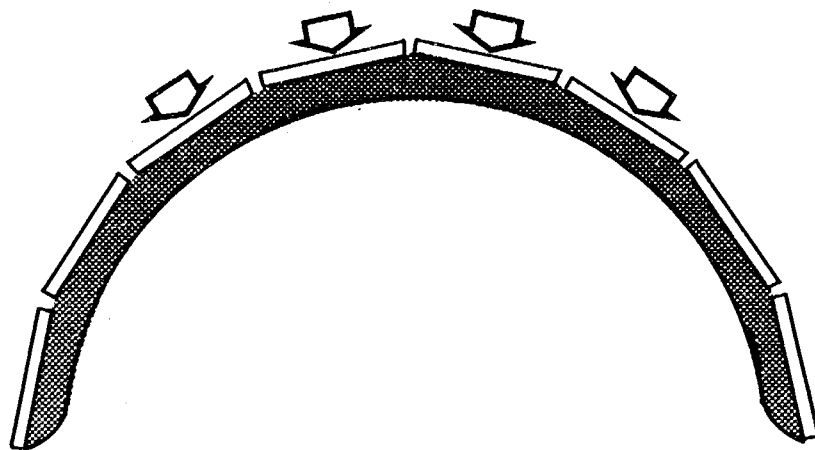
(7) 破壊状況図



(8) 破壊状況

2.7 ケース No. 7

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) クラック発生状況図
- (7) 破壊状況図
- (8) 破壊状況



吹付け厚さ 3.3 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 2	P- 3	P- 4	P- 5	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	76.66	85.82	82.49	82.82	-0.01	0.00	0.00	0.00
3	153.31	159.38	155.82	156.44	-0.01	0.02	0.02	0.00
4	226.90	232.94	232.20	233.13	0.01	0.02	0.03	0.01
5	383.28	370.87	381.90	380.37	0.01	0.03	0.06	-0.08
6	450.74	447.50	452.17	450.92	0.00	0.00	0.06	-0.09
7	524.33	521.06	525.50	527.61	0.00	0.02	0.06	-0.09
8	591.79	591.55	592.71	592.03	0.00	0.02	0.08	-0.06
9	683.78	680.44	684.37	684.05	-0.01	0.08	0.16	0.01
10	748.17	750.94	748.53	748.47	-0.01	0.06	0.16	0.00
11	815.63	821.43	815.75	812.89	-0.02	0.08	0.16	0.00
12	886.15	885.80	879.91	877.31	-0.02	0.08	0.16	0.00
13	953.61	950.17	947.12	947.86	-0.02	0.06	0.16	0.01
14	1008.80	1011.47	1005.17	1003.07	-0.03	0.05	0.14	0.00
15	1073.19	1066.64	1063.22	1061.36	-0.02	0.05	0.16	0.00
16	947.48	1127.94	1118.21	1116.57	-0.03	0.03	0.14	0.00
17	1201.98	1210.69	1206.82	1199.39	-0.02	0.03	0.20	0.01
18	1272.50	1253.61	1255.70	1251.54	-0.01	0.05	0.22	0.02
19	1281.70	1278.13	1274.03	1269.94	-0.02	0.02	0.19	0.01
20	1333.83	1333.30	1322.91	1322.09	-0.03	0.00	0.17	0.00
21	30.66	61.30	42.77	42.95	0.05	0.02	0.13	14.04

注1) ソクテイ 16回 ……初亀裂発生

ソクテイ 20回 ……破壊直前

ソクテイ 21回 ……破壊直後

注2) P-2~P-5 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は図-2.2 参照

ソウタイ	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
3	0.02	-0.02	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00
4	0.03	0.00	0.01	0.10	0.11	0.01	0.02	0.02
5	0.07	0.05	0.08	0.32	0.33	0.13	0.09	0.05
6	0.07	0.10	0.13	0.38	0.40	0.14	0.11	0.03
7	0.08	0.13	0.20	0.51	0.52	0.14	0.16	0.05
8	0.10	0.22	0.30	0.65	0.67	0.24	0.20	0.06
9	0.20	0.48	0.56	1.00	1.02	0.42	0.34	0.11
10	0.20	0.61	0.72	1.21	1.21	0.46	0.40	0.11
11	0.21	0.76	0.87	1.40	1.40	0.57	0.48	0.11
12	0.23	0.92	1.06	1.67	1.65	0.67	0.56	0.12
13	0.31	1.27	1.46	2.22	2.19	0.91	0.79	0.22
14	0.31	1.43	1.63	2.51	2.46	1.11	0.90	0.20
15	0.33	1.64	1.87	2.91	2.86	1.33	1.07	0.22
16	0.35	1.82	2.09	3.32	3.27	1.54	1.23	0.25
17	0.48	2.27	2.60	4.19	4.16	1.98	1.65	0.37
18	0.54	2.49	2.85	4.69	4.62	2.32	1.86	0.44
19	0.54	2.70	3.15	5.18	5.11	2.52	2.10	0.50
20	0.54	2.81	3.26	5.40	5.34	2.73	2.19	0.50
21	9.98	0.85	2.40	-0.33	-6.84	-11.91	-15.86	-14.65

ソウタイ	0- 13	0- 14	0- 15	0- 16	0-101	0-102	0-103	0-104
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01
3	0.00	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01
4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
5	0.21	0.03	0.00	-0.01	-0.16	0.00	-0.01	0.26
6	0.19	0.02	-0.01	-0.01	-0.17	-0.02	-0.02	0.26
7	0.21	0.03	-0.01	0.01	-0.17	-0.03	-0.11	0.24
8	0.21	0.02	-0.01	0.01	-0.17	-0.03	-0.11	0.24
9	0.24	0.03	-0.02	-0.01	-0.21	-0.06	-0.12	0.24
10	0.24	0.02	-0.03	-0.02	-0.22	-0.06	-0.13	0.23
11	0.24	0.02	-0.03	-0.01	-0.22	-0.08	-0.13	0.23

ワケイ	0-13	0-14	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104
12	0.24	0.02	-0.04	-0.01	-0.22	-0.08	-0.14	0.23
13	0.27	0.02	-0.05	-0.01	-0.25	-0.08	-0.13	0.22
14	0.22	-0.02	-0.06	-0.06	-0.26	-0.08	-0.13	0.22
15	0.22	-0.02	-0.06	-0.07	-0.26	-0.08	-0.13	0.23
16	0.21	-0.03	-0.08	-0.09	-0.26	-0.09	-0.13	0.24
17	0.25	-0.02	-0.08	-0.05	-0.26	-0.08	-0.05	0.27
18	0.28	0.00	-0.07	-0.08	-0.24	-0.05	-0.04	0.29
19	0.28	-0.03	-0.09	-0.09	-0.26	-0.06	-0.06	0.31
20	0.27	-0.05	-0.09	-0.10	-0.27	-0.08	-0.06	0.31
21	-5.44	-13.24	-18.65	4.40	-0.42	-0.25	-0.09	1.46

ワケイ	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.00	-0.01
3	0.02	0.01	0.06	0.09	0.06	0.02	0.01	-0.01
4	0.02	0.08	0.09	0.15	0.11	0.02	0.01	-0.01
5	0.05	0.26	0.19	0.37	0.30	0.08	0.08	0.04
6	0.03	0.27	0.24	0.45	0.36	0.09	0.11	0.03
7	0.03	0.27	0.29	0.57	0.47	0.15	0.15	0.03
8	0.03	0.39	0.40	0.70	0.59	0.21	0.19	0.03
9	0.05	0.65	0.64	1.01	0.89	0.35	0.29	0.04
10	0.06	0.85	0.84	1.27	1.14	0.47	0.40	0.06
11	0.06	1.01	1.01	1.49	1.36	0.57	0.48	0.06
12	0.08	1.16	1.24	1.80	1.65	0.72	0.61	0.07
13	0.13	1.58	1.65	2.37	2.20	1.01	0.83	0.13
14	0.14	1.74	1.84	2.68	2.51	1.21	0.98	0.18
15	0.19	1.92	2.13	3.14	2.97	1.45	1.18	0.23
16	0.23	2.12	2.39	3.59	3.40	1.70	1.36	0.27
17	0.31	2.62	2.93	4.47	4.26	2.17	1.72	0.37
18	0.37	2.83	3.21	4.97	4.78	2.46	1.92	0.42
19	0.42	3.05	3.54	5.48	5.28	2.74	2.16	0.49
20	0.42	3.19	3.69	5.73	5.54	2.89	2.28	0.52
21	2.35	7.28	9.48	11.09	13.50	5.72	8.90	-1.03

ソクテイ	D-113	D-114	D-115	D-116	D-201	D-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02
3	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00
4	-0.01	-0.01	-0.01	0.02	-0.01	0.00
5	0.07	-0.03	-0.01	0.00	-0.02	0.00
6	0.07	-0.03	-0.02	0.00	-0.03	-0.02
7	0.06	-0.04	-0.03	0.00	-0.03	0.00
8	0.02	-0.04	-0.03	0.00	-0.04	-0.02
9	-0.02	-0.06	-0.05	0.00	-0.05	0.00
10	-0.01	-0.06	-0.06	-0.02	-0.05	0.00
11	-0.01	-0.06	-0.06	-0.02	-0.05	0.00
12	0.07	-0.07	-0.06	0.00	-0.05	0.00
13	0.11	-0.06	-0.04	0.02	-0.06	0.02
14	0.13	-0.04	-0.01	0.02	-0.06	0.02
15	0.13	-0.01	0.01	0.02	-0.05	0.02
16	0.14	0.01	0.01	0.02	-0.06	0.02
17	0.17	0.02	0.03	0.05	-0.06	0.03
18	0.18	0.03	0.05	0.08	-0.04	0.05
19	0.21	0.04	0.05	0.08	-0.05	0.03
20	0.24	0.04	0.07	0.07	-0.05	0.02
21	5.51	10.76	2.08	17.07	-0.07	14.07

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ソク	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
4	*****	27.5	0.0	0.0	147.5	22.5	0.0	0.0	107.5	45.0	-67.5	27.5	0.0	37.5	15.0
8	0.0	40.0	-125.1	-182.5	260.0	132.4	217.5	-70.0	222.5	232.7	-22.5	177.6	467.7	324.9	-112.6
12	-25.0	32.5	-207.6	-165.0	672.4	509.7	770.1	247.4	422.5	585.5	32.5	495.2	932.8	742.4	650.5
16	-2.5	62.5	142.6	389.9	1122.4	844.6	1445.2	659.8	602.6	1051.0	-52.5	970.3	1393.0	1257.3	985.7

(μ)

ソク	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
4	20.1	0.0	115.1	75.2	0.0	22.5
8	20.1	339.9	157.6	10.0	52.5	27.5
12	2.5	384.9	425.3	92.7	70.1	17.5
16	42.6	924.8	975.8	218.0	215.2	47.5

注) 図-2.3, 図-2.4 参照

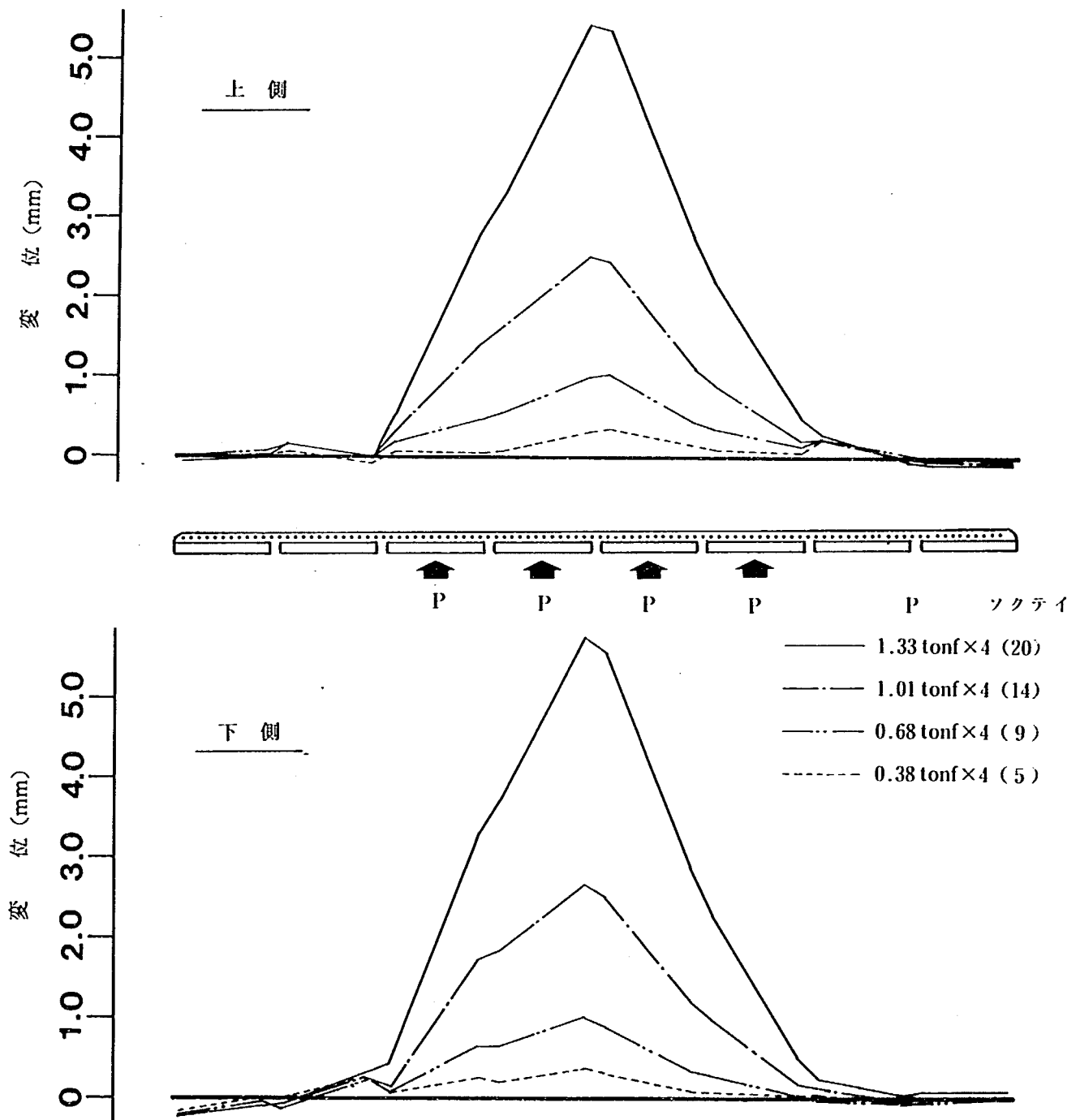
(3) 曲率測定結果一覽表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
4	*****	*****	*****	0.0	-8.0	0.0	0.0	0.0	37.0	-63.1	16.0	104.1	-28.0	-107.0	-12.0
8	*****	*****	*****	-17.0	-3.0	-88.9	-29.0	25.0	-26.0	-5.0	32.0	56.0	-30.0	-62.0	-175.3
12	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	92.0	57.1	127.9	81.1	-47.0	-136.0	79.1
16	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

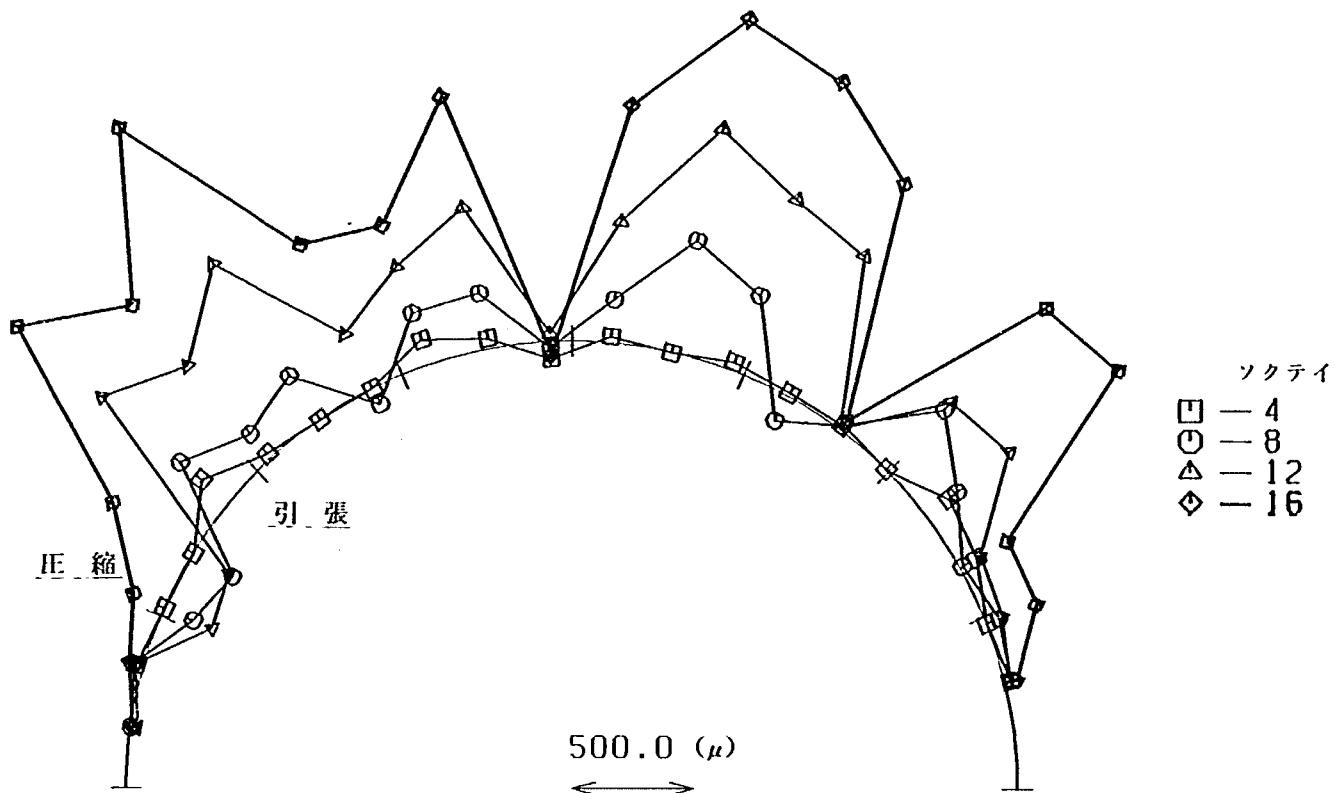
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
4	-234.2	0.0	3.0	30.1	-34.1	-25.0
8	-240.3	197.9	13.0	101.5	3.0	-4.0
12	*****	-84.0	-72.1	-69.3	-29.0	-43.1
16	*****	*****	*****	*****	*****	*****

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

概要：載荷荷重を上げるにつれ、押抜板部ならびに周辺部より徐々に付着が切れていった。

注) 数字は測定回を示す。

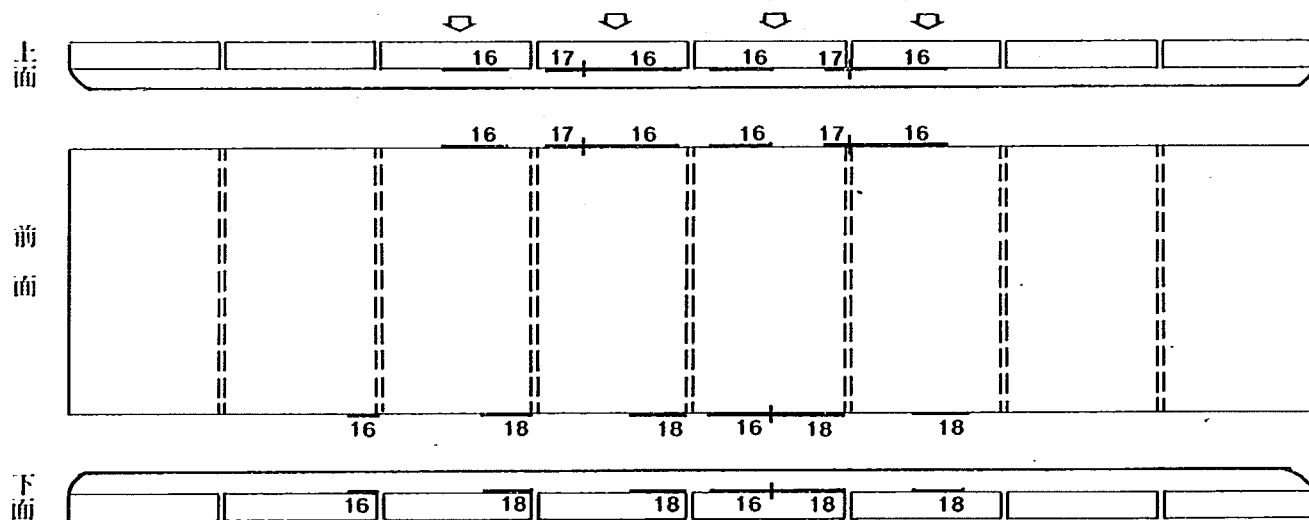
測定回 荷重

16.....1.06 tonf×4

17.....1.20 tonf×4

18.....1.26 tonf×4

最大荷重時破壊状況は、次図参照。

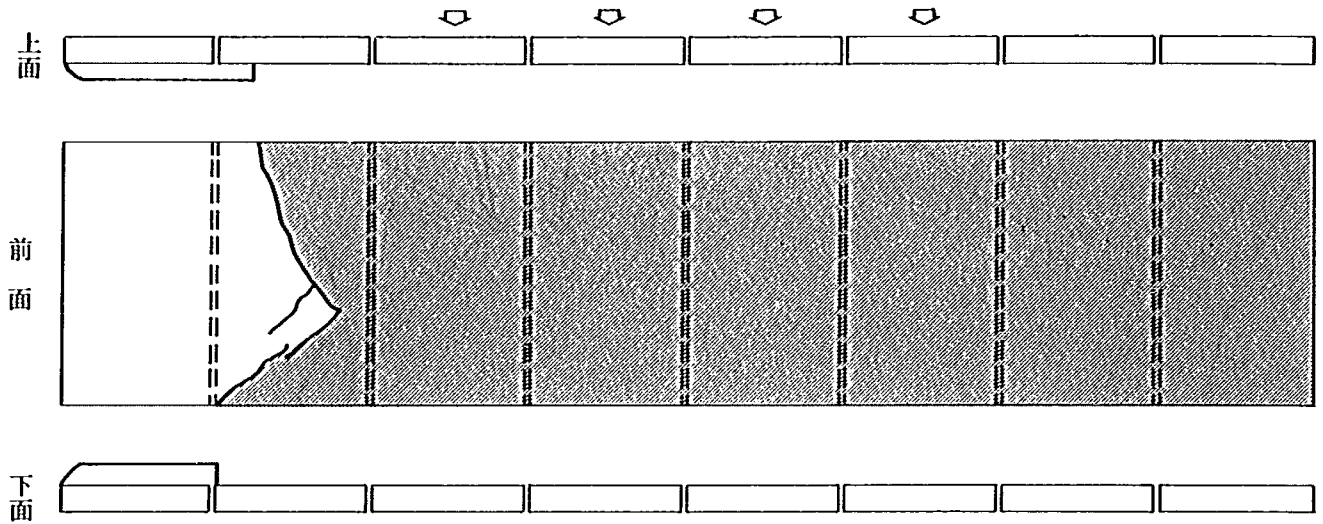


(6) クラック発生状況図

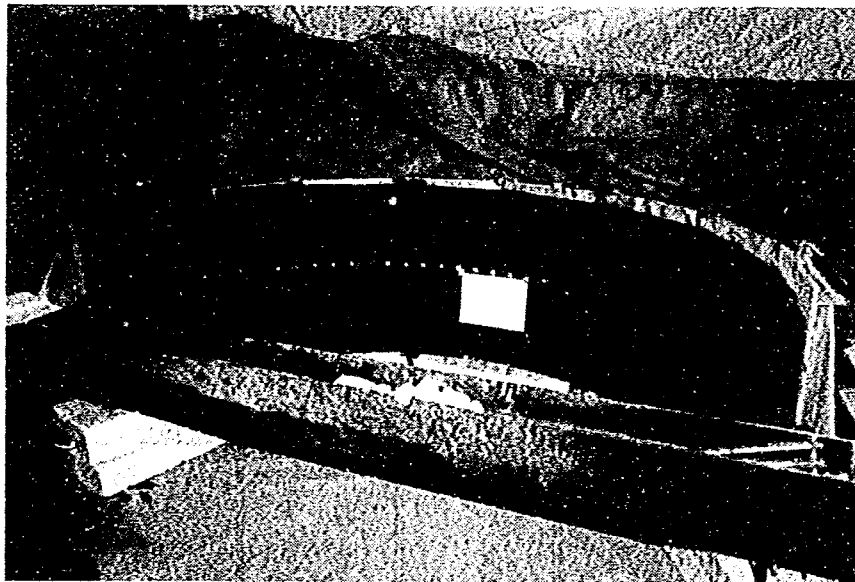
概要：最大荷重時，ほぼ全面が付着破壊を起こし，左端の1枚のみ付着したままであった。

注) 斜線部は，吹付けコンクリートがはく離し，鋼板が露出していることを示す。

最大荷重 1.3 tonf×4



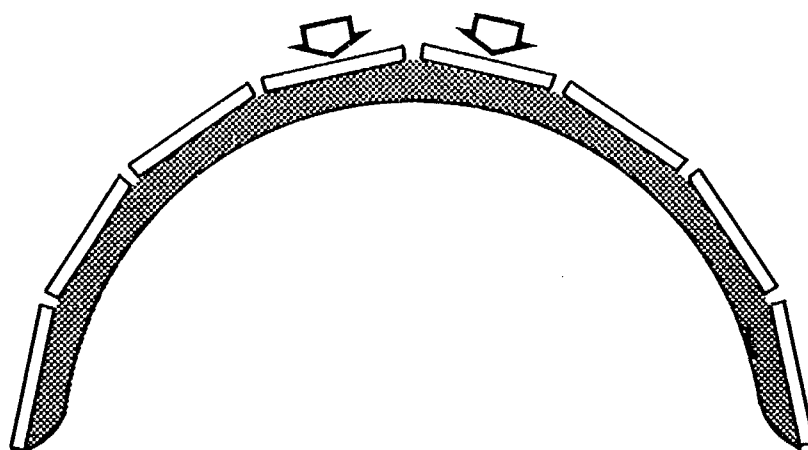
(7) 破壊状況図



(8) 破壊状況

2.8.1 ケース No. 8(1)

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) クラック発生状況図
- (7) 破壊状況図
- (8) 破壊状況



吹付け厚さ 3.4 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 3	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	101.15	119.15	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00
3	242.14	241.36	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03
4	367.81	363.57	-0.03	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06
5	511.86	507.17	-0.02	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06
6	628.34	629.38	-0.04	-0.02	-0.02	-0.03	0.02	-0.03
7	747.87	745.48	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	-0.05
8	888.86	879.91	-0.06	-0.08	-0.08	-0.07	-0.05	-0.10
9	990.01	986.84	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.03	-0.08
10	1106.48	1105.99	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	0.00	-0.03
11	1232.15	1231.26	-0.02	-0.02	0.00	-0.04	-0.02	-0.03
12	1357.82	1356.52	-0.04	-0.03	-0.02	-0.04	-0.03	-0.05
13	1483.48	1484.84	-0.03	-0.03	-0.03	-0.08	-0.03	-0.03
14	1624.48	1622.33	-0.06	-0.03	-23.30	-0.07	-0.02	-0.02
15	1731.75	1729.26	-0.07	-0.05	-95.44	-0.08	-0.03	-0.02
16	1860.49	1857.58	-0.05	-0.02	-171.41	-0.01	0.02	0.02
17	1670.45	1995.07	-0.06	-0.05	144.72	-0.09	-0.03	0.02
18	2124.08	2120.33	-0.07	-0.06	-0.06	-0.15	-0.05	0.05
19	2240.55	2239.48	-0.07	-0.05	-0.05	-0.14	-0.05	0.06

注1) ソクテイ 7回……………初亀裂発生
ソクテイ 19回 ……計測中に破壊

注2) P-3～P-4 ……………荷重 (kgf)
D-1～D-216 ……………変位 (mm)
測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12	0- 13	0- 14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	-0.02
3	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03
4	-0.03	0.03	0.03	0.02	-0.05	-0.05	-0.07	-0.06
5	-0.01	0.11	0.13	0.03	-0.03	-0.05	-0.07	-0.06
6	0.02	0.30	0.33	0.11	0.06	0.06	0.00	-0.02
7	0.02	0.35	0.40	0.09	0.05	0.05	-0.06	-0.03
8	0.02	0.43	0.49	0.09	0.03	0.02	-0.12	-0.10
9	0.05	0.57	0.64	0.20	0.06	0.05	-0.07	-0.06
10	0.10	0.75	0.84	0.21	0.11	0.08	-0.07	-0.06
11	0.12	0.86	0.97	0.26	0.11	0.08	-0.07	-0.06
12	0.13	1.00	1.10	0.31	0.09	0.06	-0.07	-0.08
13	0.16	1.14	1.25	0.31	0.11	0.06	-0.07	-0.08
14	0.24	1.46	1.56	0.43	0.17	0.08	0.01	-0.06
15	0.26	1.60	1.70	0.42	0.17	0.06	-0.06	-0.08
16	0.32	1.83	1.94	0.55	0.22	0.09	-0.01	-0.05
17	0.37	2.03	2.14	0.64	0.23	0.06	-0.03	-0.06
18	0.50	2.37	2.49	0.74	0.28	0.05	-0.04	-0.06
19	0.55	2.57	2.70	0.85	0.31	0.06	-0.01	-0.05

ソクテイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
3	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.07	-0.01	-0.02	-0.01
4	-0.03	-0.01	-0.04	-0.05	-0.08	-0.03	-0.05	-0.02
5	-0.03	-0.01	-0.05	-0.05	-0.10	-0.03	-0.05	-0.01
6	-0.01	0.02	-0.04	-0.02	-0.07	-0.03	-0.02	0.03
7	-0.01	0.01	-0.06	-0.03	-0.09	-0.04	-0.05	0.02
8	-0.06	-0.02	-0.09	-0.08	-0.11	-0.06	-0.08	0.01
9	-0.04	-0.01	-0.07	-0.05	-0.09	-0.06	-0.05	0.02
10	-0.04	-0.01	-0.06	-0.03	-0.07	0.08	-0.05	0.00
11	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02	-0.07	0.08	-0.03	0.00
12	-0.06	-0.01	-0.07	-0.03	-0.08	0.07	-0.05	0.00
13	-0.06	-0.01	-0.07	-0.03	-0.07	0.07	-0.05	0.00
14	-0.03	0.05	-0.09	-0.03	-0.06	0.06	-0.05	0.01
15	-0.04	0.04	-0.09	-0.03	-0.07	0.07	-0.05	0.01
16	-0.04	0.04	-0.08	0.00	-0.05	0.08	-0.02	0.03
17	-0.05	0.03	-0.08	-0.03	-0.06	0.08	-0.03	0.02
18	-0.03	0.03	-0.10	-0.05	-0.06	0.07	-0.05	0.00
19	-0.03	-0.05	0.15	-2.62	-49.10	2.90	-1.51	3.06

ソクテイ	D-107	D-108	D-109	D-110	D-111	D-112	D-113	D-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01
3	-0.01	0.03	0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
4	-0.01	0.06	0.06	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01
5	0.03	0.12	0.12	0.00	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01
6	0.05	0.27	0.23	0.03	0.01	-0.03	0.02	0.01
7	0.05	0.33	0.30	0.05	0.01	-0.06	0.01	0.01
8	0.06	0.42	0.37	0.03	0.01	-0.06	-0.01	-0.01
9	0.08	0.54	0.50	0.08	0.01	-0.04	0.01	0.00
10	-0.01	0.71	0.67	0.08	0.03	0.01	-0.01	0.01
11	0.02	0.85	0.80	0.11	0.03	0.01	-0.01	0.00
12	0.04	0.98	0.92	0.12	0.03	0.01	-0.01	-0.01
13	0.06	1.12	1.05	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00
14	0.10	1.38	1.30	0.17	0.03	-0.03	0.01	0.01
15	0.11	1.50	1.42	0.21	0.03	-0.03	0.01	0.01
16	0.18	1.73	1.65	0.29	0.05	-0.02	0.03	0.01
17	0.20	1.91	1.83	0.32	0.06	-0.03	0.01	0.01
18	0.26	2.20	2.14	0.40	0.07	0.00	0.03	0.01
19	0.78	10.10	6.18	4.30	1.46	3.50	1.08	0.00

ノリイ	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-0.02	0.09	0.00
3	-0.01	-0.02	0.08	-0.03
4	-0.01	-0.05	0.06	-0.05
5	-0.01	-0.03	0.06	-0.03
6	0.01	-0.03	0.05	0.05
7	0.01	-0.05	0.02	0.02
8	-0.01	-0.08	-0.01	-0.02
9	0.01	-0.05	0.01	0.02
10	0.03	-0.02	-0.02	0.03
11	0.03	-0.02	-0.02	0.05
12	0.03	-0.03	-0.03	0.03
13	0.03	-0.03	-0.03	0.03
14	0.01	0.00	-0.08	0.10
15	0.01	-0.02	-0.08	0.08
16	0.02	0.02	-0.06	0.10
17	0.01	0.00	-0.08	0.08
18	0.05	-0.02	-0.08	0.10
19	0.01	-0.03	-20.29	-0.02

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	20.0	30.0	15.0	35.0	12.5	90.0	35.0	60.0	2.5	0.0	0.0	-149.7	2.5	70.0	15.0
9	52.5	65.0	72.5	37.5	80.0	70.0	115.0	200.0	65.0	82.5	-214.6	-207.1	105.2	254.9	197.6
13	37.5	65.0	55.0	45.0	199.9	140.1	207.6	390.0	132.6	447.3	-496.5	-119.8	218.0	432.3	400.2
17	17.5	45.0	105.0	122.5	269.9	225.1	387.6	642.6	215.1	549.7	-513.9	-59.9	340.7	604.8	745.4

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	30.0	30.0	*****	*****	0.0	0.0
9	202.6	97.6	0.0	0.0	*****	7.5
13	312.7	187.6	-190.1	20.0	45.0	2.5
17	500.3	315.2	-140.1	434.5	45.0	7.5

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

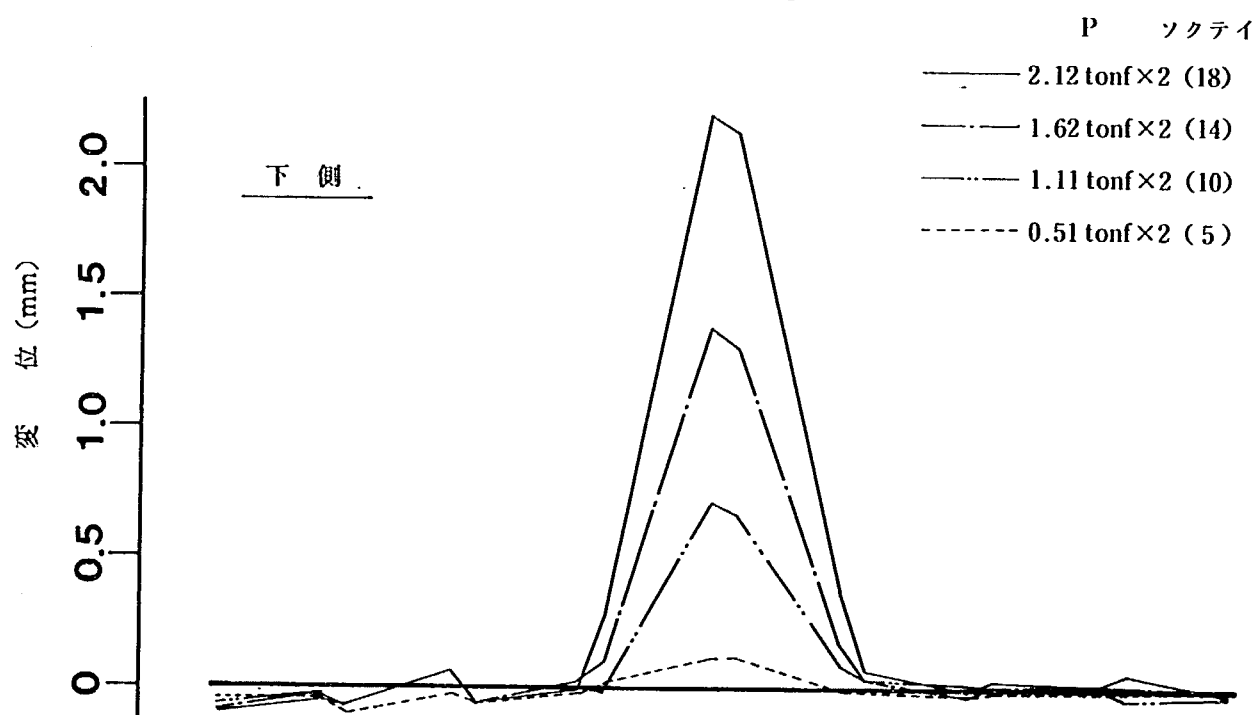
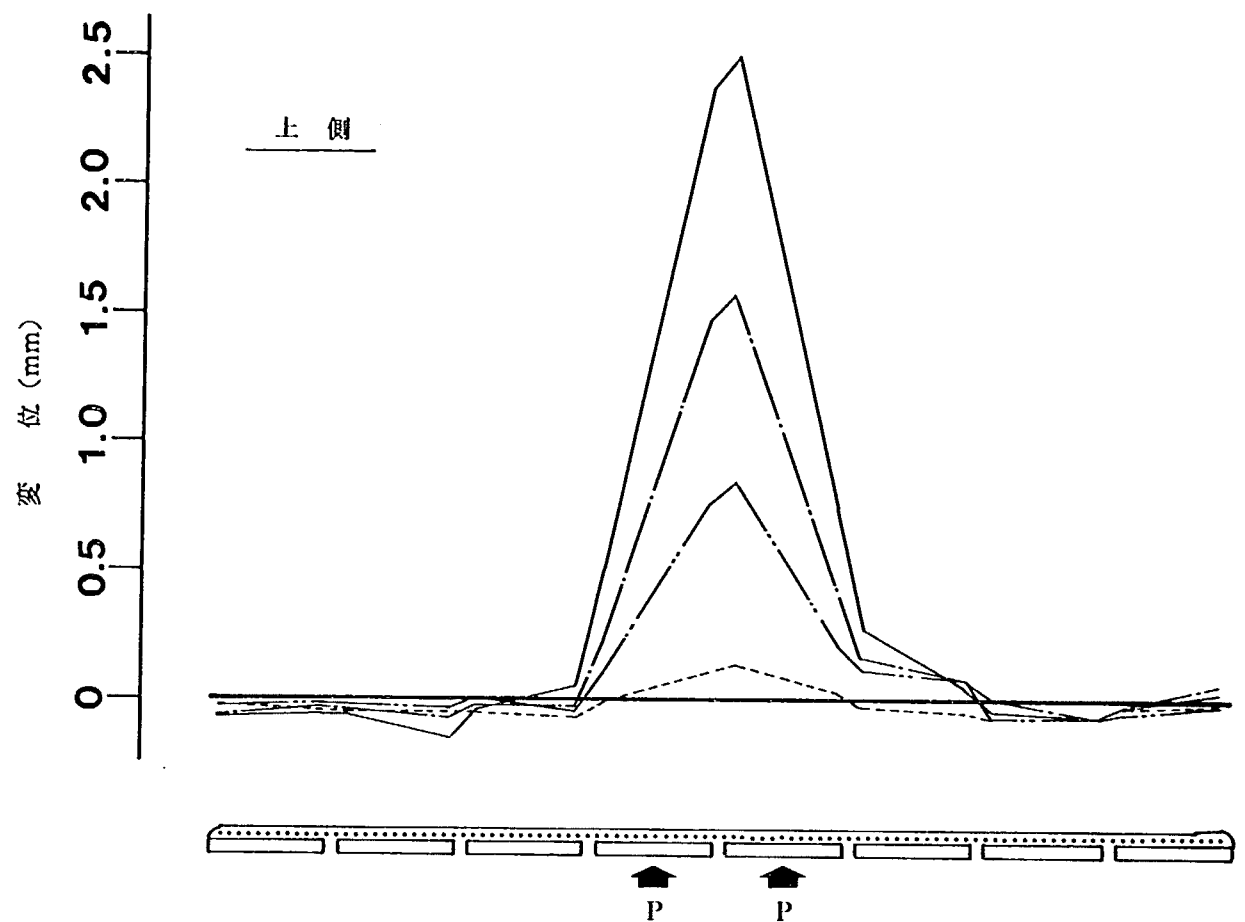
(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	*****	72.1	11.0	-2.0	-84.9	43.0	26.0	18.0	30.0	0.0	0.0	*****	*****	*****	*****
9	-5.0	15.0	44.0	*****	-126.9	21.0	102.1	-122.0	-33.0	7.0	53.8	30.9	-17.1	-161.9	52.1
13	*****	63.1	-6.0	4.0	23.0	-10.0	-17.0	-178.0	16.0	-2.0	17.9	106.6	-13.1	-197.8	35.0
17	6.0	73.1	-1.0	14.0	57.9	18.0	-4.0	*****	9.0	32.0	174.3	111.5	-15.1	-192.8	-77.1

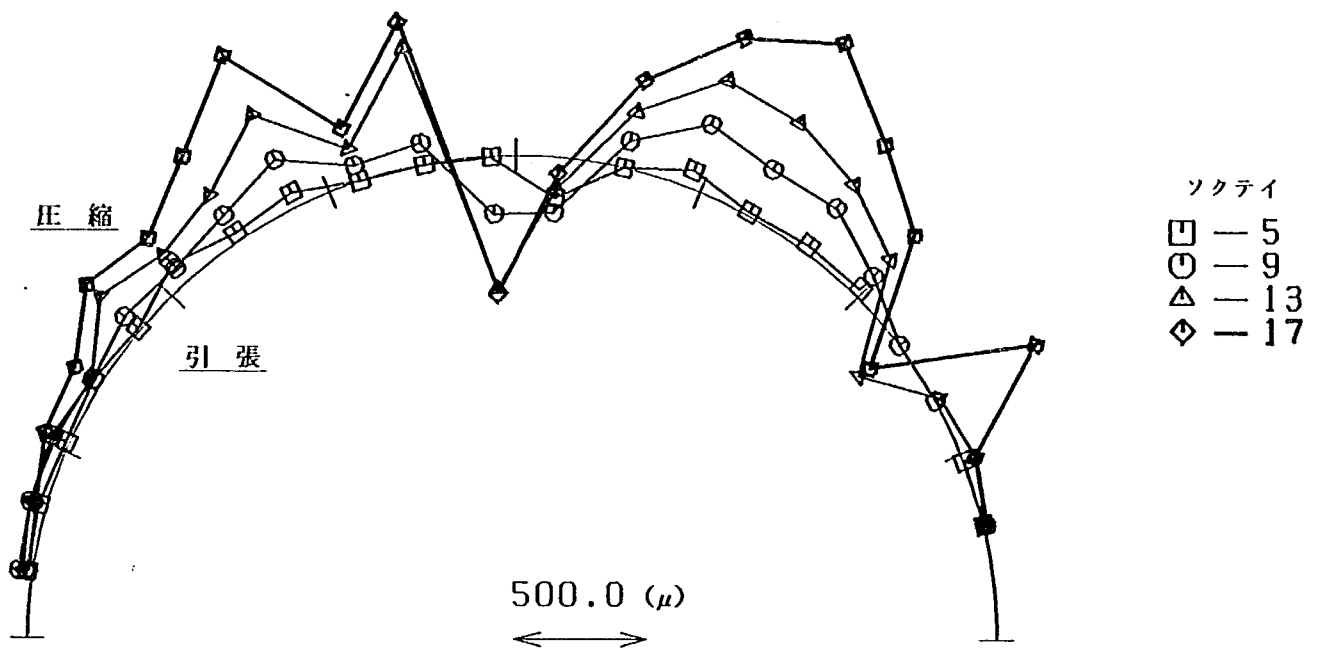
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	*****	*****	*****	*****	0.0	0.0
9	24.0	-17.0	0.0	0.0	*****	*****
13	23.0	-150.2	-60.1	32.9	-73.0	-17.1
17	27.0	-129.2	-42.0	15.0	*****	17.1

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

概要：載荷荷重を上げるにつれ、押抜板中央部ならびに
周辺部より、徐々に付着が切れていった。

注) 数字は、測定回を示す。

測定回 荷重

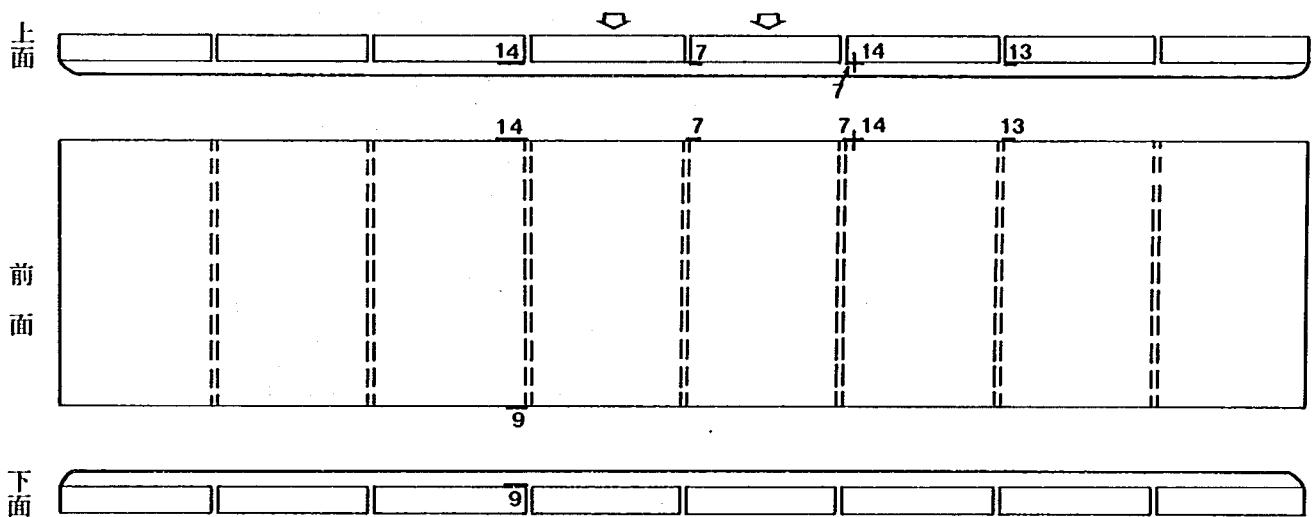
7 0.7 tonf × 2

9 1.0 tonf × 2

13 1.5 tonf × 2

14 1.6 tonf × 2

最大荷重時破壊状況は、次図参照

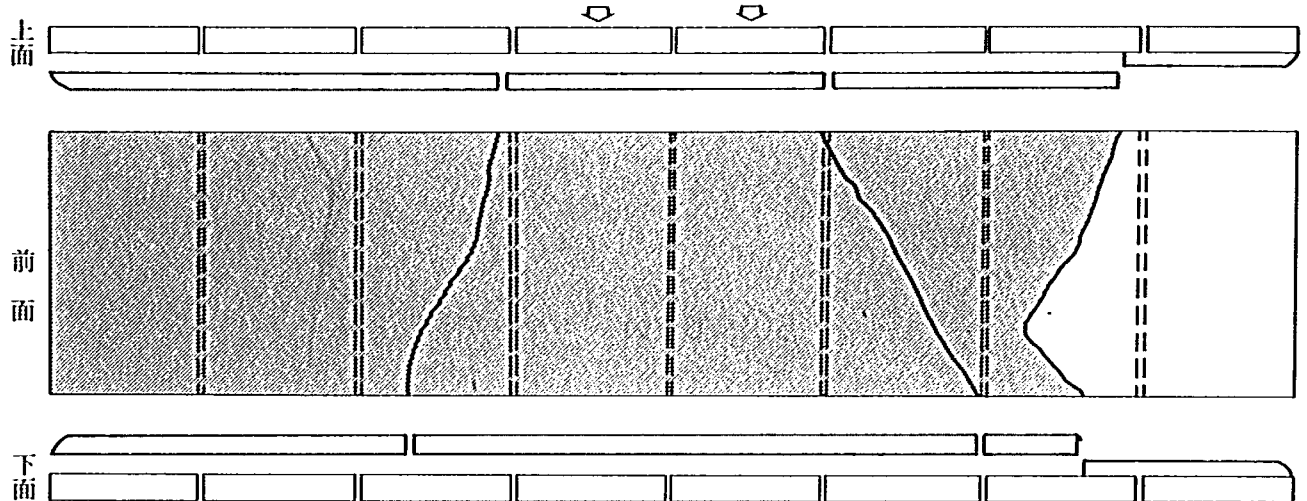


(6) クラック発生状況図

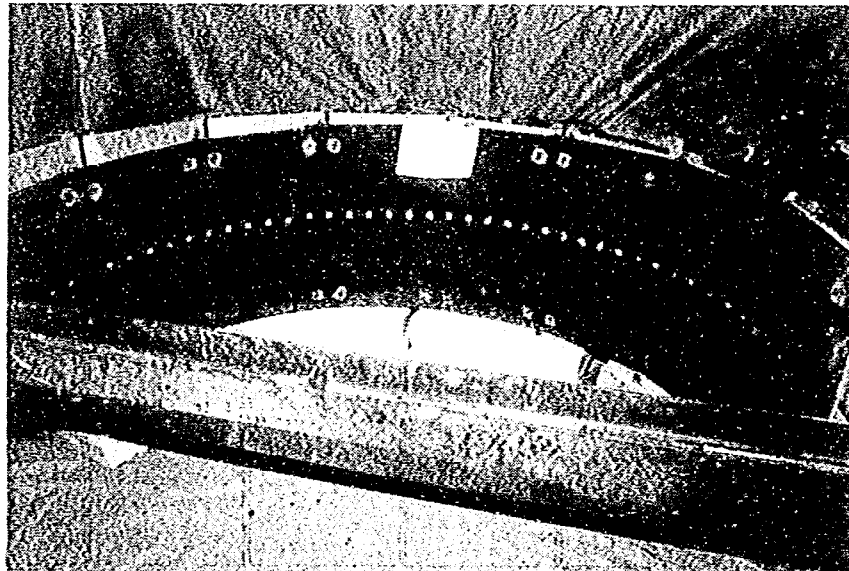
最大荷重 2.2 tonf×2

概要：最大荷重時、ほぼ全面が付着破壊を起こし、右端の1枚のみ付着したままであった。吹付けコンクリートは、下図のように、3つのブロックに破壊された形で落下した。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。



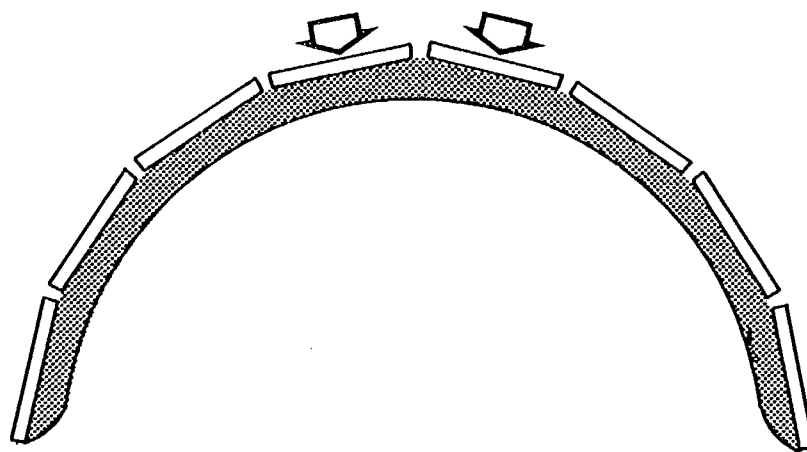
(7) 破壊状況図



(8) 破壊状況

2.8.2 ケース No. 8(2)

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 軸応力度計算結果一覧表
- (5) 曲げモーメント計算結果一覧表
- (6) 変位分布図
- (7) 歪分布図（表面 20 cm）
- (8) 曲率の変化分布図
- (9) 軸応力度分布図
- (10) 曲げモーメント分布図
- (11) クラック発生状況図
- (12) 破壊状況図
- (13) 破壊状況



吹付け厚さ 3.6 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P-3	P-4	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	122.60	119.15	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03
3	236.01	229.14	0.01	0.05	0.00	-0.03	0.00	-0.03
4	367.81	366.63	0.08	0.05	0.00	-0.02	0.00	-0.02
5	490.41	485.78	0.09	0.06	0.02	-0.01	0.02	0.00
6	609.94	607.99	-0.01	0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.00
7	738.68	733.26	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	0.00	-0.02
8	858.21	855.46	0.03	0.00	-0.03	-0.03	0.00	-0.03
9	852.08	999.06	0.06	-0.02	-0.05	-0.03	-0.02	-0.05
10	1131.00	1127.38	0.08	-0.02	-0.03	-0.03	0.02	-0.03
11	1235.22	1237.37	0.07	-0.02	-0.03	-0.03	0.02	-0.02
12	1357.82	1350.41	0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.02	-0.05
13	1489.61	1481.79	0.07	-0.02	-0.05	-0.03	-0.02	0.00
14	1612.22	1607.05	0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	0.03
15	1734.82	1729.26	0.02	-0.06	-0.08	-0.10	-0.05	0.03
16	1863.55	1854.52	-0.06	-0.10	-0.09	-0.13	-0.07	0.05
17	1986.15	1982.84	-0.04	-0.05	-0.06	-0.13	-0.03	0.14
18	2065.84	2059.23	-0.06	-0.11	-0.11	-0.16	-0.03	0.14
19	2170.06	2169.21	-0.05	-0.13	-0.11	-0.15	-0.03	0.18
20	79.69	79.44	-0.26	-0.19	-0.22	-0.18	-0.05	3.10

注1) ソクテイ 8回……初亀裂発生

ソクテイ 19回 ……破壊直前

ソクテイ 20回 ……破壊直後

注2) P-3～P-4……荷重 (kgf)

D-1～D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ワグタイ	0- 7	0- 8	0- 9	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.05	-0.01	-0.02
3	0.01	0.00	0.00	-0.03	-0.05	-0.06	-0.01	-0.05
4	0.01	0.05	0.06	-0.03	-0.03	-0.05	-0.01	-0.03
5	0.01	0.11	0.13	-0.01	-0.02	-0.03	0.01	-0.02
6	0.03	0.22	0.25	-0.01	0.02	0.02	0.06	0.03
7	0.02	0.27	0.33	-0.02	0.02	0.00	0.04	0.02
8	0.04	0.38	0.46	0.08	0.02	0.00	0.04	0.02
9	0.06	0.56	0.65	0.07	0.02	-0.02	0.06	-0.02
10	0.12	0.83	0.92	0.08	0.00	-0.09	-0.07	-0.15
11	0.14	1.02	1.11	0.17	0.02	-0.08	-0.07	-0.15
12	0.19	1.24	1.38	0.17	0.00	-0.11	-0.09	-0.18
13	0.26	1.62	1.83	0.30	0.05	-0.09	-0.06	-0.16
14	0.40	2.15	2.40	0.41	0.11	-0.05	0.00	-0.11
15	0.45	2.43	2.73	0.51	0.11	-0.08	-0.01	-0.13
16	0.55	2.81	3.14	0.61	0.11	-0.09	-0.04	-0.16
17	0.65	3.26	3.64	0.75	0.19	-0.06	-0.03	-0.11
18	0.80	3.83	4.26	0.92	0.26	-0.03	0.03	-0.03
19	0.88	4.10	4.56	0.95	0.28	-0.02	0.03	-0.03
20	3.41	25.41	10.50	-0.43	-7.02	-14.73	-10.91	-12.71

ワグタイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.01	-0.05	-0.02
3	-0.04	-0.03	-0.03	-0.06	-0.08	-0.01	-0.05	-0.03
4	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.07	-0.01	-0.05	-0.03
5	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.06	-0.01	-0.05	-0.02
6	-0.01	-0.01	-0.03	-0.06	-0.02	-0.03	-0.05	-0.02
7	-0.02	-0.02	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.08	-0.02
8	-0.02	-0.02	-0.06	-0.08	-0.07	-0.04	-0.08	0.00
9	-0.03	-0.02	-0.09	-0.09	-0.08	-0.06	-0.11	0.00
10	-0.20	-0.23	-0.09	-0.09	-0.07	-0.05	-0.08	-0.01
11	-0.20	-0.22	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.08	-0.01
12	-0.22	-0.23	-0.11	-0.12	-0.08	-0.07	-0.11	0.07

ノットイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
13	-0.21	-0.22	-0.10	-0.09	-0.07	-0.06	-0.08	0.09
14	-0.17	-0.18	-0.07	-0.09	-0.02	-0.06	-0.08	0.13
15	-0.18	-0.18	-0.09	-0.11	-0.03	-0.07	-0.10	0.11
16	-0.18	-0.19	-0.10	-0.11	-0.04	-0.07	-0.10	0.17
17	-0.15	-0.17	-0.07	-0.06	-0.01	-0.06	-0.05	0.21
18	-0.02	-0.03	-0.09	-0.09	-0.03	-0.01	-0.05	0.24
19	-0.02	-0.03	-0.09	-0.08	-0.01	-0.01	-0.03	0.31
20	-11.93	1.53	-0.28	-0.26	-0.18	-0.17	-0.11	1.20

ノットイ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	0.00	0.02	-0.03	-0.01	-0.02	-0.01	-0.03
3	-0.01	0.04	0.05	-0.03	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03
4	0.00	0.15	0.14	-0.02	-0.01	-0.04	-0.04	-0.04
5	0.01	0.27	0.23	0.00	-0.01	-0.04	-0.03	-0.03
6	0.05	0.42	0.36	-0.03	-0.01	-0.04	-0.02	-0.04
7	0.07	0.55	0.47	-0.02	-0.01	-0.05	-0.03	-0.04
8	0.10	0.70	0.61	0.00	-0.01	-0.06	-0.04	-0.05
9	0.17	0.92	0.81	0.00	-0.03	-0.08	-0.05	-0.07
10	0.23	1.22	1.06	0.02	-0.06	-0.10	-0.06	-0.11
11	0.29	1.44	1.28	0.08	-0.06	-0.09	-0.03	-0.11
12	0.35	1.71	1.53	0.11	-0.06	-0.10	-0.02	-0.13
13	0.45	2.16	1.98	0.23	-0.03	-0.08	0.03	-0.12
14	0.58	2.71	2.51	0.32	0.01	-0.05	0.04	-0.08
15	0.63	3.02	2.81	0.35	0.01	-0.06	0.03	-0.08
16	0.71	3.44	3.20	0.43	0.01	-0.06	0.04	-0.07
17	0.81	3.89	3.65	0.55	0.04	-0.04	0.05	-0.05
18	0.95	4.48	4.20	0.64	0.07	-0.01	0.06	-0.01
19	1.03	4.78	4.50	0.72	0.08	0.00	0.07	0.00
20	1.87	21.56	17.30	0.12	6.20	-2.32	-13.00	-23.17

ワッティ	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.05	-0.03	-0.05
3	-0.02	-0.07	-0.04	-0.05
4	-0.03	-0.07	-0.04	-0.05
5	-0.03	-0.05	-0.03	-0.03
6	-0.04	-0.08	-0.04	-0.07
7	-0.05	-0.10	-0.05	-0.07
8	-0.05	-0.12	-0.05	-0.07
9	-0.07	-0.13	-0.06	-0.10
10	-0.09	-0.17	-0.06	-0.20
11	-0.09	-0.15	-0.06	-0.18
12	-0.10	-0.18	-0.08	-0.22
13	-0.09	-0.15	-0.07	-0.18
14	-0.06	-0.15	-0.08	-0.13
15	-0.06	-0.15	-0.10	-0.15
16	-0.06	-0.17	-0.11	-0.17
17	-0.03	-0.10	0.00	-0.12
18	-0.01	-0.10	0.00	-0.05
19	-0.01	-0.08	0.00	-0.03
20	-1.44	1.12	-0.64	-8.67

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	30.0	-184.6	-42.5	-180.1	22.5	-50.0	-60.0	104.9	109.9	269.9	447.6	-67.5	*****	5.0	62.5
9	-62.5	-42.4	-57.5	35.0	5.0	244.9	-120.0	339.8	274.8	422.3	322.6	205.0	110.0	207.5	205.0
13	17.5	-162.2	125.0	-102.5	-30.0	174.9	127.5	894.4	392.3	512.3	-292.5	172.5	315.0	590.1	650.1
17	52.5	239.5	154.9	-70.0	7.5	507.3	245.0	1266.6	727.1	684.7	-547.6	147.5	565.0	1010.2	1235.1

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	-109.9	-17.5	-15.0	-190.2	162.4	-17.5
9	477.2	0.0	-5.0	-62.6	-57.5	-202.3
13	719.5	175.0	350.0	282.7	122.4	-84.9
17	1106.7	287.5	719.9	553.0	249.8	-337.2

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	245.8	90.6	0.0	10.0	12.0	-117.9	3.0	106.9	0.0	-45.0	-12.0	6.0	*****	-2.0	-16.0
9	85.9	-4.0	-2.0	9.0	14.0	-89.9	-92.0	-162.8	-132.8	-55.0	3.0	35.0	8.0	-42.0	*****
13	*****	*****	*****	*****	*****	9.0	42.0	-142.8	-43.9	-30.0	201.1	116.0	22.0	-152.1	-54.0
17	213.8	19.9	0.0	18.0	27.0	-47.0	42.0	-332.6	-90.9	-74.9	405.1	256.0	88.0	-199.1	-122.0

(×10⁻⁶/cm)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	-15.0	36.0	39.0	34.1	31.0	129.8
9	*****	*****	*****	*****	*****	*****
13	23.0	58.0	1.0	39.1	-10.0	60.9
17	-38.9	117.0	3.0	*****	30.0	47.9

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(4) 軸応力度計算結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	2.381	0.095	-0.170	-0.628	0.200	-1.284	-0.212	1.403	0.440	0.666	1.680	-0.215	*****	0.002	0.103
9	0.541	-0.206	-0.248	0.223	0.149	0.152	-1.327	-0.138	-0.123	1.184	1.318	1.142	0.514	0.444	*****
13	*****	*****	*****	*****	*****	0.782	0.897	2.264	1.165	1.773	0.680	1.757	1.462	0.962	2.103
17	2.177	1.141	0.620	-0.114	0.278	1.597	1.367	2.007	2.072	2.049	1.537	2.946	3.070	2.209	3.818

(kgf/cm²)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	-0.577	0.261	0.299	-0.447	0.934	1.124
9	*****	*****	*****	*****	*****	*****
13	3.089	1.234	1.409	1.490	0.398	0.221
17	4.068	2.226	2.907	*****	1.275	-0.908

注) コンタクトストレーンゲージおよび曲率測定器の測定結果より, 文献 11), 12) に示されている方法で, 計算した値。弾性係数は, 4,000 kgf/cm²。誤差が大きく, 参考程度のものである。

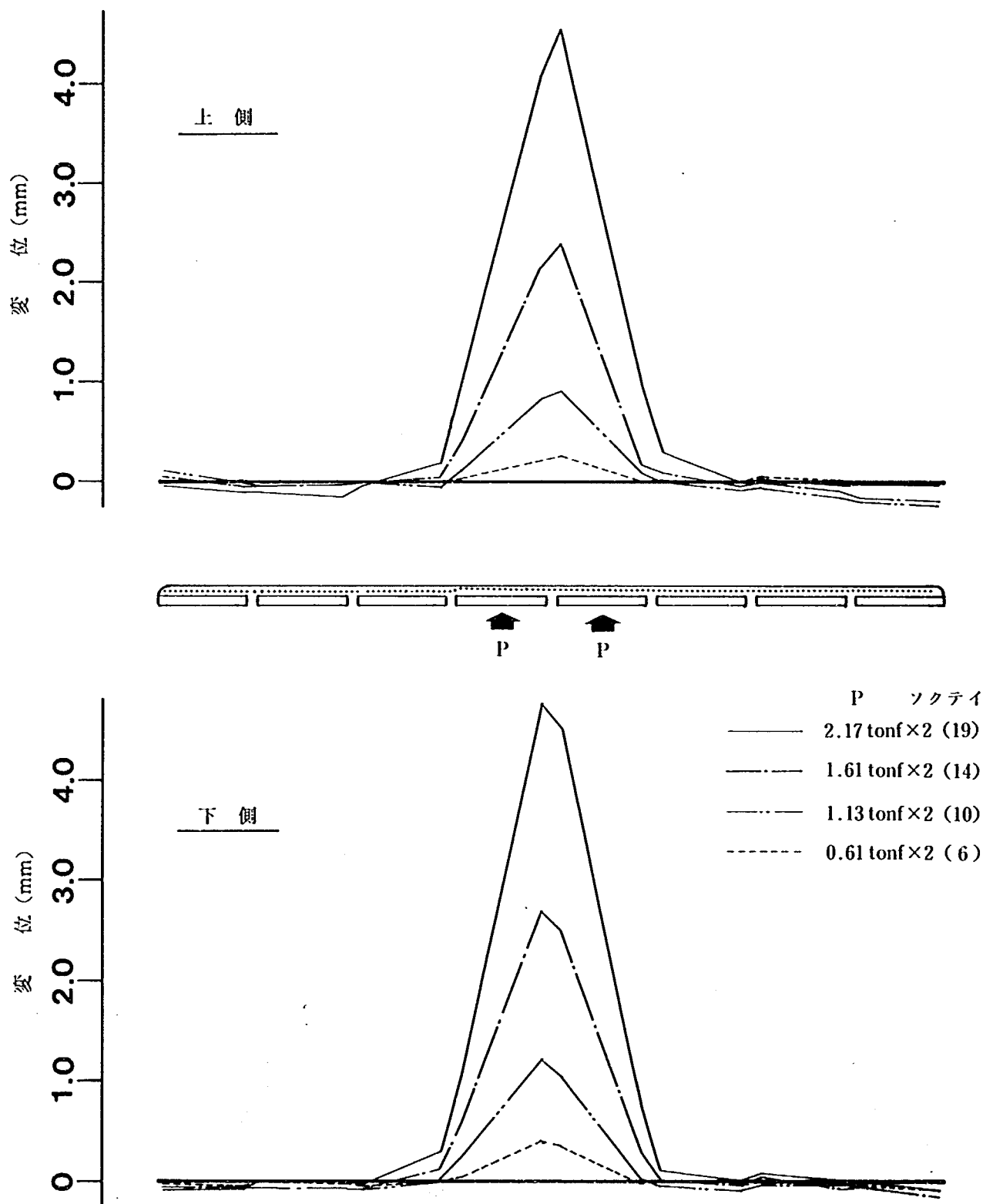
(5) 曲げモーメント計算結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	382.3	140.9	0.0	15.6	18.6	-183.3	4.7	166.2	0.0	-69.9	-18.7	9.3	*****	-3.1	-24.9
9	133.6	-6.2	-3.1	14.0	21.7	-139.8	-143.1	-253.2	-206.6	-85.5	4.7	54.4	12.4	-65.3	*****
13	*****	*****	*****	*****	*****	14.0	65.3	-222.1	-68.3	-46.6	312.7	180.4	34.2	-236.5	-84.0
17	332.6	31.0	0.0	28.0	41.9	-73.0	65.3	-517.2	-141.4	-116.5	630.1	398.2	136.9	-309.6	-189.8

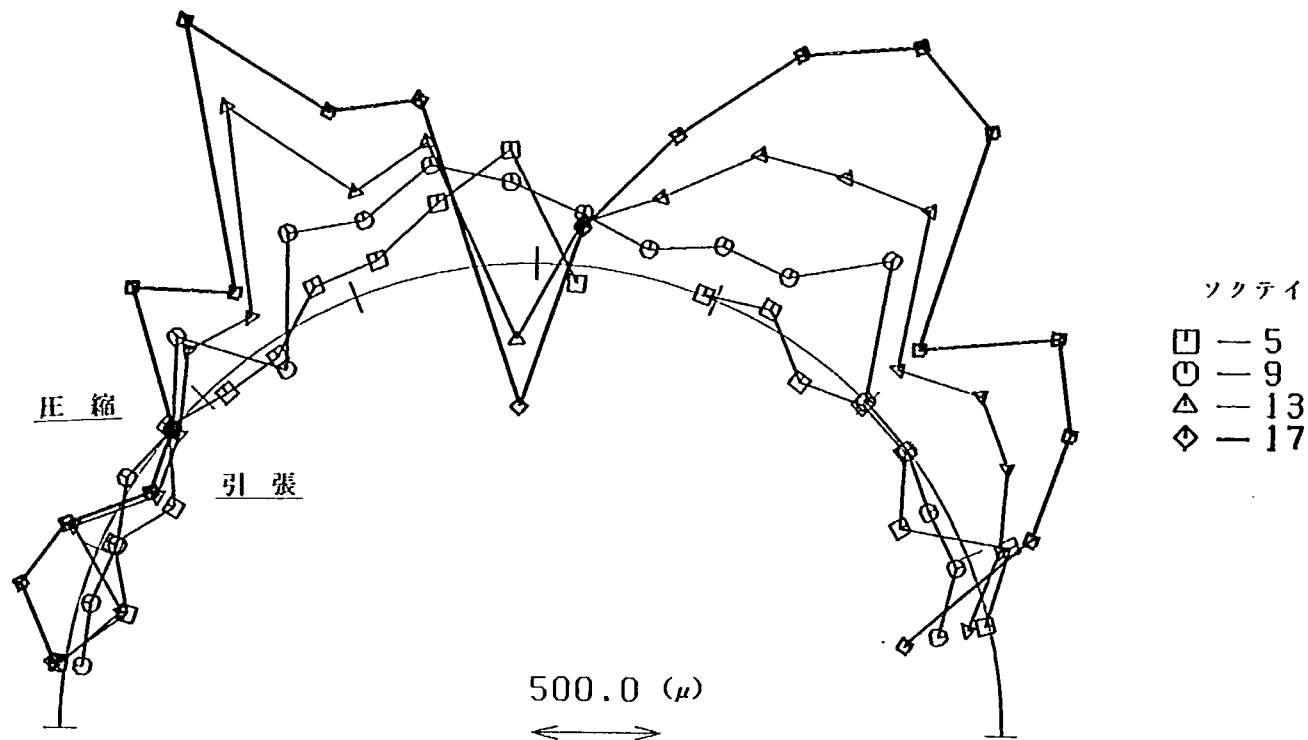
(kgf・cm)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	-23.3	56.0	60.6	53.0	48.2	201.8
9	*****	*****	*****	*****	*****	*****
13	35.7	90.2	1.6	60.8	-15.5	94.7
17	-60.6	182.0	4.7	*****	46.6	74.5

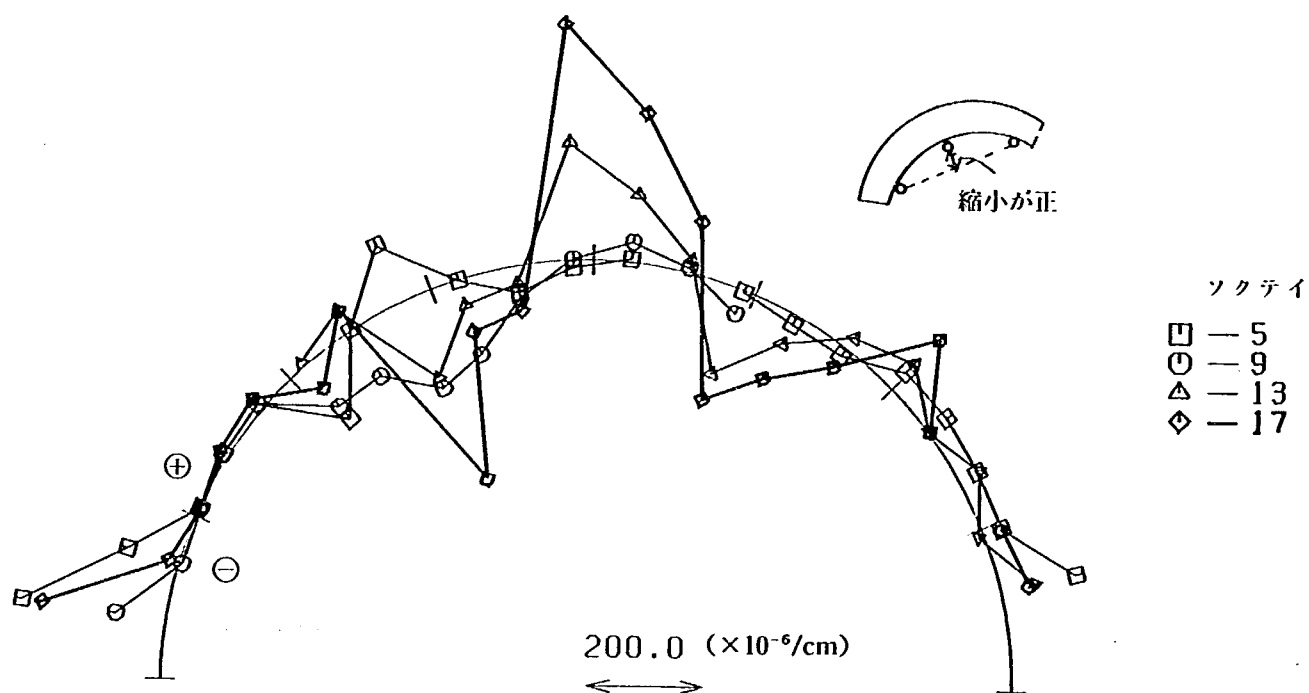
注) コンタクトストレーンゲージおよび曲率測定器の測定結果より, 文献 11), 12) に示されている方法で, 計算した値。弾性係数は, 4,000 kgf/cm²。誤差が大きく, 参考程度のものである。



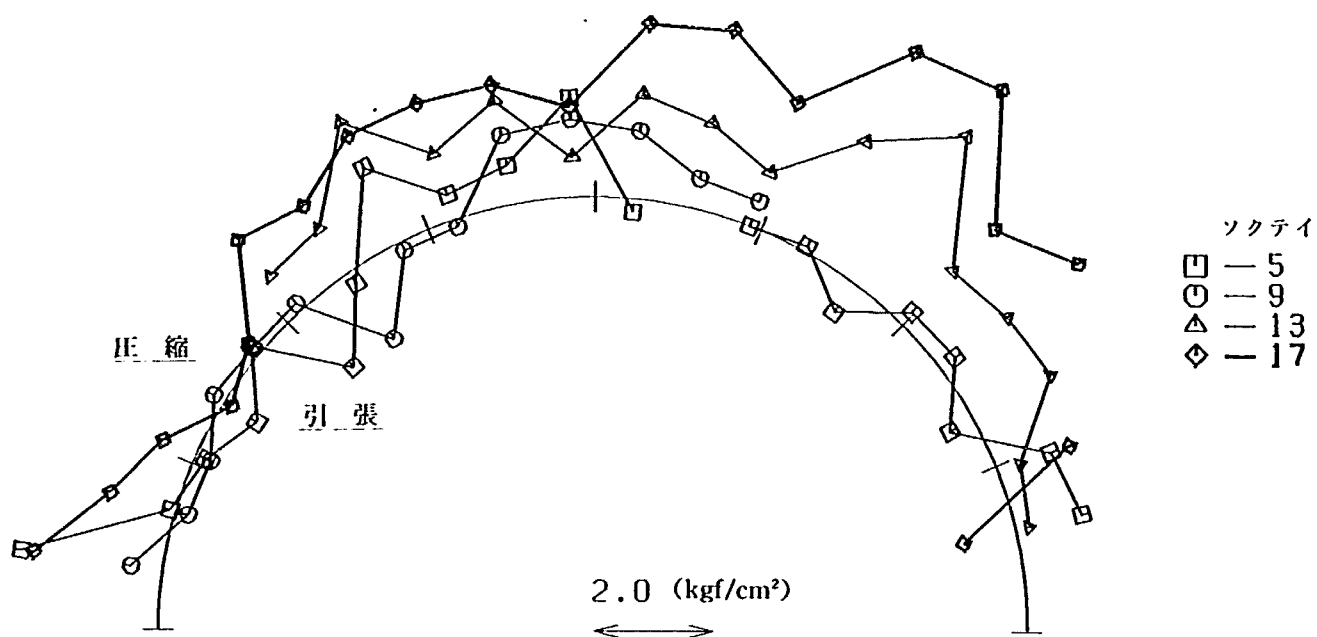
(6) 変位分布図



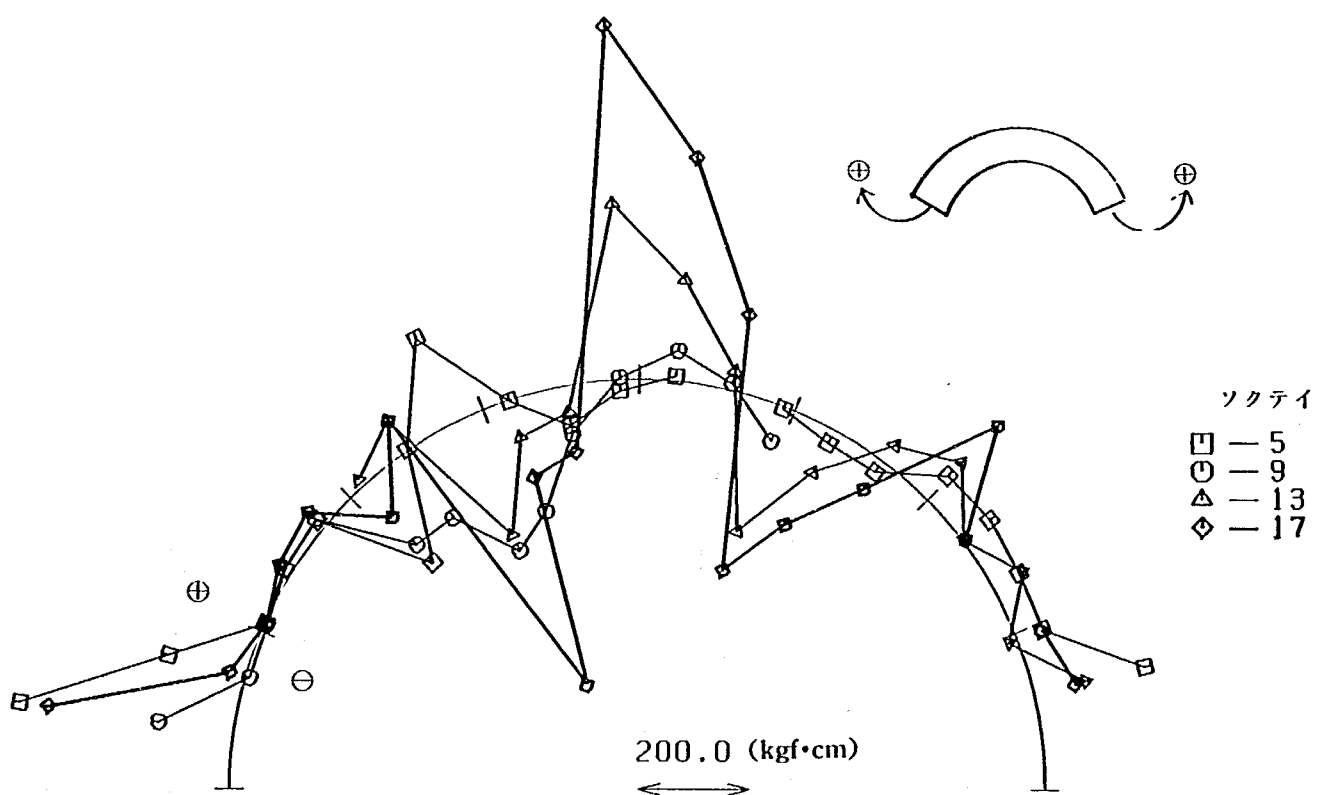
(7) 歪分布図 (表面 20 cm)



(8) 曲率の変化分布図



(9) 軸応力度分布図



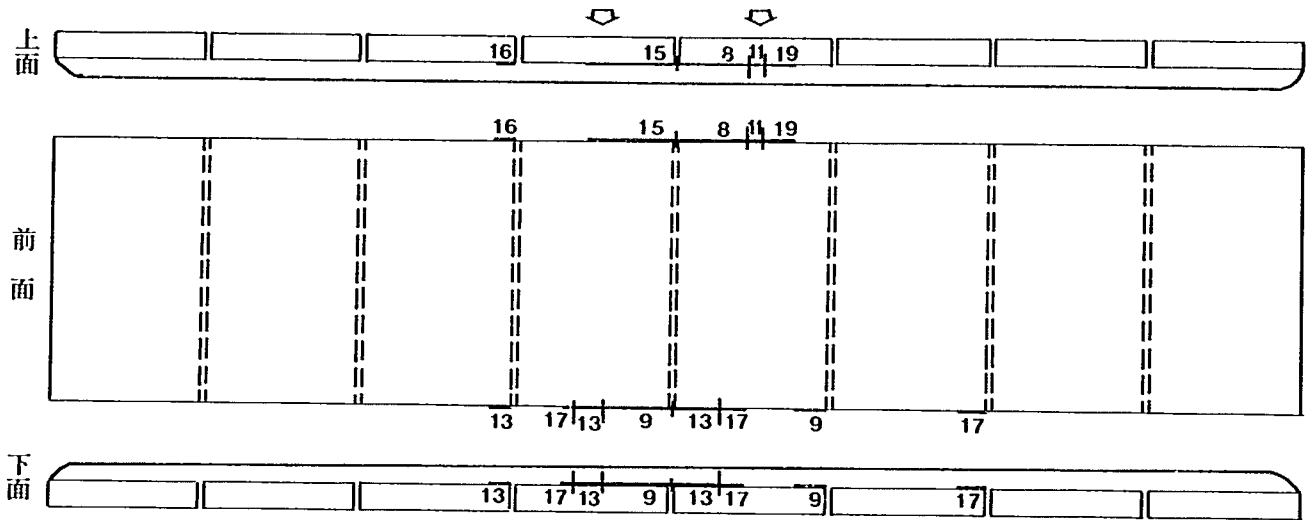
(10) 曲げモーメント分布図

概要：載荷荷重を上げるにつれ、押抜板部ならびに周辺部より徐々に付着が切れていった。

注）数字は測定回を示す。

測定回	荷重	
8	0.86 tonf×2	15.....1.73 tonf×2
9	0.93 tonf×2	16.....1.86 tonf×2
11	1.24 tonf×2	17.....1.98 tonf×2
13	1.49 tonf×2	19.....2.17 tonf×2

最大荷重時破壊状況は、次図参照

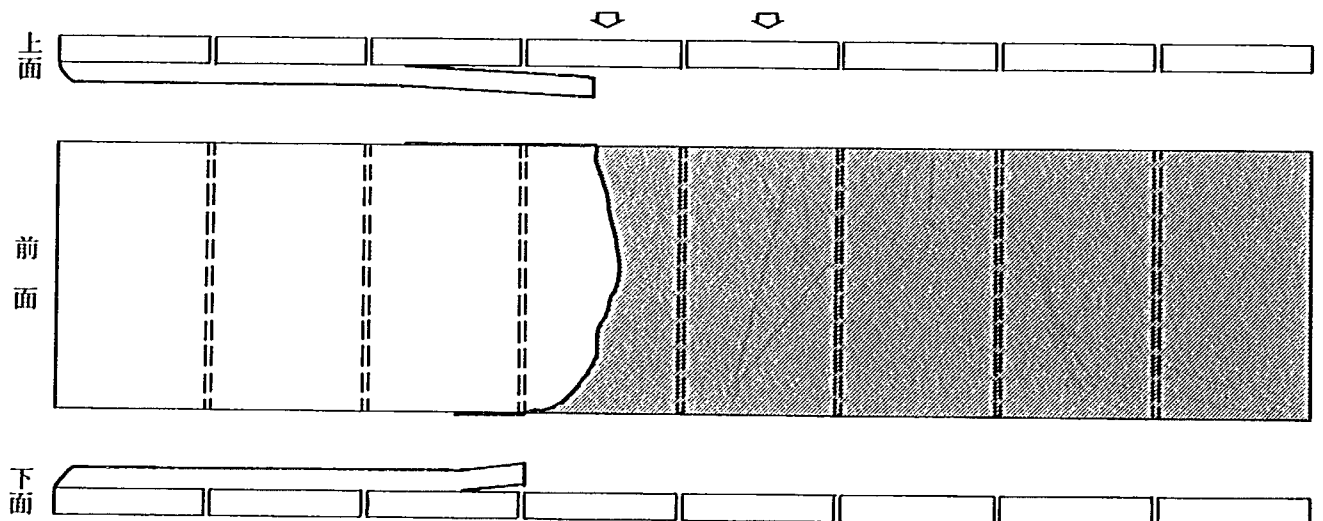


(11) クラック発生状況図

概要：最大荷重時、右側が付着破壊を起こし、コンクリートは落下した。左側は、付着の切れた部分は増加してはいるが、落下に至っては至っていない。

注）斜線は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。

最大荷重 2.3 tonf×2



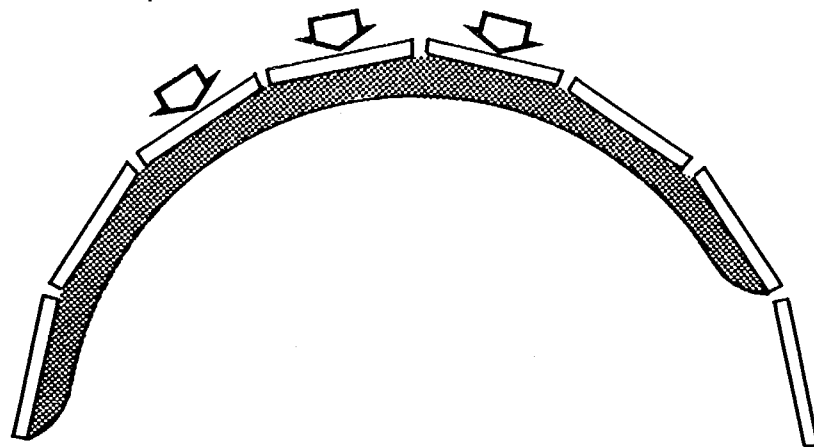
(12) 破壊状況図



(13) 破壞狀況

2.9 ケース No. 9

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) 破壊状況図
- (7) 破壊状況



吹付け厚さ 3.6 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 3	P- 4	P- 5	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	104.21	73.33	76.69	-0.05	-0.08	-0.08	-0.05	-0.08
3	196.16	158.87	162.58	-0.06	-0.10	-0.08	-0.05	-0.10
4	300.37	262.75	266.87	-0.05	-0.08	-0.08	-0.05	-0.07
5	410.72	369.68	377.30	-0.05	-0.08	-0.08	-0.05	-0.07
6	508.80	482.73	484.67	-0.03	-0.02	0.05	0.02	0.03
7	609.94	580.49	582.82	-0.03	-0.02	0.05	0.02	0.05
8	711.09	684.37	684.05	-0.03	0.02	0.06	0.07	0.08
9	803.04	772.97	776.08	-0.03	0.02	0.06	0.07	0.13
10	907.25	876.85	877.31	0.07	0.08	0.16	0.13	0.25
11	986.95	953.23	957.06	0.08	0.05	0.13	0.13	0.28
12	1094.22	1063.22	1064.42	0.07	0.03	0.13	0.14	0.35
13	1198.43	1157.93	1159.51	0.07	0.02	0.09	0.18	0.43
14	456.69	418.57	420.25	0.80	1.03	1.84	2.76	3.49

注1) ソクテイ 13回……破壊直前 注2) P-3~P-5 ……………荷重 (kgf)

ソクテイ 14回……破壊直後 D-1~D-214 ……………変位 (mm)

測定位置は図-2.2 参照

ソクテイ	D- 6	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12	D- 13
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.08	-0.03	-0.10	-0.08	-0.06	-0.09	-0.09	-0.21
3	-0.10	-0.02	-0.10	-0.08	-0.06	-0.09	-0.09	-0.22
4	-0.06	0.02	-0.08	-0.06	-0.06	-0.09	-0.08	-0.09
5	0.00	0.00	-0.06	-0.05	-0.05	-0.09	-0.08	-0.13
6	0.14	0.21	0.02	0.06	-0.04	-0.03	-0.08	-0.12
7	0.21	0.28	0.06	0.11	-0.04	-0.03	-0.08	-0.04
8	0.34	0.42	0.19	0.22	0.02	0.00	-0.06	-0.01
9	0.47	0.55	0.32	0.35	0.07	0.02	-0.06	0.00
10	0.67	0.77	0.49	0.54	0.08	0.06	-0.06	-0.03
11	0.80	0.92	0.65	0.68	0.07	0.06	-0.08	-0.01
12	1.08	1.23	1.00	1.02	0.18	0.08	-0.06	-0.04
13	1.37	1.56	1.33	1.33	0.28	0.08	-0.08	-0.01
14	5.51	5.72	3.16	3.03	1.01	0.64	0.03	0.01

ソフティ	0-14	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106	0-107
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.08	-0.10	-0.08	-0.08	-0.03	-0.08	-0.03	-0.01
3	-0.10	-0.10	-0.08	-0.11	-0.03	-0.08	0.02	0.03
4	-0.10	-0.10	-0.08	-0.12	-0.03	-0.08	0.07	0.09
5	-0.10	-0.10	-0.08	-0.11	-0.03	-0.06	0.11	0.15
6	-0.08	-0.05	-0.06	-0.04	-0.01	-0.03	0.21	0.25
7	-0.08	-0.06	-0.06	-0.11	-0.01	-0.02	0.31	0.33
8	-0.06	-0.06	-0.06	-0.10	0.01	0.02	0.40	0.44
9	-0.08	-0.06	-0.06	-0.11	0.05	0.06	0.51	0.57
10	-0.10	-0.03	-0.08	-0.11	0.10	0.14	0.71	0.81
11	-0.10	-0.05	-0.08	-0.11	0.13	0.19	0.89	0.98
12	-0.11	-0.03	-0.05	0.01	0.21	0.31	1.22	1.32
13	-0.11	-0.03	-0.03	0.10	0.28	0.42	1.56	1.68
14	-0.11	0.01	0.05	0.19	0.34	0.66	2.33	2.72

ソフティ	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114	0-201
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.07	-0.08	-0.09	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.06
3	-0.04	-0.06	-0.09	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.06
4	-0.01	-0.05	-0.09	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.06
5	0.00	-0.02	-0.09	-0.03	-0.05	-0.03	-0.03	-0.05
6	0.12	0.03	-0.12	-0.03	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06
7	0.18	0.11	-0.12	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	-0.06
8	0.30	0.22	-0.12	-0.03	-0.06	-0.04	-0.04	-0.05
9	0.43	0.34	-0.11	-0.03	-0.07	-0.04	-0.05	-0.05
10	0.67	0.55	-0.11	-0.03	-0.09	-0.04	-0.07	-0.06
11	0.85	0.70	-0.09	-0.03	-0.09	-0.05	-0.07	-0.06
12	1.21	1.05	-0.03	0.01	-0.10	-0.05	-0.07	-0.06
13	1.58	1.37	0.02	0.07	-0.10	-0.06	-0.07	-0.06
14	2.35	2.03	0.11	0.23	-0.04	-0.03	-0.11	3.86

ソクテイ	0-214
1	0.00
2	-0.08
3	-0.08
4	-0.07
5	-0.07
6	-0.03
7	-0.02
8	-0.02
9	-0.02
10	0.00
11	0.00
12	0.02
13	0.02
14	-0.02

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ソクテイ	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	-22.5	15.0	45.0	10.0	50.0	37.5	12.5	32.5	49.9	67.6	65.0	52.5	-27.5	72.4	0.0
9	5.0	62.6	125.0	297.1	70.0	65.0	107.5	375.0	204.7	187.7	107.5	175.1	197.6	324.5	15.0
13	37.4	155.3	517.6	1368.0	514.9	110.1	25.0	1240.0	344.5	260.2	72.5	285.1	487.8	644.0	32.6

(μ)

ソクテイ	16-17	17-18	18-19
5	0.0	37.5	35.0
9	92.6	52.5	50.0
13	205.1	90.0	67.5

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

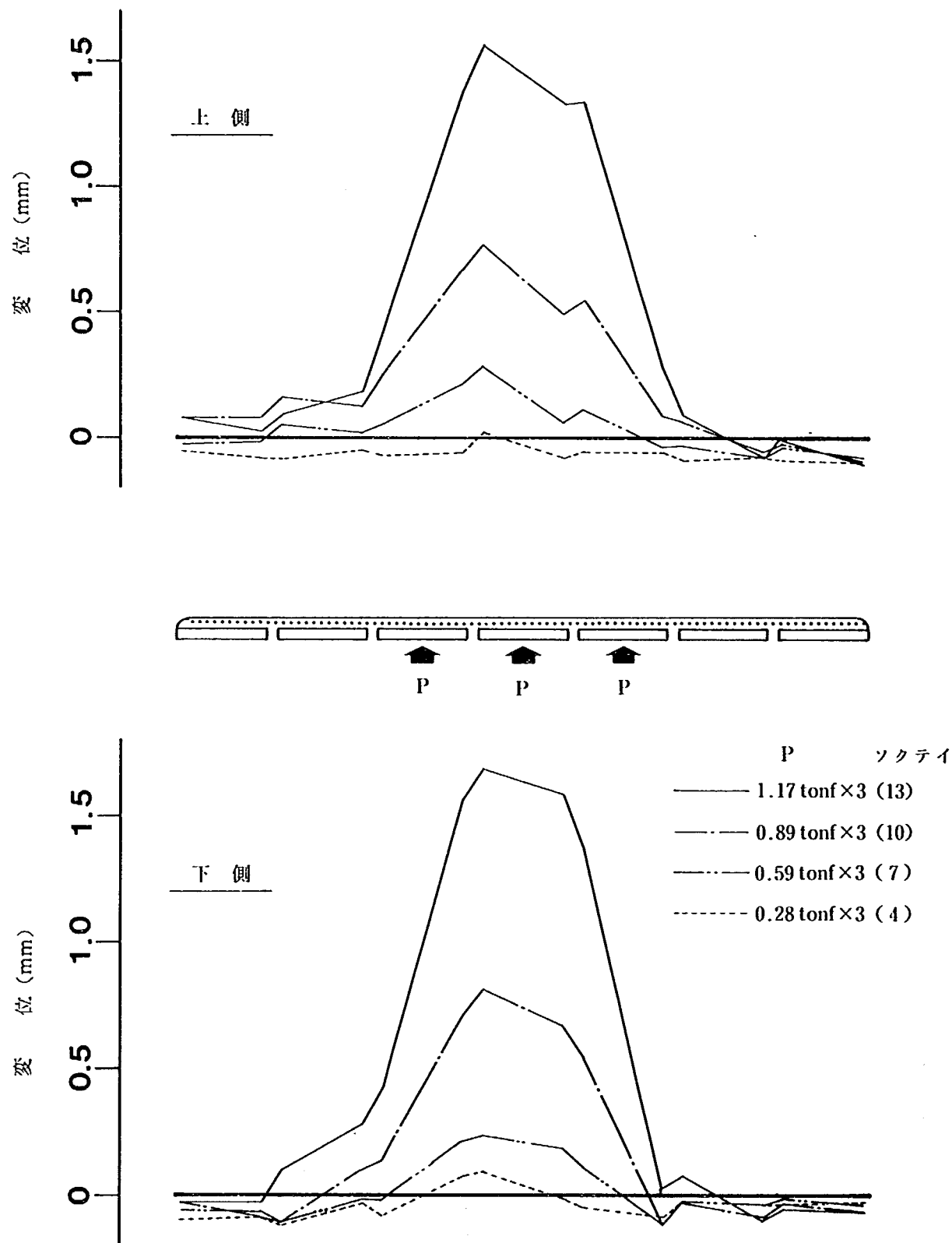
(3) 曲率測定結果一覧表

ソクテイ	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	0.0	0.0	32.0	19.9	-15.0	3.0	-9.0	34.0	121.7	21.0	*****	-24.0	0.0	11.0	0.0
9	-2.0	67.3	9.0	-34.9	-54.0	-25.0	-27.0	31.0	101.7	-31.1	58.0	*27.0	-20.0	-45.9	-13.1
13	22.9	16.1	12.0	-33.9	-138.9	-3.0	-9.0	103.0	212.4	30.1	20.0	-25.0	-29.0	-132.6	-80.4

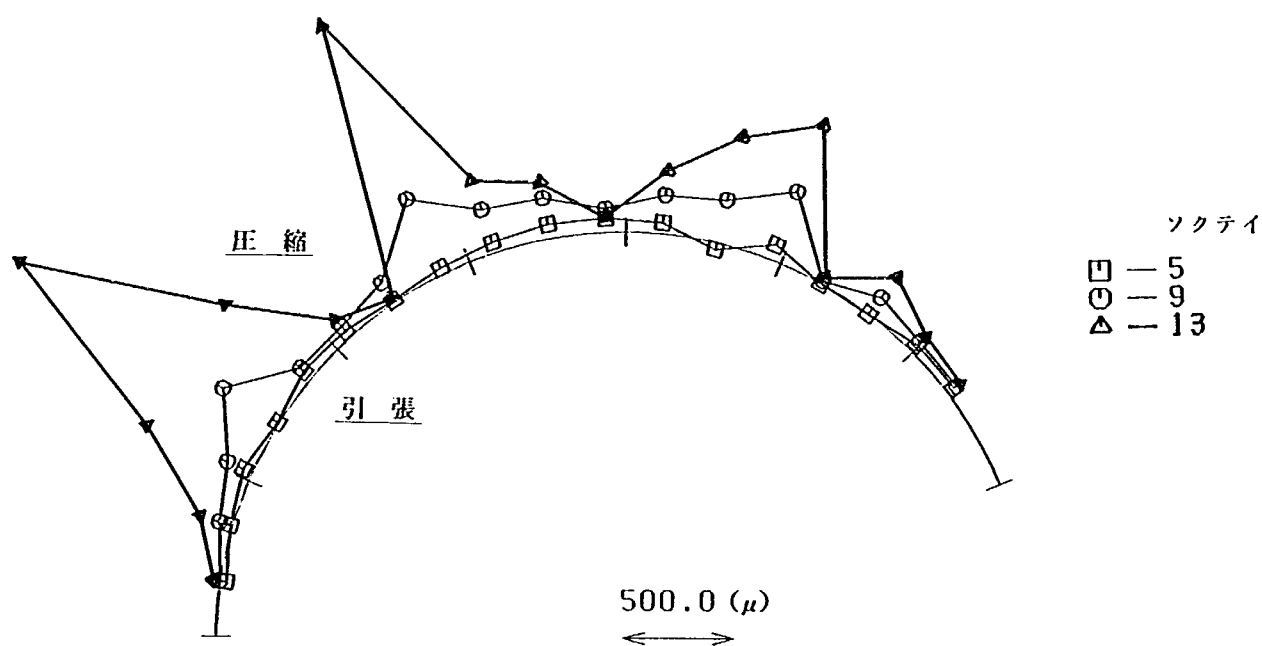
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ソクテイ	16-17	17-18	18-19
5	0.0	12.0	-11.0
9	-30.0	-12.0	-33.0
13	-27.0	14.0	-2.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



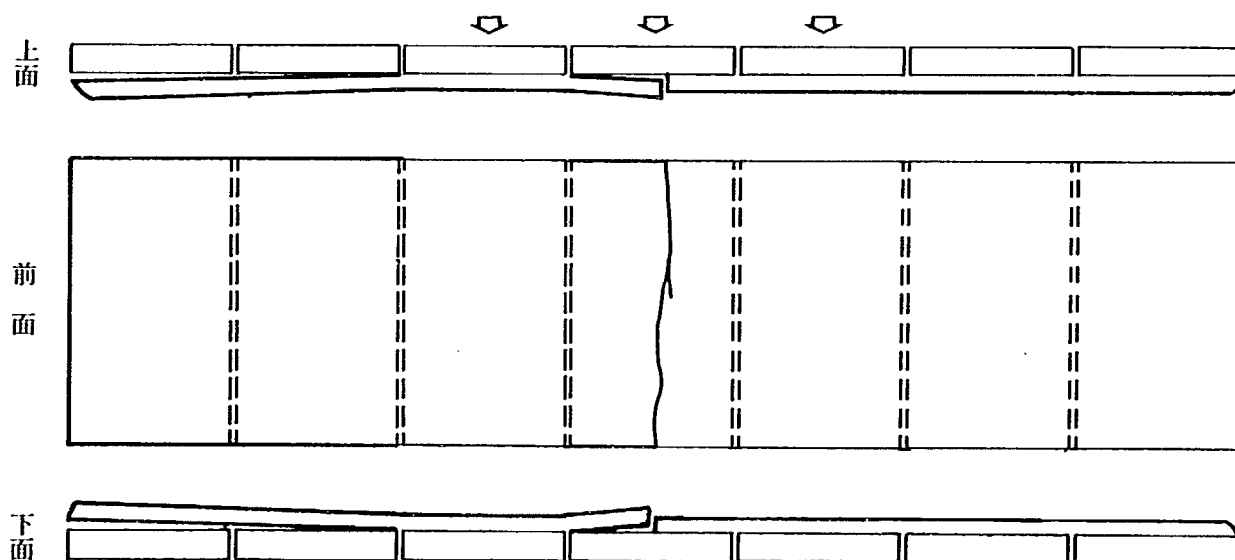
(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

最大荷重 1.3 tonf × 3

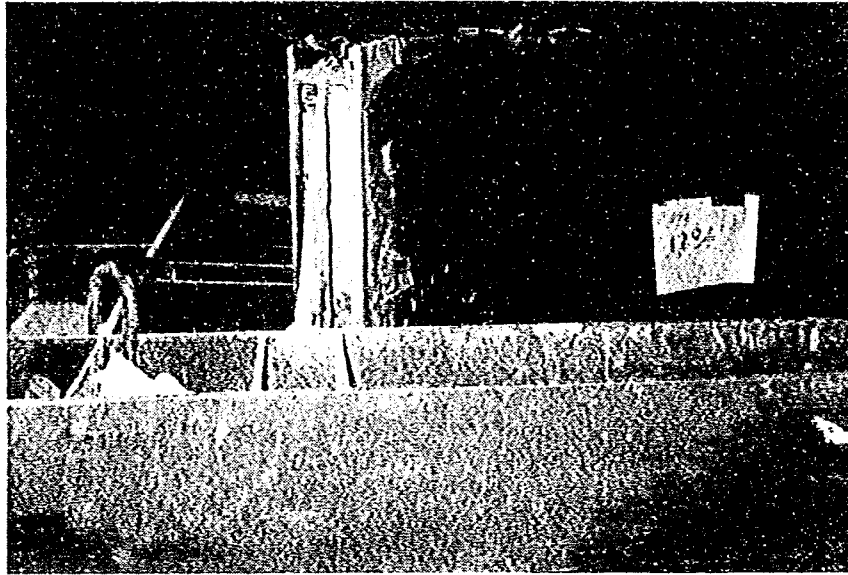
概要：載荷途中においてはクラックは発見できなかった。

最大荷重時、左側が付着破壊を起こした。ただし、左端の押抜板部の付着は切れておらず、落下はしていない。

なお、材料の練り混ぜ後吹付けまで若干時間が開いたためと思われるが、吹付け時、吹付けたコンクリートの付着が悪く、1部が落下し再吹付けを行っている。したがって、供試体自身に若干の問題はある。



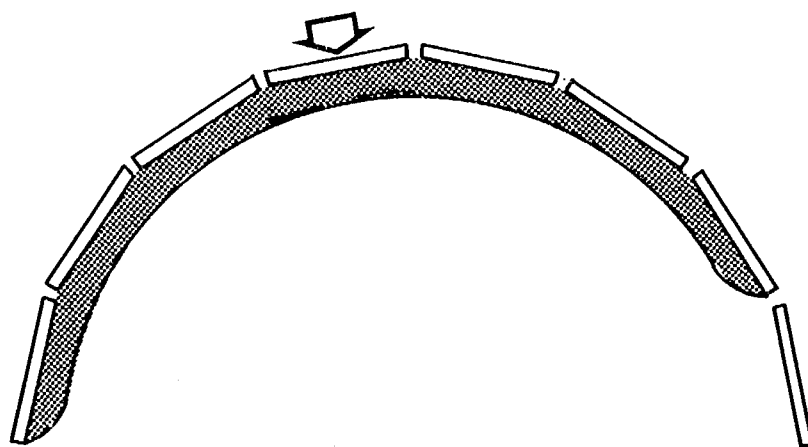
(6) 破壊状況図



(7) 破壞狀況

2.10 ケース No. 10

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) クラック発生状況図
- (7) 破壊状況図
- (8) 破壊状況



吹付け厚さ 3.3 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6	D- 7
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	128.32	-0.04	-0.08	-0.06	-0.04	-0.07	-0.06	-0.01
3	274.97	-0.03	-0.08	-0.08	-0.04	-0.08	-0.06	-0.01
4	427.73	-0.05	-0.10	-0.09	-0.05	-0.08	-0.08	0.00
5	565.22	-0.04	-0.08	-0.08	-0.04	-0.08	-0.05	0.01
6	684.37	-0.02	-0.11	-0.11	-0.04	-0.12	-0.03	0.05
7	861.57	0.00	-0.08	-0.08	-0.04	-0.12	0.00	0.08
8	1008.23	0.01	-0.08	-0.06	-0.05	-0.12	0.06	0.15
9	1191.54	0.01	-0.08	-0.06	-0.05	-0.10	0.11	0.21
10	1301.53	-0.04	-0.11	-0.09	-0.06	-0.12	0.16	0.31
11	1472.62	-0.01	-0.06	-0.05	-0.02	-0.08	0.24	0.38
12	1610.11	-0.01	-0.06	-0.05	-0.04	-0.08	0.29	0.44
13	1759.81	0.00	-0.06	-0.06	-0.06	-0.07	0.34	0.53
14	1820.92	0.00	-0.06	-0.05	-0.05	-0.02	0.45	0.68
15	1982.84	0.01	-0.02	362.55	0.01	-*****	0.55	0.78
16	2227.26	0.00	-0.05	-79.61	-0.06	0.00	0.58	0.86
17	2337.25	0.01	-0.05	-22.22	-0.05	0.02	0.69	1.01
18	2517.51	-0.03	-0.10	-175.23	-0.07	0.00	0.87	1.32
19	2474.74	-0.06	-0.11	-289.26	-0.10	-0.05	0.98	1.48
20	2804.70	-0.03	-0.08	-55.45	0.02	0.00	1.22	1.76

注1) ソクテイ 13回 ……初亀裂発生

ソクテイ 20回 ……破壊直前

注2) P-4 ……………荷重 (kgf)

D-1~D-214 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

注3) D-101 は、測定ミスのため、省略している。

ソケイ	0- 8	0- 9	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14	0-102
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.05	-0.06	-0.05	-0.08	-0.06	-0.07	-0.08	-0.08
3	-0.03	-0.05	-0.05	-0.08	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08
4	-0.02	-0.02	-0.06	-0.08	-0.08	-0.07	-0.08	-0.08
5	0.03	0.02	-0.05	-0.08	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08
6	0.06	0.06	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	-0.05	-0.11
7	0.10	0.10	-0.06	-0.03	-0.02	0.00	-0.03	-0.09
8	0.16	0.14	-0.06	-0.03	-0.02	0.01	-0.05	-0.09
9	0.22	0.19	-0.07	-0.03	-0.02	0.01	-0.05	-0.11
10	0.35	0.32	-0.09	-0.06	-0.06	-0.04	-0.10	-0.16
11	0.49	0.46	-0.07	-0.02	-0.03	0.00	-0.06	-0.11
12	0.64	0.59	-0.07	-0.02	-0.03	0.07	-0.06	-0.11
13	0.83	0.76	-0.07	-0.03	-0.03	0.09	-0.06	-0.11
14	1.13	1.05	-0.07	0.02	-0.03	0.06	-0.08	*****
15	1.33	1.25	-0.04	0.06	0.00	0.04	-0.05	-0.05
16	1.53	1.41	-0.05	0.03	-0.03	0.03	-0.08	-0.08
17	1.75	1.64	-0.05	0.05	-0.03	0.01	-0.06	-0.06
18	2.18	1.99	-0.08	0.02	-0.12	0.00	-0.15	-0.11
19	2.43	2.21	-0.09	0.00	-0.14	-0.03	-0.16	-0.11
20	2.84	2.59	-0.14	0.02	-0.12	-0.01	-0.16	-0.08

ソフティ	0-103	0-104	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	-0.01	-0.06	0.01	-0.01	-0.03	-0.06	-0.08
3	-0.05	-0.03	-0.08	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.09
4	-0.05	-0.03	-0.10	0.03	0.01	0.06	0.00	-0.11
5	-0.05	-0.03	-0.10	0.04	0.04	0.10	0.05	-0.12
6	-0.07	-0.05	*****	0.02	0.12	0.18	0.12	*****
7	-0.06	-0.05	-0.13	0.07	0.19	0.28	0.23	-0.18
8	-0.06	-0.06	-0.14	0.20	0.29	0.37	0.34	-0.18
9	-0.07	-0.07	-0.16	0.29	0.39	0.49	0.44	-0.21
10	-0.09	-0.07	-0.19	0.29	0.45	0.60	0.55	-0.28
11	-0.06	-0.07	-0.16	0.35	0.50	0.73	0.69	-0.24
12	-0.06	-0.07	-0.14	0.39	0.55	0.83	0.80	-0.26
13	-0.06	-0.07	-0.14	0.41	0.60	1.00	0.95	-0.26
14	-0.03	-0.07	-0.14	0.52	0.76	1.30	1.22	-0.29
15	0.01	-0.06	*****	0.55	0.84	1.49	1.40	-0.23
16	0.00	-0.06	-0.10	0.59	0.89	1.65	1.55	-0.26
17	0.01	-0.06	-0.08	0.70	1.06	1.92	1.80	-0.23
18	0.00	-0.07	-0.13	0.88	1.32	2.29	2.14	-0.24
19	*****	-0.04	-0.14	1.01	1.49	2.58	2.40	-0.24
20	0.01	-0.03	-0.11	1.18	1.72	2.96	2.78	-0.23

ワテイ	0-111	0-112	0-113	0-114	0-201	0-214
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02	-0.05	-0.08
3	-0.04	-0.07	-0.03	-0.03	0.02	-0.08
4	-0.04	-0.08	-0.03	-0.03	0.00	-0.08
5	-0.04	-0.09	-0.03	-0.03	0.00	-0.08
6	-0.04	-0.07	*****	-0.02	-0.06	-0.08
7	-0.05	-0.07	-0.02	-0.02	-0.06	-0.08
8	-0.06	-0.08	-0.03	-0.02	-0.07	-0.08
9	-0.07	-0.10	-0.04	-0.03	-0.07	-0.08
10	-0.08	0.00	-0.05	-0.05	-0.10	-0.12
11	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	-0.08	-0.08
12	-0.08	-0.07	-0.04	-0.04	-0.08	-0.08
13	-0.08	-0.10	-0.04	-0.04	-0.08	-0.08
14	-0.09	-0.12	-0.05	-0.05	-0.11	-0.07
15	-0.07	-0.11	-0.06	-0.04	-0.08	-0.03
16	-0.10	-0.12	-0.07	-0.05	-0.09	-0.05
17	-0.07	-0.13	-0.07	-0.05	0.01	-0.03
18	-0.05	-0.01	-0.07	-0.07	-0.03	-0.07
19	-0.05	-0.04	-0.06	-0.07	-0.03	-0.07
20	-0.04	0.07	-0.06	-0.07	-0.02	-0.03

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	55.0	47.5	60.0	42.5	52.5	10.0	55.0	17.5	47.5	32.5	-42.5	35.0	150.2	32.5	-5.0
9	57.5	60.0	85.0	52.5	77.5	107.5	282.6	22.6	57.5	22.5	-97.5	97.6	380.6	142.4	30.0
13	30.0	37.5	87.5	27.5	72.5	232.6	547.7	27.6	32.5	32.5	-350.1	182.7	871.4	324.9	67.6
17	17.5	40.0	107.5	7.5	75.0	390.1	950.3	*****	20.0	120.1	-722.8	257.7	1106.7	519.8	155.1

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20
5	45.0	47.5	45.0	*****
9	22.5	57.5	42.5	0.0
13	25.0	57.5	32.5	-2.5
17	217.4	110.1	7.5	-55.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

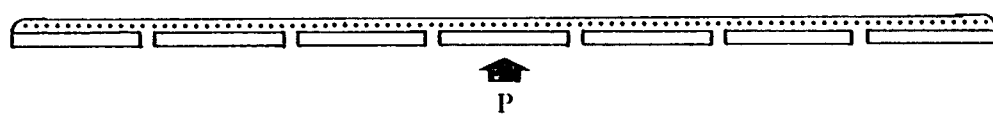
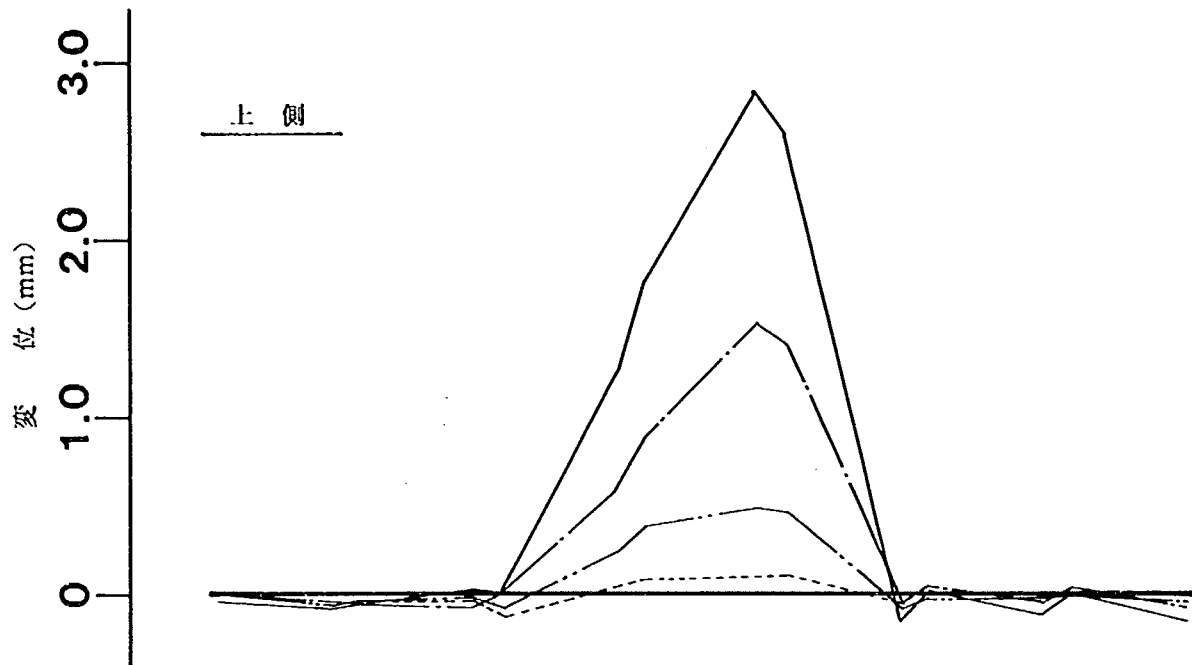
(3) 曲率測定結果 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	*****	*****	*****	*****	*****	0.0	-20.0	-67.4	23.0	80.1	32.0	22.0	9.0	148.9	-148.2
9	-53.9	-11.0	46.0	102.1	-12.0	-83.0	224.1	-24.1	41.0	79.1	37.0	-99.2	-103.3	-130.9	-381.6
13	*****	*****	*****	152.1	14.0	-91.0	211.1	29.2	82.9	21.0	155.1	67.1	-114.4	*****	*****
17	-56.9	-1.0	72.0	139.1	-4.0	-120.1	111.1	*****	59.9	61.1	228.2	44.1	-277.9	-18.0	-311.5

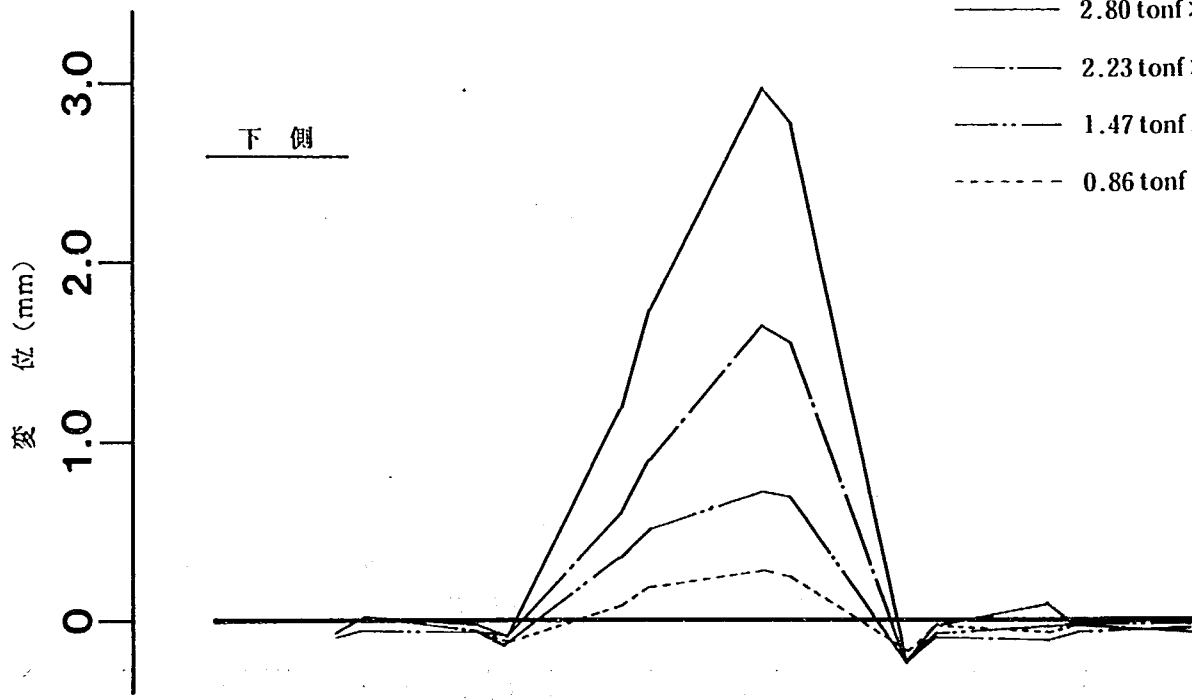
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20
5	-68.9	-17.0	-32.0	*****
9	-136.9	-66.1	-101.1	-12.0
13	*****	5.0	-41.0	61.9
17	-202.8	-144.2	-124.1	-17.0

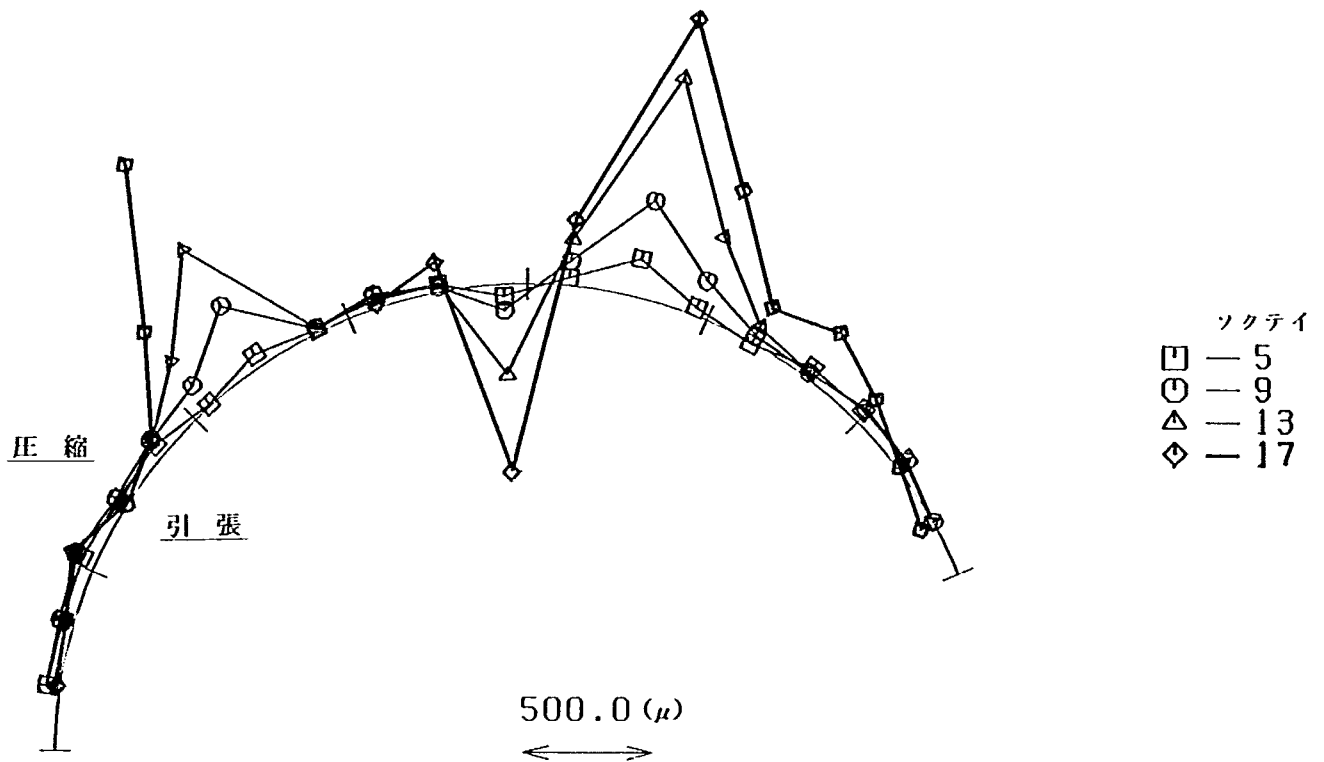
注) 図-2・3, 図-2・4 参照



- P ソクテイ
- 2.80 tonf × 1 (20)
 - · — 2.23 tonf × 1 (16)
 - · · — 1.47 tonf × 1 (11)
 - - - 0.86 tonf × 1 (7)



(4) 変位分布図



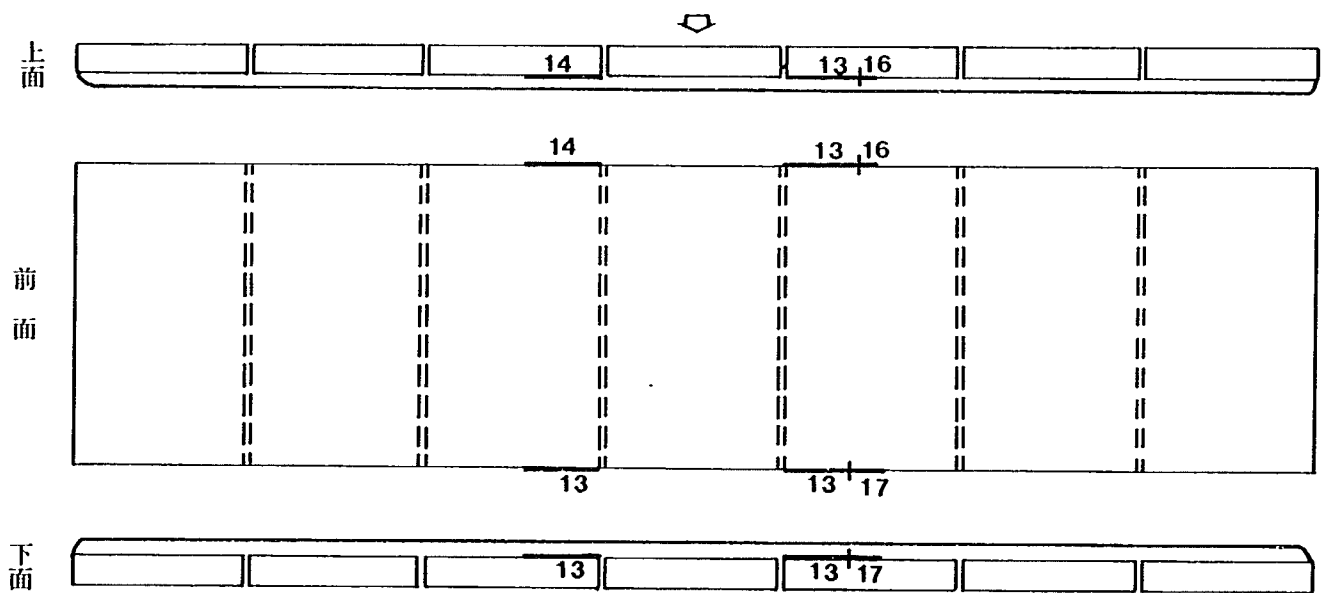
(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

概要：載荷荷重を上げるにつれ、押抜板の
周辺より徐々に付着が切れていった。

注) 数字は、測定回を示す。

測定回	荷重
13	1.76 tonf × 1
14	1.82 tonf × 1
16	2.23 tonf × 1
17	2.34 tonf × 1

最大荷重時破壊状況は、次図参照

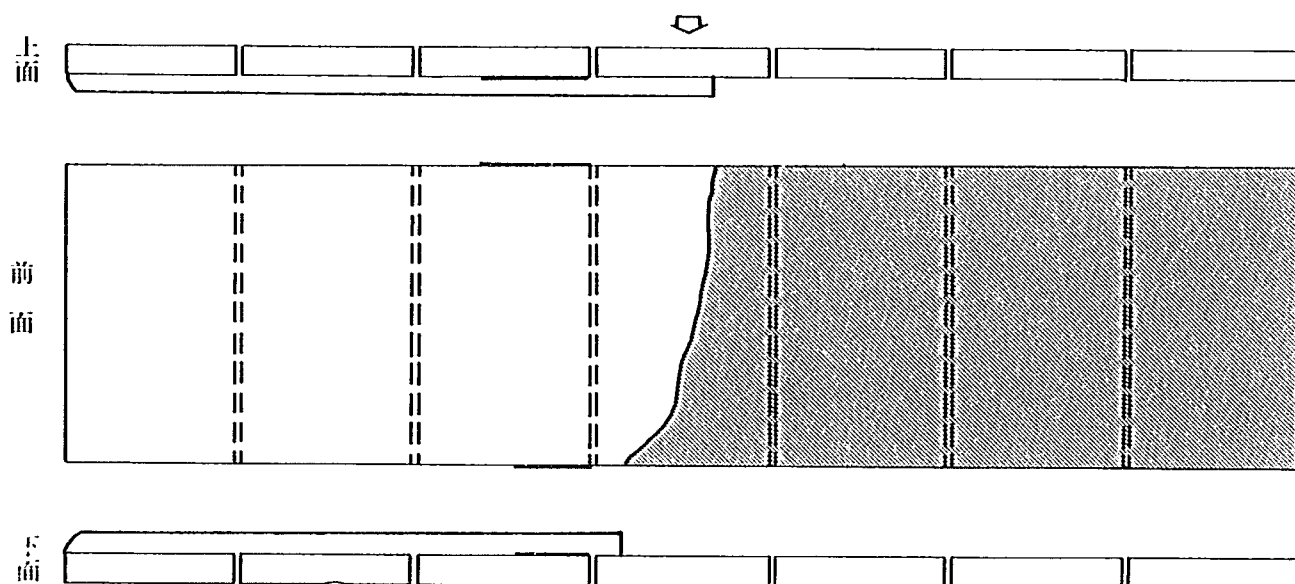


(6) クラック発生状況図

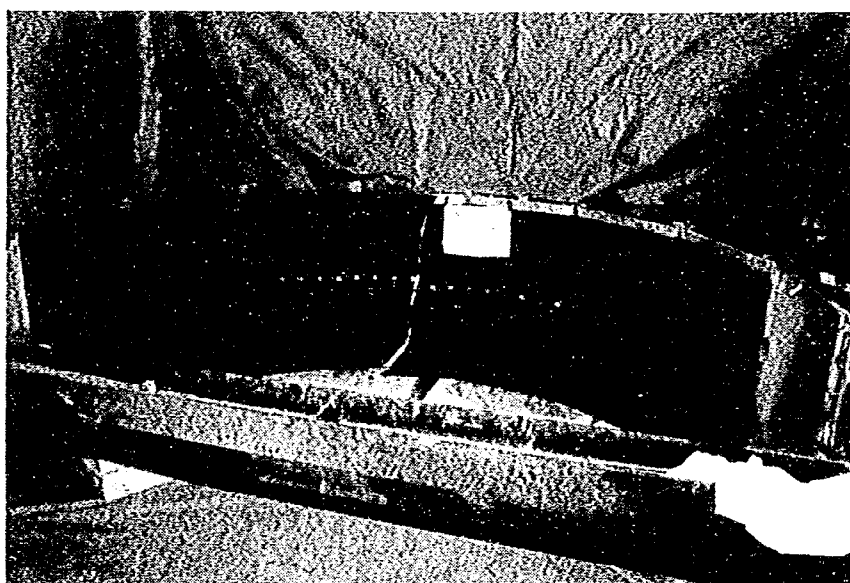
最大荷重 2.8tonf×1

概要：最大荷重時，右側部分が付着破壊を起こした。左側部分は，若干付着の切れた部分が増加するにとどまった。

注）斜線部は，吹付けコンクリートがはく離し，鋼板が露出していることを示す。



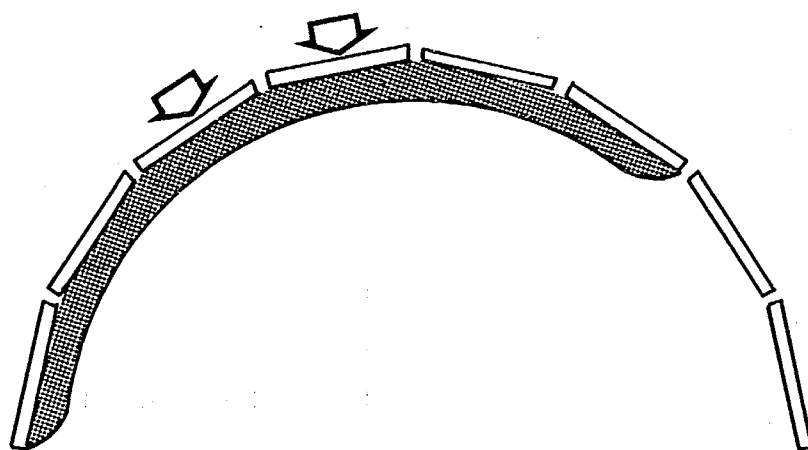
(7) 破壊状況図



(8) 破壊状況

2.11 ケース No. 11

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) 破壊状況図
- (7) 破壊状況



吹付け厚さ 3.7 cm

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 4	P- 5	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	70.27	79.76	-0.03	-0.05	-0.05	-0.02	-0.05	-0.05
3	164.98	168.71	-0.04	-0.06	-0.06	-0.04	-0.07	-0.06
4	274.97	276.07	-0.04	-0.05	-0.05	-0.02	-0.07	-0.06
5	381.90	383.44	-0.04	-0.03	-0.03	0.04	-0.05	-0.05
6	473.56	469.33	0.00	-0.05	-0.05	0.01	-0.08	-0.13
7	565.22	567.49	0.01	0.00	0.00	0.04	-0.05	-0.08
8	675.21	674.85	0.02	0.00	0.00	0.04	-0.03	-0.05
9	757.70	757.67	0.01	-0.02	-0.02	0.02	-0.05	-0.05
10	879.91	877.31	0.03	-0.02	-0.02	0.00	-0.03	0.02
11	974.62	984.67	0.07	0.03	0.03	0.06	0.03	0.08
12	1078.50	1076.69	0.07	0.02	0.03	0.07	0.03	0.13
13	1179.32	1177.92	0.08	0.05	0.06	0.09	0.07	0.19
14	1289.31	1291.42	0.00	-0.02	0.00	0.07	0.03	0.24
15	1387.07	1386.51	-0.01	-0.03	0.00	0.07	0.03	0.29
16	1481.79	1481.60	-0.01	-0.03	0.02	0.12	0.05	0.39
17	1582.61	1582.83	0.00	-0.03	0.00	0.12	0.07	0.43
18	1683.43	1687.12	0.06	0.00	0.05	0.13	0.13	0.58
19	1781.20	1782.22	0.07	0.00	0.05	0.13	0.15	0.64
20	1878.97	1883.45	0.08	0.02	0.06	0.15	0.18	0.72
21	1985.90	1984.67	0.03	-0.02	0.03	0.14	0.18	0.77
22	1799.53	2082.83	-0.02	-0.02	0.03	0.14	0.23	0.90
23	2181.43	2180.99	-0.03	-0.05	0.00	0.12	0.21	0.95
24	2291.42	2288.36	-0.03	-0.05	0.00	0.12	0.23	1.01
25	2392.25	2389.58	-0.02	-0.05	0.02	0.13	0.26	1.09
26	2477.79	2475.47	-0.04	-0.06	-0.02	0.14	0.31	1.25
27	2581.67	2582.84	-0.05	-0.08	-0.03	0.14	0.33	1.32

注1) ソクテイ 27回 ……破壊直前

注2) P-4~P-5 ……荷重 (kgf)

D-1~D-212 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ワタシ	0- 7	0- 8	0- 9	0-10	0-11	0-12	0-101	0-102
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.03	-0.05	-0.02	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
3	-0.01	-0.05	-0.06	-0.03	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
4	-0.01	-0.03	-0.05	-0.03	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06
5	-0.01	-0.03	-0.05	-0.03	-0.05	-0.05	-0.08	-0.06
6	-0.07	-0.16	-0.11	-0.06	-0.08	-0.05	-0.10	-0.09
7	-0.05	-0.11	-0.08	-0.03	-0.05	-0.02	-0.06	-0.06
8	-0.02	-0.10	-0.08	-0.02	-0.05	-0.02	-0.05	-0.05
9	0.00	-0.10	-0.10	-0.04	-0.06	-0.02	-0.06	-0.08
10	0.07	-0.13	-0.10	-0.06	-0.09	-0.09	-0.10	-0.11
11	0.12	-0.06	-0.05	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06
12	0.16	-0.06	-0.05	-0.03	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06
13	0.21	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05
14	0.28	-0.03	-0.05	-0.05	-0.09	-0.09	-0.11	-0.11
15	0.33	-0.03	-0.05	-0.05	-0.09	-0.09	-0.10	-0.11
16	0.40	-0.03	-0.05	-0.05	-0.09	-0.09	-0.10	-0.11
17	0.46	-0.02	-0.05	-0.05	-0.09	-0.11	-0.10	-0.11
18	0.58	0.02	-0.02	-0.04	-0.08	-0.09	-0.10	-0.09
19	0.63	0.03	-0.02	-0.03	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
20	0.70	0.05	0.02	-0.08	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
21	0.76	0.03	-0.02	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.09
22	0.88	0.06	-0.02	-0.12	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09
23	0.94	0.03	-0.03	-0.16	-0.12	-0.12	-0.13	-0.12
24	1.00	0.05	-0.03	-0.15	-0.12	-0.12	-0.11	-0.11
25	1.07	0.08	-0.03	-0.15	-0.12	-0.11	-0.11	-0.11
26	1.21	0.10	-0.02	-0.14	-0.14	-0.14	-0.11	-0.11
27	1.28	0.10	-0.02	-0.15	-0.16	-0.14	-0.13	-0.11

ソフティ	D-103	D-104	D-105	D-106	D-107	D-108	D-109	D-110
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	-0.01	-0.03	-0.02	-0.01	-0.04	-0.05	-0.05
3	-0.05	-0.01	-0.05	0.04	0.01	-0.06	-0.06	-0.06
4	-0.05	0.00	-0.02	0.10	0.07	-0.03	-0.03	-0.05
5	-0.11	0.01	0.00	0.10	0.11	-0.01	-0.03	-0.06
6	-0.03	0.01	-0.03	0.13	0.13	-0.03	-0.08	-0.15
7	-0.01	0.03	0.02	0.21	0.18	0.00	-0.03	-0.12
8	-0.01	0.05	0.03	0.23	0.23	0.04	0.02	-0.12
9	-0.02	0.06	0.03	0.23	0.26	0.04	0.00	-0.15
10	-0.05	0.06	0.05	0.32	0.34	0.09	0.02	-0.21
11	-0.02	0.10	0.13	0.37	0.40	0.15	0.08	-0.18
12	-0.03	0.12	0.14	0.48	0.45	0.16	0.08	-0.18
13	-0.02	0.14	0.19	0.49	0.52	0.21	0.11	-0.18
14	-0.04	0.16	0.18	0.58	0.60	0.22	0.11	-0.24
15	-0.04	0.17	0.21	0.62	0.67	0.25	0.12	-0.26
16	-0.04	0.19	0.23	0.72	0.75	0.28	0.14	-0.26
17	-0.04	0.21	0.26	0.84	0.83	0.31	0.16	-0.26
18	-0.06	0.24	0.32	0.97	0.95	0.39	0.20	-0.28
19	-0.05	0.26	0.35	1.06	1.02	0.42	0.22	-0.28
20	-0.04	0.28	0.40	1.13	1.10	0.46	0.25	-0.26
21	-0.05	0.29	0.42	1.23	1.18	0.48	0.25	-0.29
22	-0.07	0.32	0.48	1.34	1.32	0.55	0.28	-0.29
23	-0.08	0.33	0.50	1.46	1.40	0.55	0.27	-0.32
24	-0.07	0.35	0.53	1.46	1.48	0.58	0.30	-0.32
25	-0.07	0.38	0.58	1.60	1.57	0.63	0.33	-0.31
26	-0.07	0.41	0.66	1.79	1.74	0.71	0.36	-0.31
27	-0.06	0.44	0.68	1.84	1.83	0.74	0.37	-0.31

ノット	0-111	0-112	0-201	0-212
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.01	-0.03	-0.05
3	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05
4	-0.01	-0.01	-0.03	-0.05
5	-0.01	-0.01	-0.03	-0.05
6	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07
7	-0.03	-0.05	-0.04	-0.03
8	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03
9	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05
10	-0.05	-0.05	-0.08	-0.05
11	-0.04	-0.04	-0.05	-0.02
12	-0.05	-0.04	-0.05	-0.02
13	-0.05	-0.03	-0.04	0.00
14	-0.07	-0.03	-0.08	-0.03
15	-0.07	-0.03	-0.08	-0.03
16	-0.07	-0.03	-0.07	-0.03
17	0.01	-0.03	-0.02	-0.03
18	-0.08	-0.03	-0.03	-0.02
19	-0.09	-0.03	0.03	-0.02
20	-0.08	-0.03	0.04	0.00
21	-0.09	-0.03	0.03	0.00
22	-0.11	-0.06	0.02	-0.02
23	-0.12	-0.07	0.01	-0.03
24	-0.12	-0.07	0.01	-0.03
25	-0.13	-0.06	0.02	-0.02
26	-0.11	-0.10	0.01	-0.02
27	-0.14	-0.10	-22.14	-0.05

(2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	0.0	25.0	17.5	-7.5	10.0	20.0	*****	*****	30.0	35.0	2.5	52.5	12.5	20.0	20.0
9	5.0	42.5	35.0	15.0	55.0	27.5	0.0	0.0	30.0	30.0	7.5	115.0	50.0	30.0	22.5
13	15.0	42.5	45.0	7.5	135.0	49.9	-5.0	-15.0	42.5	92.5	32.5	177.6	102.5	50.0	30.0
17	15.0	60.0	67.5	90.2	242.4	124.8	97.5	-20.0	57.5	115.0	82.5	265.1	162.5	72.5	35.0
19	30.0	75.0	114.9	165.3	392.4	144.8	142.6	-47.5	52.5	170.0	89.9	347.6	204.9	80.0	25.0
25	32.5	80.0	159.9	268.0	547.3	202.2	197.6	-60.0	45.0	207.5	164.9	480.2	279.9	122.5	30.0

(μ)

ポイント	16-17
5	12.5
9	12.5
13	25.0
17	10.0
19	2.5
25	-5.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

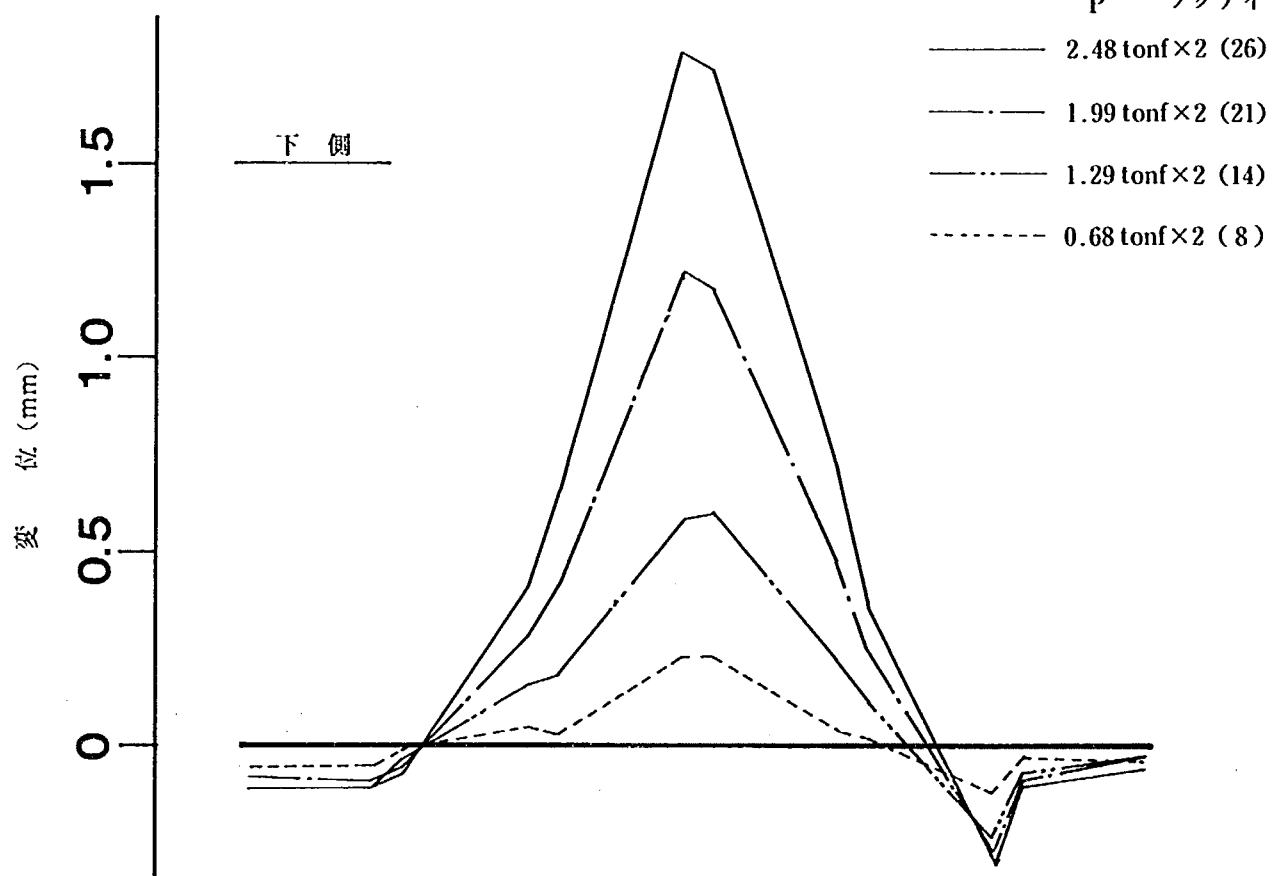
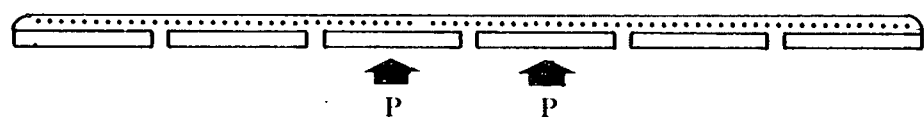
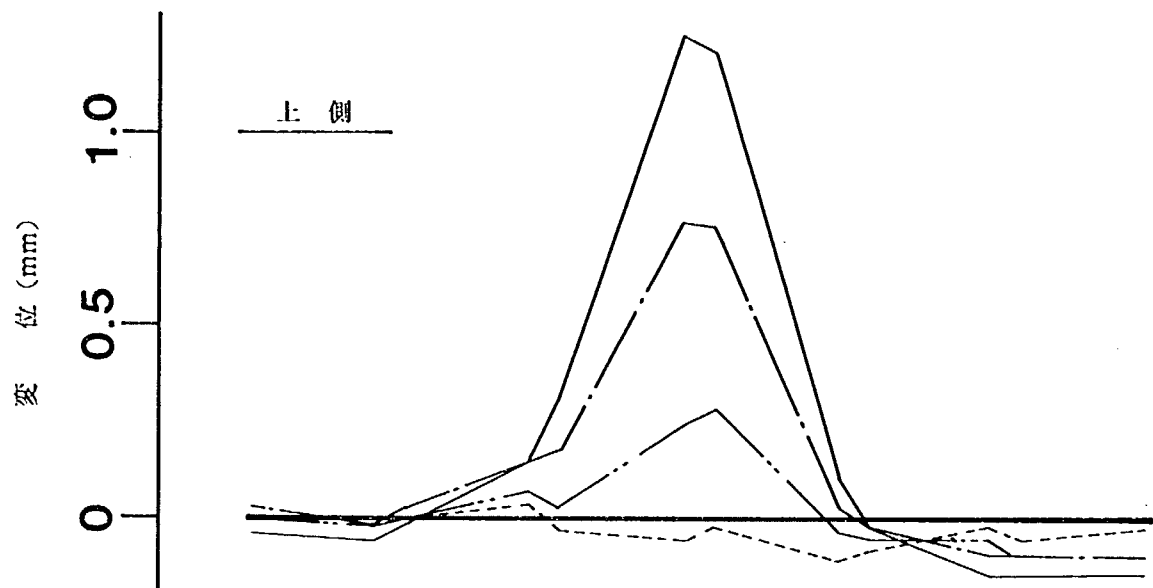
(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	6- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	0.0	-79.0	47.0	-2.0	76.9	95.8	*****	*****	-4.0	-10.0	26.0	7.0	63.0	0.0	0.0
9	-70.1	-98.0	128.9	57.2	51.0	75.8	0.0	0.0	-40.0	33.0	32.0	-46.0	43.0	26.0	-13.0
13	-74.1	-173.0	81.9	-34.1	-9.0	117.7	*****	-21.0	8.0	19.0	60.9	-5.0	21.0	-28.0	-5.0
17	-33.0	-144.0	-37.0	58.2	11.0	137.7	-47.0	16.0	64.0	79.0	21.0	-15.0	-7.0	-3.0	-24.0
19	-99.1	-137.0	127.9	80.3	-24.0	127.7	-33.0	59.0	134.0	86.0	44.9	-28.0	24.0	-9.0	16.0
25	-134.2	-69.0	61.9	-74.3	-102.9	-22.9	-59.0	34.0	-41.0	15.0	-21.0	-113.1	-18.0	-59.0	-95.0

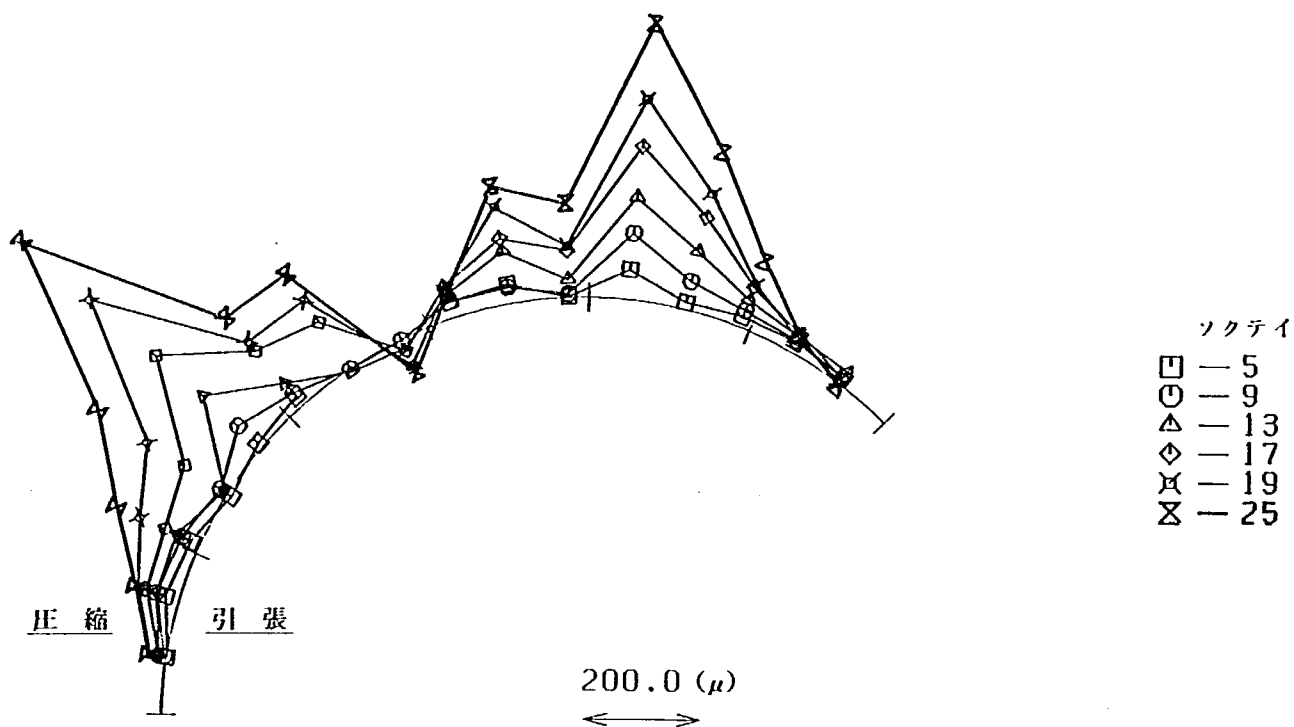
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17
5	51.0
9	76.0
13	41.0
17	56.0
19	52.0
25	22.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図

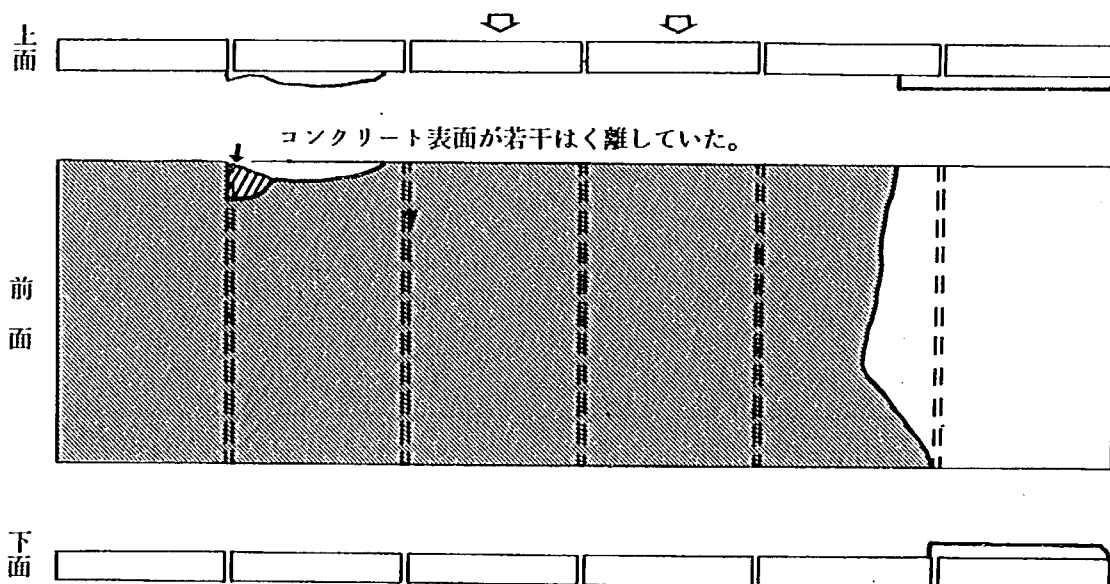


(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

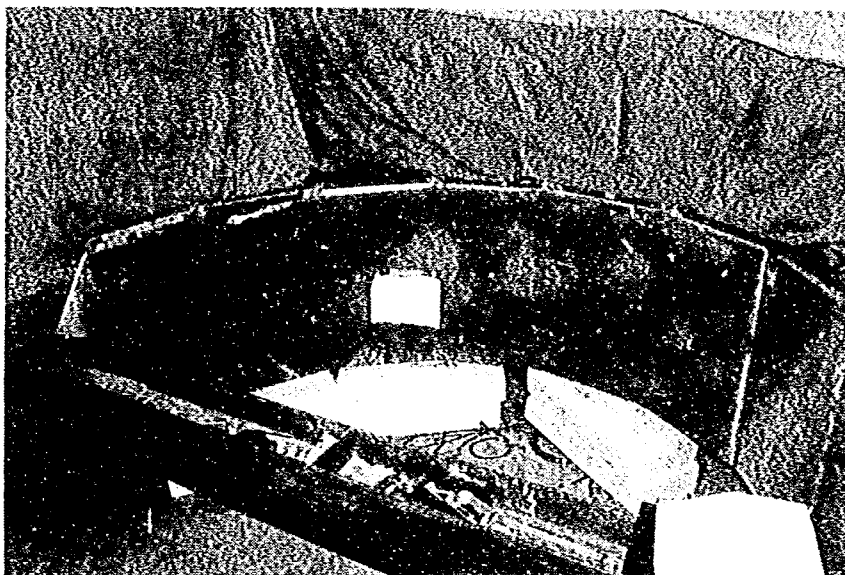
最大荷重 2.6 tonf × 2

概要：載荷途中においては、クラックは発見できなかった。最大荷重時、ほぼ全面が付着破壊を起こし、右端の1枚のみ付着したままであった。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、鋼板が露出していることを示す。



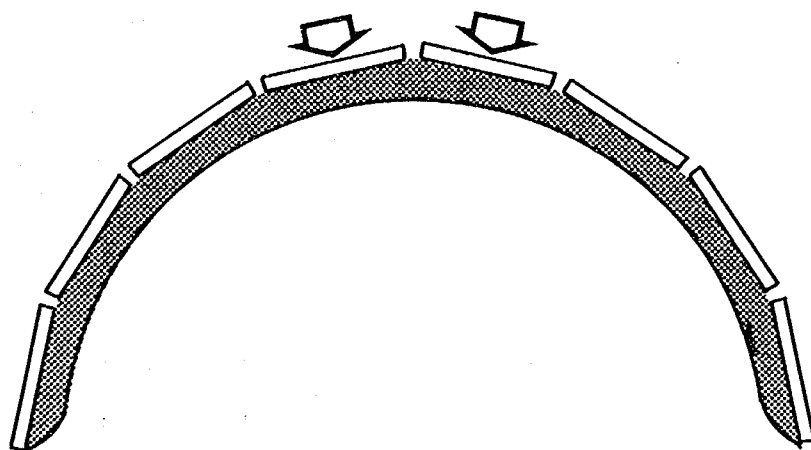
(6) 破壊状況図



(7) 破壞狀況

2.12.1 ケース No. 12(1)

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレインゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 変位分布図
- (4) 歪分布図（表面 20 cm）
- (5) 破壊状況図
- (6) 破壊状況



吹付け厚さ 6.3 cm
吹付板……御影石（細目）

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソクテイ	P- 3	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	193.10	189.42	-0.05	-0.05	-0.06	-0.04	-0.07	-0.05
3	398.46	394.12	-0.04	-0.05	-0.06	-0.04	-0.05	-0.03
4	591.55	589.66	-0.05	-0.05	-0.06	-0.04	-0.07	-0.03
5	790.78	785.19	-0.05	-0.03	-0.05	-0.04	-0.07	-0.03
6	999.21	992.95	-0.03	0.00	-0.02	-0.02	-0.03	0.02
7	1201.50	1200.71	-0.05	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	0.02
8	1400.73	1390.13	-0.05	0.00	-0.02	-0.03	-0.05	0.05
9	1596.89	1591.77	-0.04	0.02	0.00	-0.03	-0.02	0.06
10	1796.12	1790.36	-0.04	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.16

注1) ソクテイ 10回 ……計測中に破壊

注2) P-3~P-4 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12	D- 13	D- 14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.03	-0.02	0.04	-0.05	-0.05	-0.01	-0.06
3	0.01	0.02	0.03	0.05	-0.05	-0.03	0.00	-0.05
4	0.03	0.06	0.08	0.04	-0.05	-0.03	0.01	-0.05
5	0.04	0.13	0.16	0.04	-0.05	-0.03	0.04	-0.03
6	0.12	0.32	0.38	0.09	0.06	0.08	0.18	0.06
7	0.17	0.46	0.54	0.15	0.03	0.06	0.18	0.05
8	0.23	0.62	0.71	0.15	0.05	0.08	0.19	0.05
9	0.29	0.84	0.95	0.16	0.06	0.09	0.21	0.06
10	0.48	1.27	1.43	0.37	0.12	0.14	0.25	0.11

ワタイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06	-0.05	-0.01	-0.06	-0.03
3	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06	-0.04	-0.01	-0.05	0.03
4	-0.02	0.00	-0.05	-0.06	-0.05	-0.01	-0.06	0.04
5	0.01	0.03	-0.06	-0.08	-0.06	-0.01	-0.08	0.14
6	0.09	0.06	-0.06	-0.08	-0.06	-0.01	-0.06	0.17
7	0.07	0.06	-0.08	-0.09	-0.10	-0.02	-0.10	0.28
8	0.07	0.06	-0.08	-0.11	-0.10	0.03	-0.06	0.37
9	0.08	0.06	-0.07	-0.09	-0.05	0.05	-0.05	0.51
10	0.13	0.10	-0.09	-0.08	-0.01	0.06	-0.05	0.67

ワタイ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.01	0.01	0.03	-0.02	0.01	-0.02	-0.01	-0.01
3	0.10	0.13	0.12	0.02	0.04	-0.05	-0.02	-0.01
4	0.16	0.24	0.23	0.06	0.07	-0.06	-0.03	-0.02
5	0.24	0.40	0.37	0.12	0.13	-0.07	-0.05	-0.03
6	0.41	0.70	0.67	0.24	0.24	-0.03	-0.02	-0.02
7	0.51	0.94	0.91	0.32	0.28	-0.04	-0.02	-0.04
8	0.65	1.24	1.16	0.43	0.34	-0.02	0.01	-0.04
9	0.85	1.61	1.51	0.60	0.45	-0.01	0.01	-0.04
10	1.13	2.20	2.09	0.86	0.62	-0.04	0.03	-0.10

ワタイ	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.05	-0.04	-0.05
3	-0.02	-0.05	-0.04	-0.05
4	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05
5	-0.05	-0.07	-0.03	-0.05
6	-0.06	-0.03	0.08	0.02
7	-0.07	-0.05	0.07	0.02
8	-0.07	-0.07	0.07	0.02
9	-0.07	-0.05	0.07	0.02
10	-0.15	-0.25	18.31	0.02

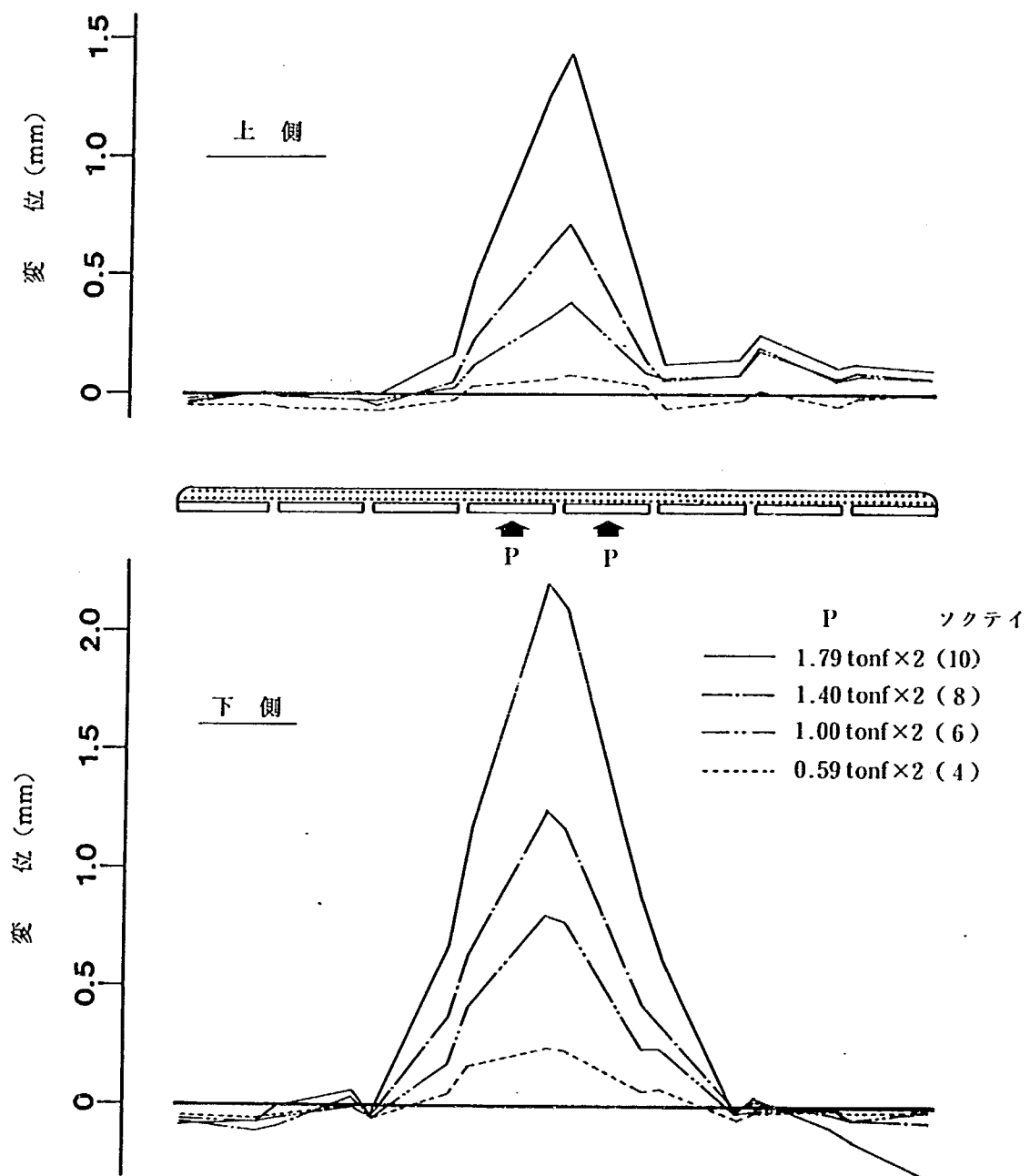
(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	162.5	45.0	117.5	32.5	215.0	97.5	217.5	120.0	87.4	-10.0	259.9	177.4	35.0	125.0	107.5
9	107.5	60.0	197.5	272.6	220.0	272.4	682.6	220.0	202.3	-30.0	-7.5	107.5	159.9	475.0	585.0

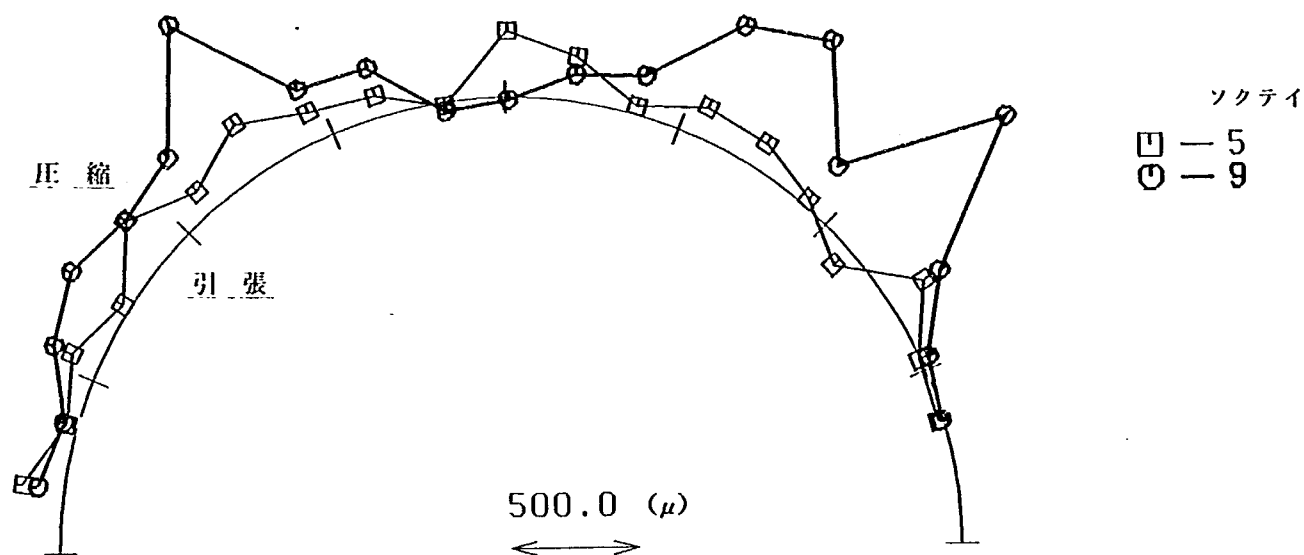
(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
5	30.0	-85.0	157.5	-5.0	-22.5
9	202.4	797.3	229.9	30.0	-12.5

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(3) 変位分布図

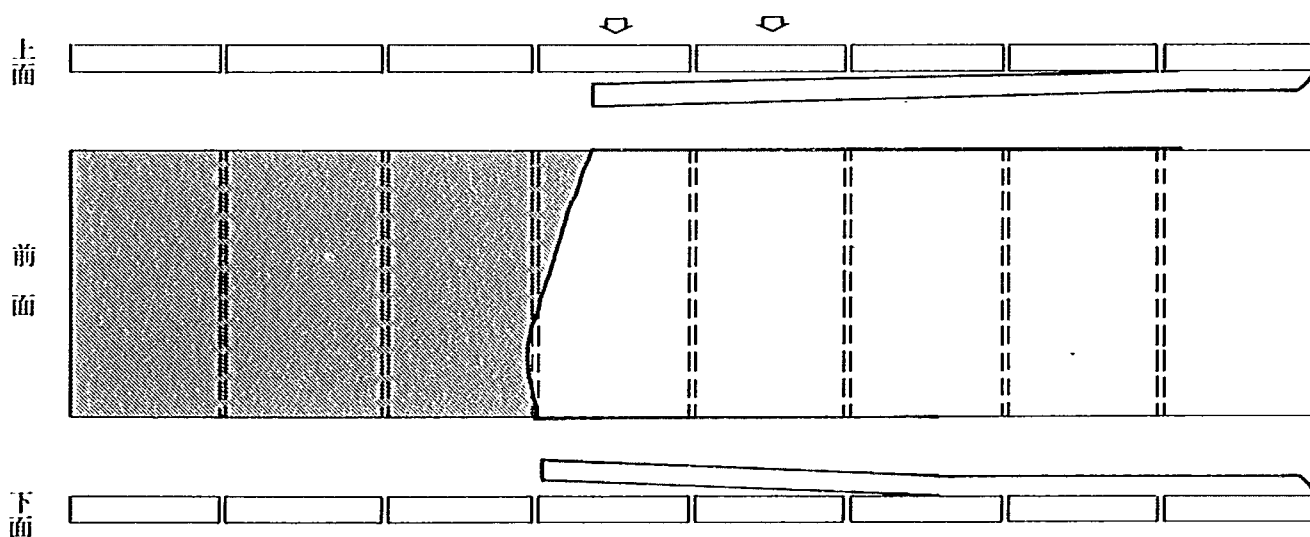


(4) 歪分布図 (表面 20 cm)

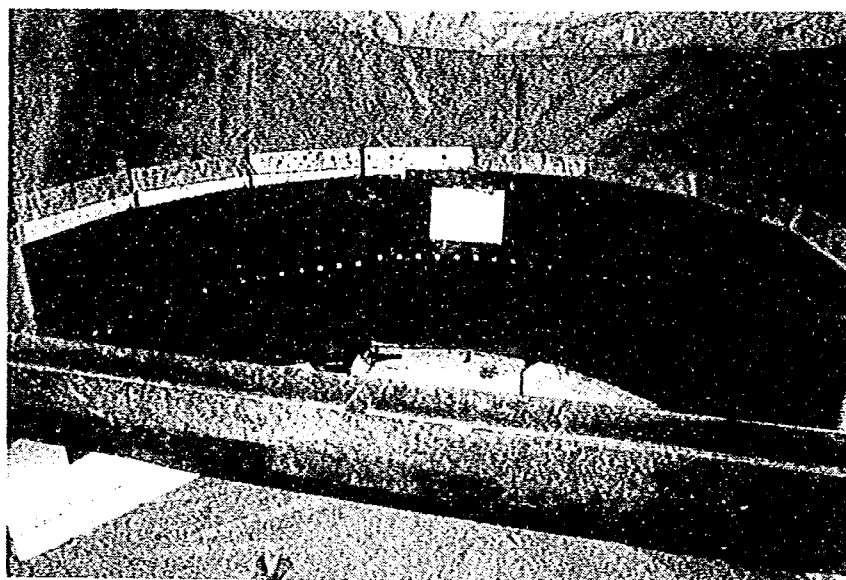
最大荷重 1.8 tonf × 2

概要：載荷途中においてはクラックは発見できなかった。最大荷重時、ほぼ全面で付着破壊を起こした。ただし、右側部分は端部の付着は残っており、落下は左側部分のみであった。
なお、破壊後の岩石の表面に、若干の水分が見られた。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、岩石が露出していることを示す。



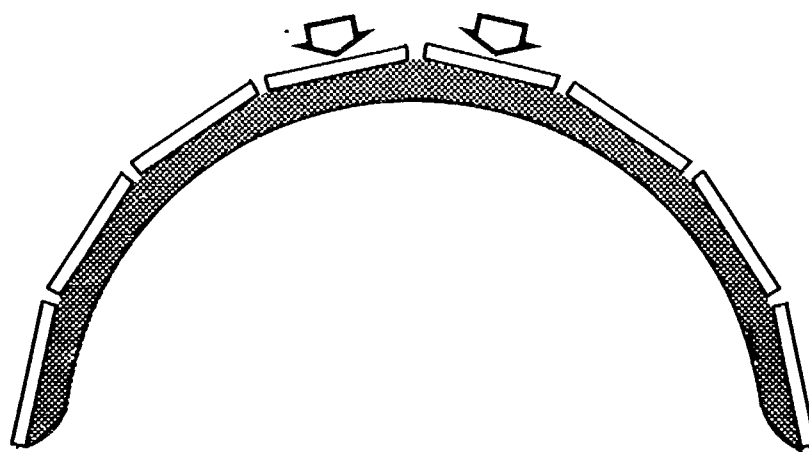
(5) 破壊状況図



(6) 破壞狀況

2.12.2 ケース No. 12(2)

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 軸応力度計算結果一覧表
- (5) 曲げモーメント計算結果一覧表
- (6) 変位分布図
- (7) 歪分布図（表面 20 cm）
- (8) 曲率の変化分布図
- (9) 軸応力度分布図
- (10) 曲げモーメント分布図
- (11) クラック発生状況図
- (12) 破壊状況図
- (13) 破壊状況



吹付け厚さ 6.2 cm
吹付け板……御影石（荒目）

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ソフティ	P- 3	P- 4	0- 1	0- 2	0- 3	0- 4	0- 5	0- 6
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	199.23	195.53	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03
3	392.33	388.01	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
4	597.68	592.71	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
5	793.85	788.25	-0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
6	986.95	980.73	-0.02	0.02	0.03	-0.02	0.00	0.00
7	1201.50	1197.65	-0.03	0.00	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
8	1394.60	1390.13	-0.04	0.00	0.03	-0.03	-0.03	-0.03
9	1584.63	1582.61	-0.03	0.02	0.03	-0.02	-0.03	-0.02
10	1734.82	1729.26	-0.03	0.02	0.06	-0.03	-0.02	-0.02
11	1900.33	1897.30	-0.04	0.00	0.05	-0.03	-0.03	-0.03
12	2041.32	2037.84	-0.04	0.00	0.05	-0.04	-0.03	-0.05
13	2173.12	2172.27	-0.04	0.00	0.05	-0.04	-0.03	-0.03
14	2157.80	2325.03	-0.04	0.00	0.06	-0.04	-0.03	-0.03
15	2507.21	2480.85	-0.05	0.00	0.05	-0.05	-0.05	-0.03
16	2645.14	2639.72	-0.05	-0.02	0.05	-0.05	-0.05	-0.02
17	2807.59	2771.09	-0.05	0.00	0.05	-0.05	-0.05	0.00
18	2945.51	2942.19	-0.05	-0.03	0.05	-0.05	-0.05	0.03
19	3052.79	3046.06	-0.06	-0.05	0.03	-0.06	-0.07	0.03
20	3230.56	3223.27	-0.06	-0.05	0.03	-0.07	-0.07	0.05
21	3377.69	3369.92	-0.06	-0.05	0.02	-0.14	-0.08	0.06
22	3527.87	3522.68	-0.05	-0.08	0.00	-0.16	-0.08	0.13
23	3696.45	3690.72	-0.07	-0.11	-0.02	-0.18	-0.10	0.13
24	3822.12	3819.04	-0.07	-0.11	-0.02	-0.18	-0.10	0.14
25	4006.02	3977.91	-0.07	-0.10	-0.02	-0.18	-0.10	0.18
26	4128.62	4124.56	-0.06	-0.10	0.00	-0.18	-0.08	0.24
27	4300.27	4295.65	-0.05	-0.03	0.06	-0.17	-0.05	0.32
28	4432.06	4423.97	-0.08	-0.10	0.00	-0.20	-0.10	0.29
29	4582.25	4576.73	-0.07	-0.06	0.03	-0.18	-0.07	0.34
30	4738.57	4732.55	-0.07	-0.08	0.02	-0.19	-0.10	0.40
31	4897.95	4891.42	-0.07	-0.06	0.03	-0.18	-0.08	0.43
32	5054.27	5047.24	-0.07	-0.06	0.03	-0.25	-0.08	0.45
33	5204.46	5190.84	-0.07	-0.10	0.00	-0.26	-0.08	0.50

ソクテイ	P- 3	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
34	5348.51	5334.43	-0.09	-0.16	-0.05	-0.31	-0.08	0.56
35	5501.77	5496.36	-0.08	-0.14	-0.03	-0.21	-0.08	0.61
36	5648.89	5643.01	-0.06	-0.11	0.00	-0.18	-0.02	0.69
37	5796.01	5789.66	-0.06	-0.13	0.00	-0.19	-0.02	0.72
38	5933.94	5927.15	-0.14	-0.16	-0.02	-0.19	-0.05	0.79
39	6102.52	6089.07	-0.16	-0.18	-0.05	-0.21	-0.08	0.79
40	6240.44	6235.72	-0.17	-0.19	-0.06	-0.21	-0.08	0.80
41	6384.50	6376.27	-0.15	-0.16	-0.03	-0.20	-0.05	0.87
42	6537.75	6535.14	-0.15	-0.16	-0.02	-0.20	-0.05	0.93
43	6700.20	6681.79	-0.09	-0.16	-0.02	-0.21	-0.02	1.09
44	6822.80	6816.22	-0.10	-0.19	-0.03	-0.19	-0.02	1.17
45	6985.25	6978.15	-0.09	-0.16	0.00	-0.18	0.02	1.24
46	7156.89	7137.02	-0.08	-0.14	0.02	-0.17	0.02	1.32
47	1532.53	1524.56	-0.28	-0.26	-0.02	-0.10	0.20	1.66

注1) ソクテイ 25回 ……初亀裂発生

ソクテイ 46回 ……破壊直前

ソクテイ 47回 ……破壊直後

注2) P-3~P-4 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2.2 参照

ソクテイ	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12	D- 13	D- 14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.02
3	-0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.01	-0.03
4	-0.01	0.05	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02
5	0.00	0.11	0.13	0.00	0.02	-0.02	-0.01	-0.02
6	0.01	0.17	0.21	-0.01	0.03	0.00	0.03	0.00
7	0.01	0.25	0.29	-0.02	0.03	-0.02	0.01	-0.02
8	0.03	0.35	0.37	-0.02	0.03	-0.02	0.01	-0.02
9	0.04	0.44	0.46	0.09	0.05	-0.02	0.01	-0.02
10	0.07	0.56	0.59	0.09	0.08	-0.02	0.00	-0.02
11	0.08	0.64	0.65	0.09	0.06	-0.03	-0.01	-0.03
12	0.10	0.73	0.75	0.09	0.06	-0.03	0.00	-0.03

ソフティ	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12	0- 13	0- 14
13	0.12	0.83	0.83	0.09	0.08	-0.03	-0.01	-0.03
14	0.18	1.00	1.02	0.19	0.12	-0.03	-0.01	-0.02
15	0.21	1.11	1.11	0.18	0.12	-0.05	-0.03	-0.03
16	0.26	1.26	1.24	0.19	0.14	-0.05	-0.03	-0.03
17	0.31	1.40	1.40	0.29	0.16	-0.05	-0.03	-0.03
18	0.41	1.68	1.70	0.30	0.20	-0.03	-0.03	-0.03
19	0.44	1.78	1.78	0.33	0.19	-0.06	-0.04	-0.05
20	0.49	1.95	1.97	0.39	0.20	-0.06	-0.04	-0.05
21	0.55	2.19	2.19	0.39	0.22	-0.08	-0.06	-0.06
22	0.69	2.53	2.51	0.51	0.28	-0.08	-0.07	-0.06
23	0.72	2.65	2.65	0.50	0.28	-0.11	-0.09	-0.10
24	0.77	2.80	2.79	0.60	0.28	-0.11	-0.10	-0.10
25	0.83	3.00	2.99	0.61	0.33	-0.11	-0.09	-0.08
26	0.99	3.35	3.37	0.73	0.40	-0.08	-0.09	-0.08
27	1.12	3.61	3.62	0.84	0.48	-0.06	-0.07	-0.06
28	1.14	3.69	3.70	0.86	0.43	-0.11	-0.12	-0.11
29	1.21	3.88	3.89	0.92	0.47	-0.09	-0.07	-0.10
30	1.34	4.21	4.22	1.03	0.50	-0.12	-0.09	-0.08
31	1.39	4.39	4.38	1.04	0.53	-0.12	-0.07	-0.06
32	1.45	4.56	4.54	1.14	0.57	-0.14	-0.09	-0.08
33	1.53	4.85	4.84	1.24	0.61	-0.12	-0.07	-0.06
34	1.69	5.23	5.24	1.33	0.70	-0.12	-0.07	-0.06
35	1.76	5.43	5.43	1.45	0.75	-0.12	-0.06	-0.06
36	1.88	5.70	5.70	1.57	0.82	-0.09	-0.01	-0.03
37	1.93	5.88	5.88	1.57	0.85	-0.09	-0.03	-0.03
38	2.08	6.28	6.29	1.78	0.96	-0.08	-0.01	0.00
39	2.12	6.40	6.42	1.75	0.95	-0.11	-0.04	-0.03
40	2.19	6.61	6.62	1.86	0.99	-0.11	-0.04	-0.05
41	2.26	6.83	6.84	1.99	1.07	-0.09	-0.03	-0.02
42	2.36	7.10	7.11	2.09	1.16	-0.06	0.00	0.00
43	2.68	7.67	7.67	2.29	1.26	-0.12	-0.06	-0.02
44	2.84	8.10	8.10	2.49	1.41	-0.14	-0.07	-0.03
45	2.93	8.34	8.35	2.62	1.54	-0.11	-0.04	-0.02
46	3.06	8.64	8.67	2.86	1.80	-0.09	-0.03	0.02
47	3.48	9.20	9.46	5.63	9.91	-0.20	-0.19	-0.05

ソクタイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02
3	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02
4	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
5	0.01	0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.02
6	0.00	0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	0.01
7	-0.01	0.01	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	0.00
8	-0.01	0.01	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03	0.01
9	0.00	0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	0.10
10	-0.01	0.02	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	0.09
11	-0.02	0.01	-0.05	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	0.09
12	-0.01	0.01	-0.06	-0.05	-0.04	-0.05	-0.03	0.10
13	0.00	0.01	-0.06	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	0.15
14	0.00	0.03	-0.07	-0.03	-0.04	-0.05	-0.03	0.21
15	-0.01	0.03	-0.08	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	0.22
16	0.00	0.03	-0.08	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	0.25
17	0.00	0.03	-0.09	-0.05	-0.05	-0.07	-0.05	0.25
18	-0.02	0.03	-0.10	-0.03	-0.05	-0.07	-0.03	0.32
19	-0.03	0.03	-0.11	-0.05	-0.06	-0.07	-0.05	0.31
20	-0.03	0.03	-0.11	-0.05	-0.06	-0.07	-0.05	0.37
21	-0.03	0.03	-0.12	-0.05	-0.06	-0.08	-0.05	0.44
22	-0.03	0.02	-0.10	-0.02	-0.05	-0.08	-0.03	0.45
23	-0.05	0.01	-0.12	-0.05	-0.07	-0.09	-0.05	0.46
24	-0.05	0.01	-0.12	-0.05	-0.06	-0.09	-0.05	0.55
25	-0.04	0.01	-0.12	-0.02	-0.03	-0.09	-0.03	0.59
26	-0.04	0.01	-0.10	0.02	0.04	-0.06	0.00	0.70
27	-0.04	0.02	-0.09	0.03	0.02	-0.05	0.03	0.75
28	-0.07	0.00	-0.12	0.00	-0.01	-0.07	0.00	0.79
29	-0.06	0.03	-0.11	0.02	0.02	-0.06	0.02	0.83
30	-0.05	0.04	-0.11	0.02	-0.07	-0.07	0.02	0.93
31	-0.04	0.04	-0.11	0.03	-0.06	-0.07	0.03	1.01
32	-0.04	0.04	-0.11	0.03	0.00	-0.06	0.05	1.05
33	-0.03	0.06	-0.12	0.03	0.04	-0.01	0.10	1.10
34	-0.04	0.07	-0.13	0.03	0.02	0.02	0.13	1.21

ワタシ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
35	-0.03	0.07	-0.13	0.03	0.02	0.04	0.14	1.30
36	-0.02	0.09	-0.12	0.08	0.05	0.06	0.19	1.35
37	-0.02	0.11	-0.12	0.06	0.04	0.06	0.18	1.44
38	-0.01	0.12	-0.10	0.09	0.04	0.07	0.21	1.57
39	-0.02	0.11	-0.12	0.06	0.03	0.06	0.18	1.56
40	-0.02	0.12	-0.13	0.05	0.03	0.06	0.18	1.58
41	-0.01	0.13	-0.11	0.08	0.04	0.07	0.21	1.69
42	0.00	0.14	-0.11	0.09	0.05	0.07	0.23	1.74
43	0.01	0.23	-0.08	0.11	0.10	0.12	0.26	1.93
44	0.00	0.24	-0.10	0.11	0.12	0.12	0.26	2.04
45	0.03	0.26	-0.08	0.14	0.14	0.13	0.29	2.11
46	0.04	0.29	-0.09	0.14	0.14	0.13	0.29	2.19
47	0.00	0.21	-0.19	0.09	0.04	0.24	0.45	3.02

ワタシ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
3	0.01	0.07	0.06	0.02	0.01	-0.01	-0.01	-0.01
4	0.03	0.15	0.14	0.03	0.03	-0.01	0.00	-0.01
5	0.06	0.24	0.22	0.06	0.03	-0.01	-0.01	-0.01
6	0.08	0.33	0.30	0.05	0.04	-0.01	0.00	-0.01
7	0.10	0.42	0.39	0.06	0.04	-0.01	-0.01	-0.01
8	0.13	0.54	0.48	0.11	0.07	-0.03	-0.01	-0.01
9	0.17	0.66	0.61	0.14	0.09	-0.04	0.00	-0.01
10	0.21	0.80	0.73	0.17	0.11	-0.03	-0.02	-0.01
11	0.24	0.89	0.81	0.18	0.13	-0.04	-0.03	-0.02
12	0.29	1.03	0.94	0.21	0.14	-0.05	-0.03	-0.02
13	0.34	1.15	1.03	0.24	0.15	-0.05	-0.03	-0.02
14	0.43	1.35	1.22	0.28	0.18	-0.09	-0.03	-0.03
15	0.47	1.46	1.31	0.29	0.18	-0.09	-0.04	-0.03
16	0.51	1.61	1.45	0.32	0.19	-0.09	-0.04	-0.03
17	0.56	1.77	1.59	0.35	0.19	-0.09	-0.04	-0.03
18	0.67	2.07	1.86	0.41	0.21	-0.09	0.12	-0.03

ノリ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
19	0.69	2.19	1.95	0.43	0.21	-0.10	0.10	-0.04
20	0.74	2.37	2.12	0.47	0.22	-0.10	0.10	-0.04
21	0.85	2.65	2.45	0.55	0.24	-0.10	0.09	-0.04
22	1.00	2.99	2.79	0.66	0.29	-0.08	-0.01	-0.03
23	1.05	3.16	2.95	0.70	0.32	-0.08	-0.04	-0.04
24	1.11	3.34	3.12	0.76	0.34	-0.06	-0.03	-0.04
25	1.21	3.59	3.36	0.86	0.39	-0.04	-0.03	-0.03
26	1.43	4.02	3.78	1.07	0.50	-0.03	0.00	-0.03
27	1.57	4.29	4.04	1.18	0.58	-0.01	0.01	-0.03
28	1.62	4.44	4.17	1.21	0.61	-0.02	-0.01	-0.04
29	1.69	4.65	4.39	1.30	0.67	-0.01	0.01	-0.03
30	1.86	5.08	4.79	1.47	0.79	-0.03	0.00	-0.04
31	1.93	5.29	5.01	1.56	0.85	-0.02	0.00	-0.04
32	2.00	5.49	5.21	1.67	0.91	-0.01	0.01	-0.04
33	2.19	5.93	5.64	1.90	1.07	-0.01	0.02	-0.04
34	2.44	6.42	6.10	2.09	1.24	-0.01	0.03	-0.04
35	2.52	6.64	6.32	2.20	1.30	-0.01	0.03	-0.03
36	2.64	6.94	6.62	2.35	1.40	0.01	0.03	-0.03
37	2.72	7.19	6.85	2.48	1.48	0.01	0.03	-0.03
38	2.98	7.73	7.38	2.75	1.69	0.01	0.01	-0.01
39	3.03	7.89	7.54	2.81	1.74	0.01	0.03	-0.03
40	3.13	8.14	7.79	2.94	1.82	0.01	0.03	-0.02
41	3.22	8.41	8.04	3.10	1.92	0.03	0.04	-0.01
42	3.36	8.74	8.38	3.29	2.07	0.04	0.04	0.00
43	3.71	9.40	9.02	3.56	2.33	0.01	0.02	-0.02
44	3.90	9.93	9.55	3.90	2.59	0.01	0.03	-0.02
45	4.01	10.21	9.83	4.10	2.73	0.03	0.04	-0.01
46	4.13	10.51	10.15	4.36	2.95	0.03	0.04	-0.01
47	5.27	12.40	12.57	8.47	7.39	-0.06	0.01	0.20

2274	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.02	-0.01	-0.03
3	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02
4	-0.01	0.00	0.00	-0.02
5	-0.01	0.00	0.00	0.00
6	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
7	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03
8	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02
9	-0.01	-0.02	-0.03	0.00
10	-0.01	-0.03	0.00	0.02
11	-0.01	-0.03	-0.01	0.00
12	-0.01	-0.03	-0.01	0.00
13	-0.01	-0.02	-0.01	0.02
14	-0.03	-0.03	-0.01	0.02
15	-0.03	-0.03	-0.02	0.02
16	-0.03	-0.03	0.04	0.02
17	-0.03	-0.02	0.05	0.03
18	-0.01	-0.02	0.04	0.05
19	-0.01	-0.03	0.03	0.03
20	-0.01	-0.02	0.03	0.05
21	0.00	-0.02	0.03	0.07
22	0.02	0.00	0.03	0.08
23	0.02	-0.02	0.02	0.07
24	0.02	0.00	0.02	0.07
25	0.03	0.00	0.03	0.10
26	0.04	0.00	0.04	0.12
27	0.05	0.03	0.14	0.15
28	0.04	0.00	0.11	0.12
29	0.04	0.02	0.13	0.15
30	0.01	0.00	0.11	0.12
31	0.01	0.02	0.12	0.13
32	0.01	0.02	0.12	0.15
33	0.01	0.02	0.12	0.17
34	0.03	0.00	0.10	0.15

ノット	0-115	0-116	0-201	0-216
35	0.03	0.02	0.10	0.17
36	0.04	0.03	0.15	0.22
37	0.04	0.03	0.14	0.22
38	0.05	0.03	0.11	0.23
39	0.04	0.02	0.09	0.22
40	0.04	0.02	0.11	0.23
41	0.05	0.05	0.15	0.27
42	0.06	0.05	0.22	0.28
43	0.03	0.02	0.24	0.27
44	0.03	0.02	0.29	0.27
45	0.04	0.05	0.31	0.28
46	0.04	0.05	0.31	0.30
47	0.31	0.32	0.10	-0.07

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ノット	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	-37.5	*****	*****	0.0	-10.0	57.5	37.5	177.6	*****	*****	-199.8	-154.8	-393.0	-185.0	162.5
9	-7.5	0.0	0.0	-80.0	-12.5	-17.5	145.0	-57.5	0.0	0.0	-169.8	32.5	-32.5	-80.0	272.6
13	-15.0	2.5	-20.0	5.0	82.5	202.5	307.4	117.6	407.7	122.5	-579.4	12.5	82.6	92.5	415.1
17	-27.5	72.5	-35.0	-7.5	87.5	285.0	562.4	297.7	412.7	125.0	-522.0	322.1	260.3	447.5	562.6
21	-55.0	12.5	25.0	-5.0	117.5	474.9	902.3	668.0	437.7	100.0	*****	584.2	*****	972.6	810.2
25	-27.5	85.0	82.6	7.5	175.0	662.4	1294.7	945.7	712.8	127.5	*****	539.3	277.8	1592.6	1140.2
29	-10.0	-35.0	30.0	-20.0	150.0	842.4	1734.6	1138.4	587.7	15.0	*****	402.0	347.9	1680.1	1522.8
33	-20.0	107.4	67.6	100.0	225.0	1122.4	2384.4	1371.0	755.3	7.5	*****	412.0	1076.3	2102.6	2118.0
37	-22.5	94.9	225.2	182.5	432.5	1517.3	2409.4	1601.2	695.3	-22.5	*****	749.0	1259.1	2620.1	2450.5
42	-10.0	147.4	310.2	277.4	542.5	1779.8	2911.8	1906.5	1017.9	-55.0	*****	1240.9	1396.7	*****	2448.0

(μ)

ノット	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
5	22.5	-42.5	-132.5	117.5	-10.0
9	45.0	27.5	-22.5	10.0	0.0
13	132.6	50.0	442.4	25.0	12.5
17	225.1	65.0	45.0	40.0	12.5
21	365.2	95.0	414.9	60.0	17.5
25	510.3	120.0	85.0	60.0	20.0
29	765.4	160.0	232.5	82.5	22.5
33	978.0	*****	369.9	117.5	40.0
37	1183.1	337.4	389.9	142.6	40.0
42	2156.1	449.9	427.4	195.1	22.5

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	76.0	*****	*****	0.0	9.0	-9.0	-1.0	*****	*****	*****	54.9	-16.0	-33.1	-27.0	21.0
9	28.0	0.0	0.0	-12.0	15.0	4.0	10.0	-15.0	0.0	*****	141.7	-19.0	4.0	-39.0	101.0
13	115.9	3.0	-8.0	-12.0	5.0	-10.0	-34.0	-22.0	68.1	0.0	170.6	-31.9	-60.2	-67.0	-22.0
17	88.0	-18.0	-24.0	-51.0	-5.0	-38.0	-53.0	-59.1	50.0	18.0	270.4	-37.9	-54.1	-33.0	14.0
21	-20.0	-6.0	-71.1	-48.0	-106.0	-59.0	-83.0	-122.2	44.0	7.0	363.2	2.0	*****	-221.0	24.0
25	39.0	-33.0	-23.0	-8.0	-23.0	-92.0	-133.9	-121.2	1.0	94.1	378.2	-128.7	-84.2	-223.0	33.0
29	97.9	-20.0	-82.1	3.0	-2.0	-91.0	-175.9	-129.2	-31.0	84.1	527.9	70.8	-80.2	-308.0	56.0
33	116.9	12.0	-74.1	-113.9	-111.0	-79.0	-273.9	-153.2	38.0	151.1	633.7	80.8	-90.2	-395.0	6.0
37	117.9	-9.0	-53.1	-3.0	-8.0	-79.0	-582.7	-215.3	23.0	140.1	734.5	119.7	-107.3	-434.0	17.0
42	96.9	-16.0	-71.1	38.0	-118.0	-95.0	-535.7	-118.2	62.1	266.2	851.2	93.8	-102.3	*****	13.0

($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
5	3.0	-12.0	-38.0	8.0	14.0
9	45.0	21.0	22.0	55.0	39.0
13	-2.0	-23.0	-42.0	-3.0	*****
17	5.0	12.0	-178.9	13.0	14.0
21	-34.0	2.0	-152.9	7.0	9.0
25	-38.0	-1.0	-135.9	6.0	*****
29	-31.0	64.0	-6.0	30.0	30.0
33	*****	*****	-4.0	37.0	*****
37	-42.0	54.0	4.0	*****	23.0
42	-57.1	52.0	-119.0	16.0	24.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

(4) 軸応力度計算結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	603.5	*****	*****	0.0	71.5	-71.5	-7.9	*****	*****	*****	436.0	-126.8	-262.8	-214.5	166.9
9	222.3	0.0	0.0	-95.3	119.2	31.8	79.4	-119.3	0.0	*****	1125.7	-150.6	31.9	-309.9	802.7
13	921.1	23.8	-63.7	-95.3	39.7	-79.4	-270.0	-175.0	540.7	0.0	1355.6	-253.6	-477.8	-532.3	-174.8
17	698.7	-142.8	-191.0	-405.0	-39.7	-301.8	-420.8	-469.4	397.5	143.1	2148.4	-301.1	-430.1	-262.2	111.3
21	-158.8	-47.6	-564.9	-381.1	-842.0	-468.6	-659.0	-970.7	349.8	55.6	2885.7	15.8	*****	*****	190.7
25	309.7	-261.9	-183.0	-63.5	-182.7	-730.7	*****	-962.7	8.0	747.2	3004.6	*****	-669.0	*****	262.3
29	778.1	-158.7	-652.4	23.8	-15.9	-722.7	*****	*****	-246.5	667.7	4193.7	562.6	-637.1	*****	429.2
33	929.0	95.2	-588.8	-905.2	-881.7	-627.4	*****	*****	302.1	1200.3	5034.0	641.8	-716.8	*****	47.7
37	936.9	-71.4	-421.7	-23.6	-63.5	-627.4	*****	*****	182.9	1112.9	5834.7	950.8	-852.2	*****	135.1
42	770.2	-127.0	-564.9	301.7	-937.3	-754.5	*****	-938.9	493.0	2114.5	6762.3	744.8	-812.3	*****	103.3

(kgf/cm^2)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
5	23.9	-95.3	-301.8	63.6	111.3
9	357.8	166.8	174.7	437.3	310.1
13	-15.9	-182.7	-333.5	-23.9	*****
17	39.8	95.3	*****	103.4	111.3
21	-270.4	15.9	*****	55.7	71.6
25	-302.2	-7.9	*****	47.7	*****
29	-246.5	508.3	-47.6	238.5	238.6
33	*****	*****	-31.8	294.2	*****
37	-334.0	428.9	31.8	*****	182.9
42	-453.3	413.0	-945.0	127.2	190.8

注) コンタクトストレーンゲージおよび曲率測定器の測定結果より、文献11) 12) に示されている方法で、計算した値。弾性係数は、4,000 kgf/cm^2 。誤差が大きく、参考程度のものである。

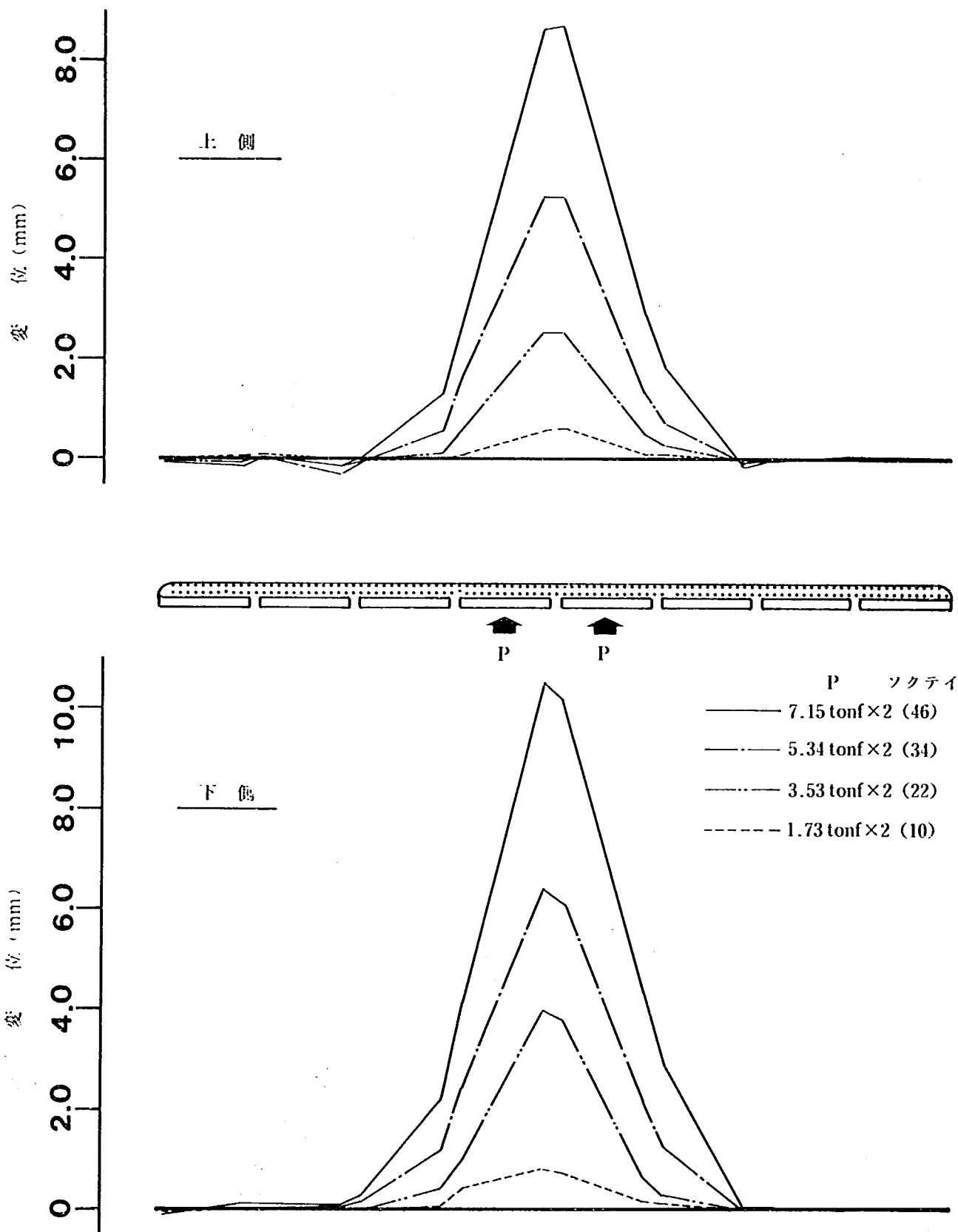
(5) 曲げモーメント計算結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	0.944	*****	*****	0.0	0.090	0.100	0.136	*****	*****	*****	-0.009	-0.849	-2.048	-1.129	0.933
9	0.373	0.0	0.0	-0.493	0.166	-0.012	0.724	-0.447	0.0	*****	1.361	-0.143	-0.072	-0.882	2.545
13	1.610	0.053	-0.195	-0.153	0.402	0.666	0.740	0.153	2.611	0.490	0.140	-0.410	-0.536	-0.595	1.343
17	1.157	0.031	-0.486	-0.764	0.278	0.593	1.487	0.340	2.371	0.760	1.806	0.743	0.262	1.315	2.452
21	-0.508	-0.036	-0.924	-0.711	-1.056	1.050	2.414	0.913	2.385	0.501	0.935	2.366	*****	0.707	3.586
25	0.451	-0.135	-0.001	-0.085	0.369	1.325	3.250	2.038	2.866	1.865	0.282	0.304	-0.101	3.159	5.036
29	1.370	-0.428	-1.062	-0.037	0.571	2.060	4.405	2.693	1.904	1.270	1.368	2.628	0.237	2.285	6.869
33	1.604	0.602	-0.797	-1.241	-0.698	3.352	5.594	3.278	3.569	2.206	2.801	2.811	3.006	2.722	8.558
37	1.608	0.250	0.136	0.687	1.615	4.932	1.247	3.304	3.113	1.927	4.273	4.720	3.492	4.230	10.047
42	1.356	0.360	0.217	1.657	0.471	5.751	3.933	5.924	4.965	3.613	5.964	6.314	4.115	*****	9.979

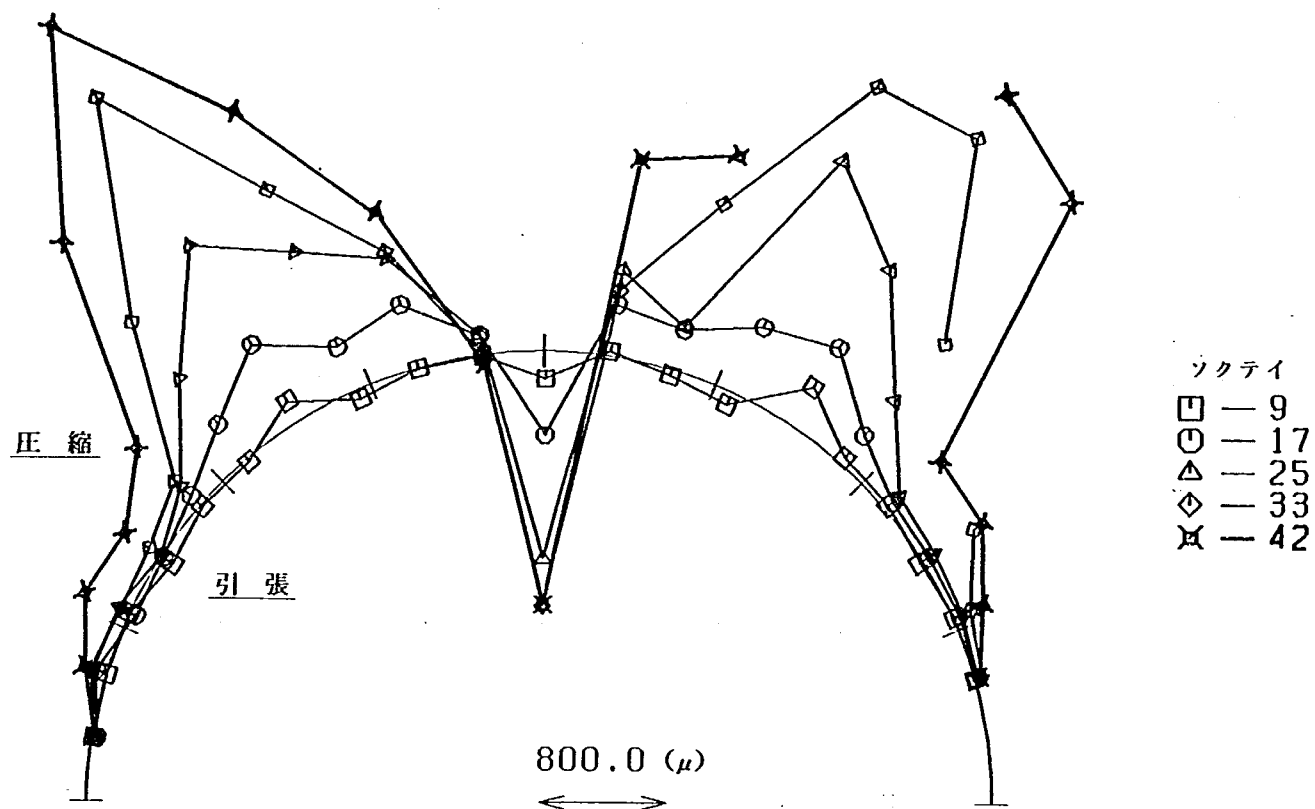
($\text{kgf}\cdot\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
5	0.133	-0.343	-1.077	0.585	0.162
9	0.829	0.412	0.227	0.833	0.562
13	0.501	-0.131	1.165	0.057	*****
17	0.973	0.433	-2.397	0.347	0.252
21	0.971	0.409	-0.543	0.341	0.200
25	1.493	0.466	-1.618	0.327	*****
29	2.615	1.561	0.843	0.762	0.522
33	*****	*****	1.422	1.003	*****
37	4.127	2.127	1.617	*****	0.492
42	7.803	2.548	-0.003	1.011	0.436

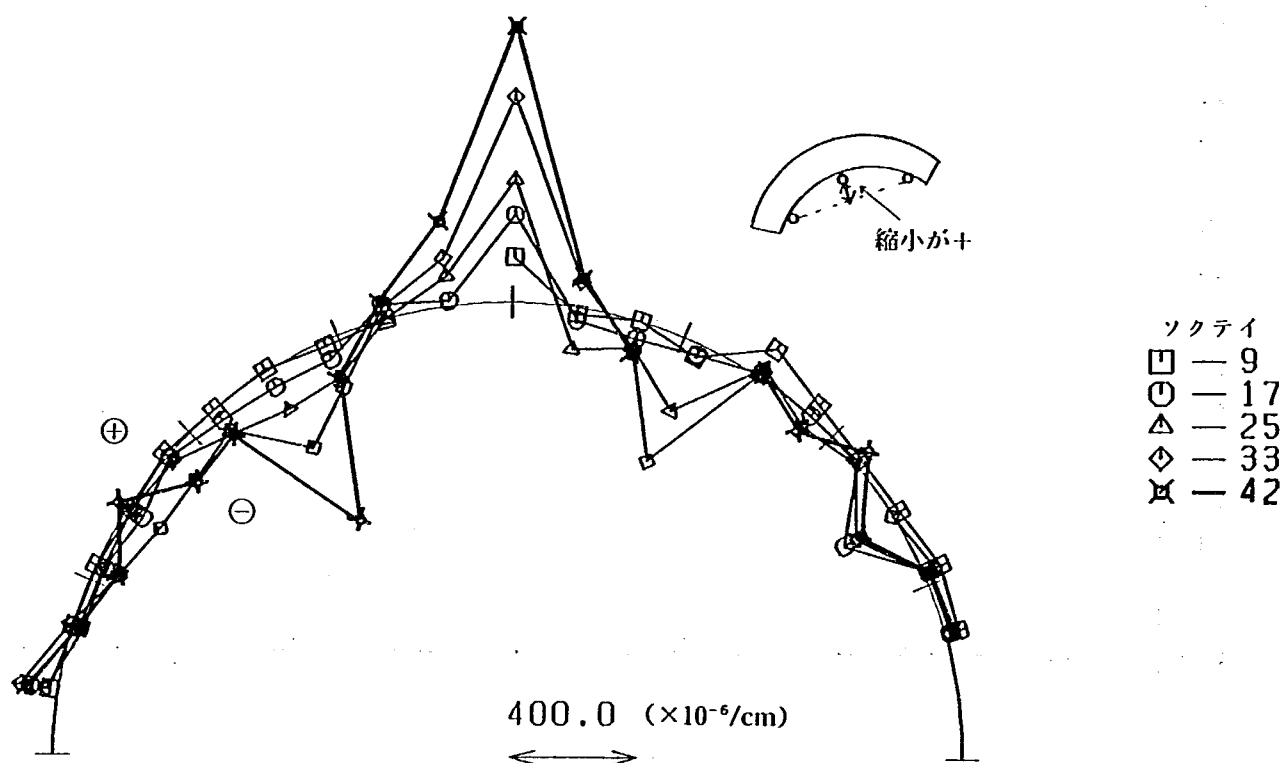
注) コンタクトストレーンゲージおよび曲率測定器の測定結果より、文献11) 12) に示されている方法で計算した値。弾性係数は、4,000 kgf/cm^2 。誤差が大きく、参考程度のものである。



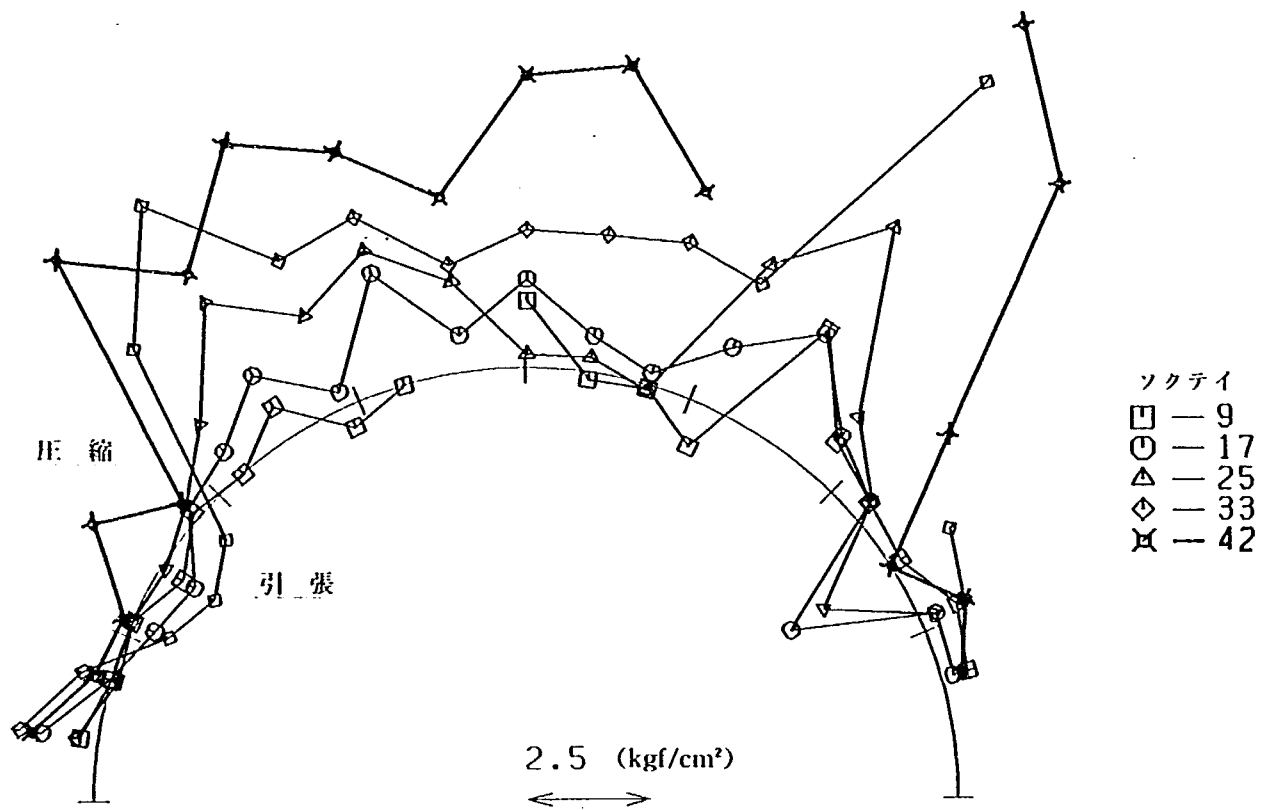
(6) 変位分布図



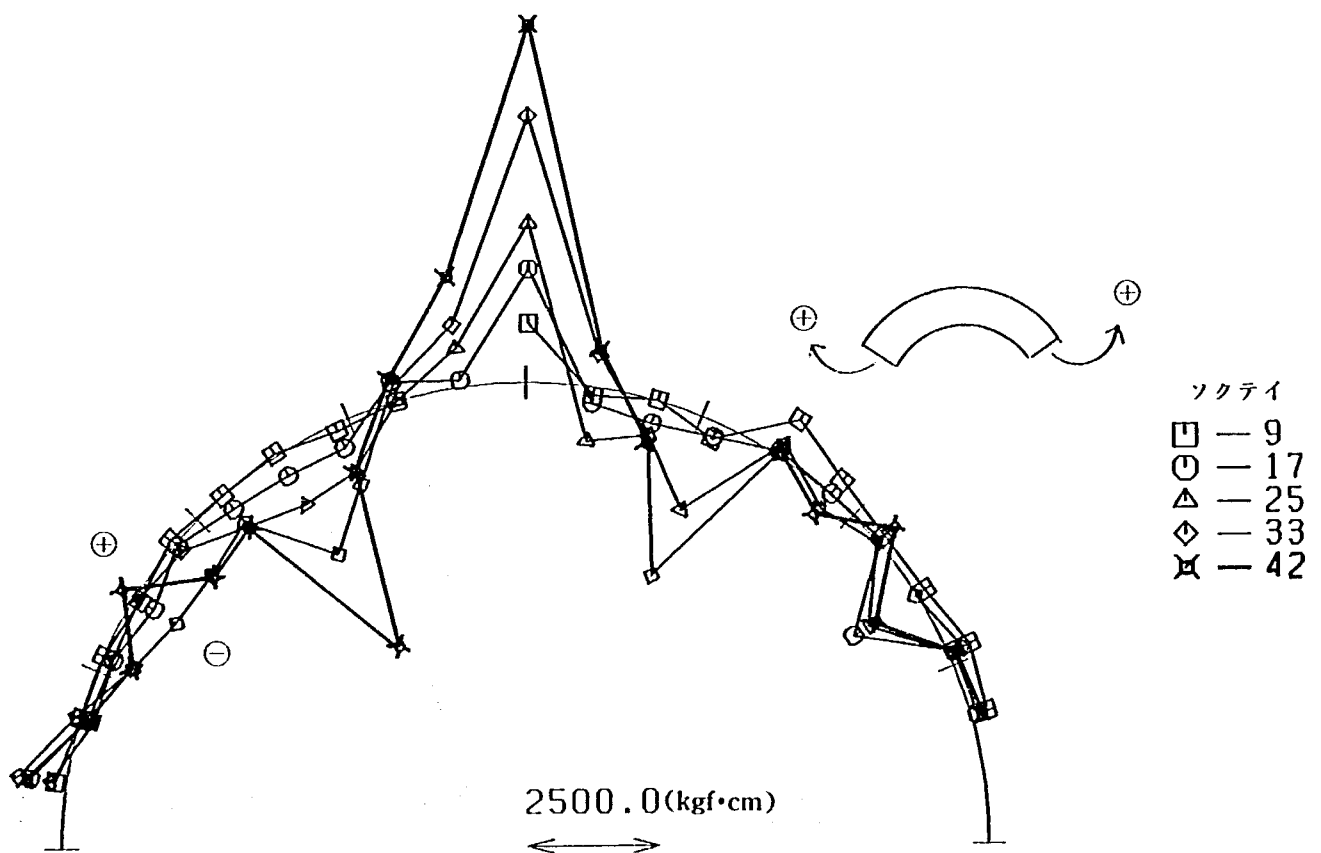
(7) 歪分布図 (表面 20 cm)



(8) 曲率の変化分布図



(9) 軸応力度分布図



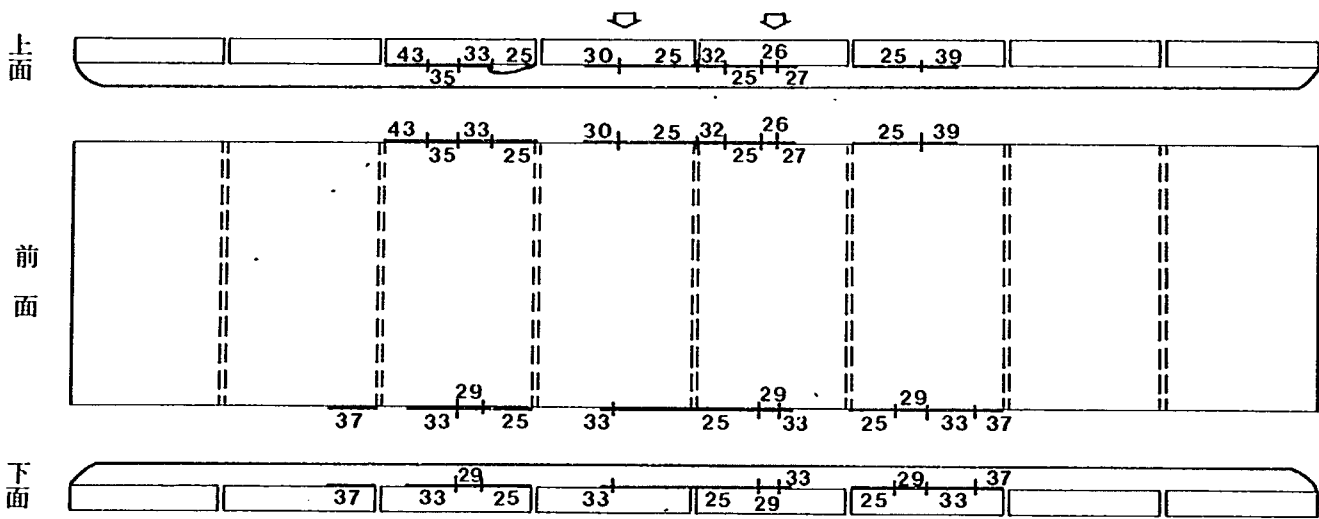
(10) 曲げモーメント分布図

概要：載荷荷重を上げるにつれて、押抜板部ならびに周辺部より徐々に付着が切れていった。

注) 数字は測定回を示す。

測定回	荷重	測定回	荷重
25	3.99 tonf×2	32	5.05 tonf×2
26	4.13 tonf×2	33	5.20 tonf×2
27	4.30 tonf×2	35	5.50 tonf×2
29	4.58 tonf×2	37	5.79 tonf×2
30	4.74 tonf×2	43	6.69 tonf×2

最大荷重時破壊状況は、次図参照

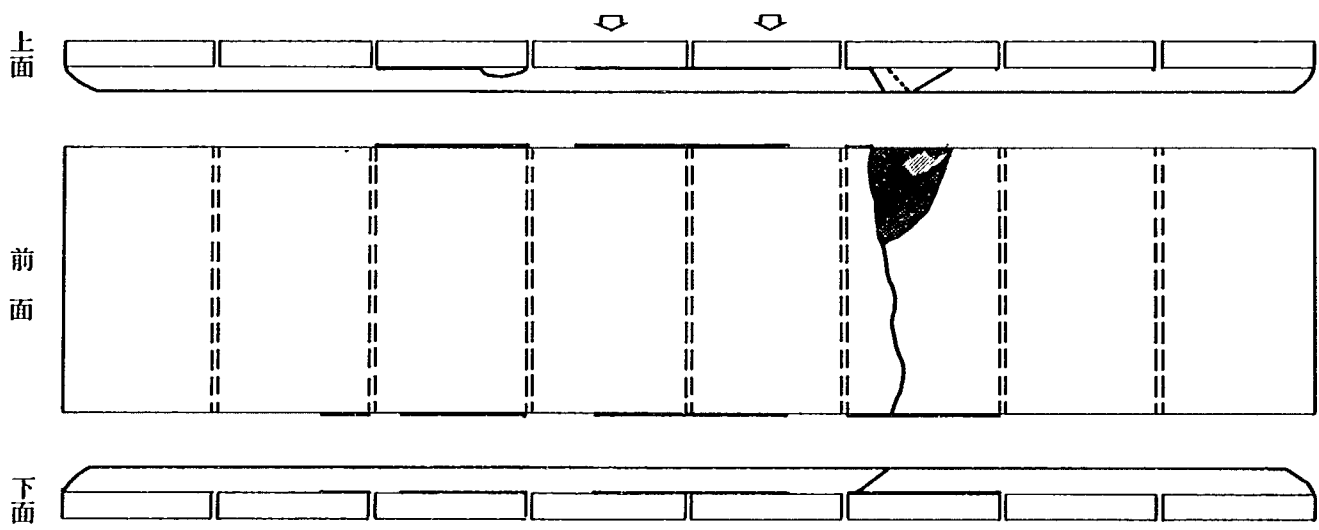


(11) クラック発生状況図

概要：最大荷重時、右側の押抜板と吹付板の境界部において、圧縮によるせん断破壊を起こした。付着の切れた部分は、直前の荷重時と同じであり、増加していない。

最大荷重 7.3 tonf×2

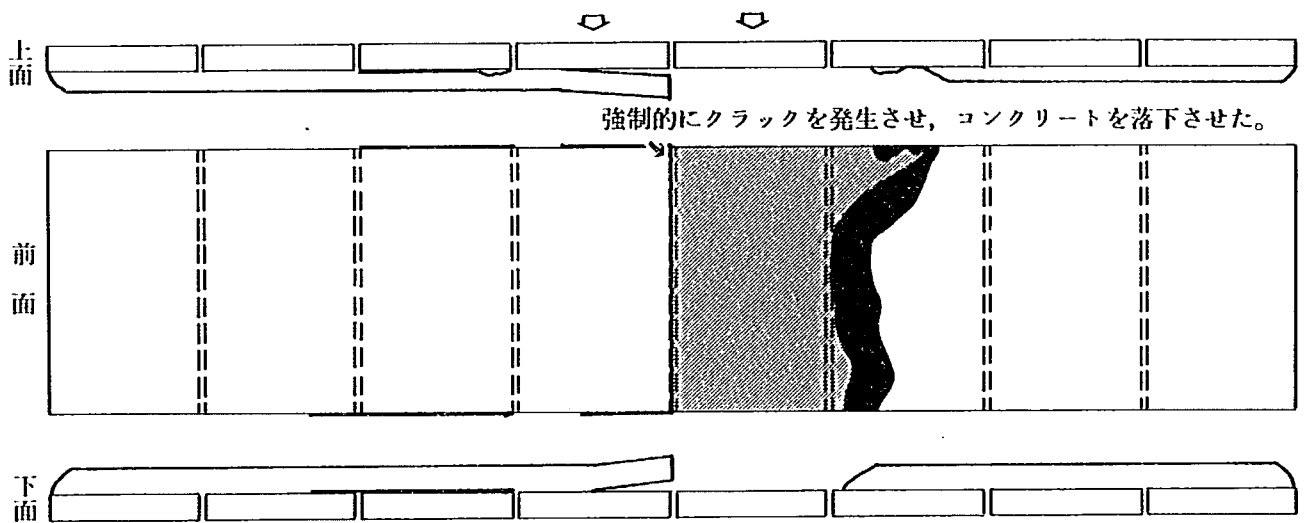
注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、岩石が露出していることを示す。ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



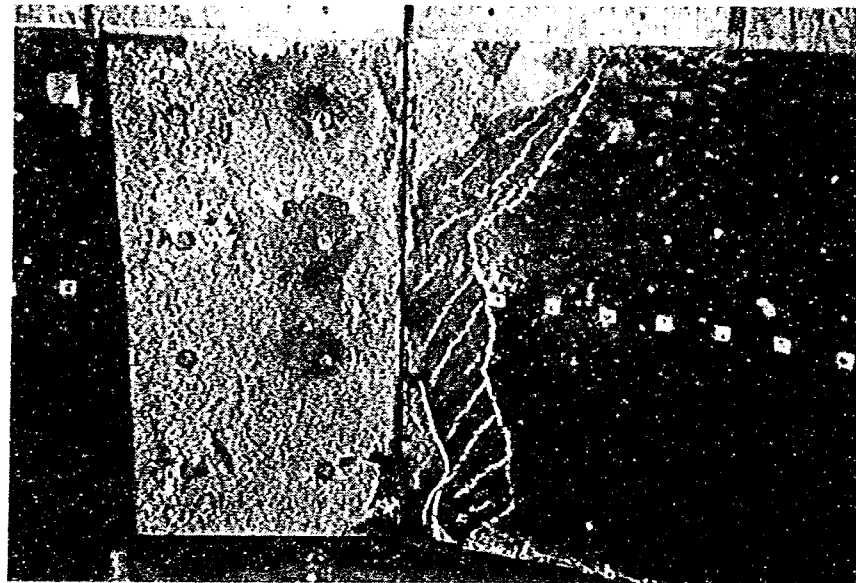
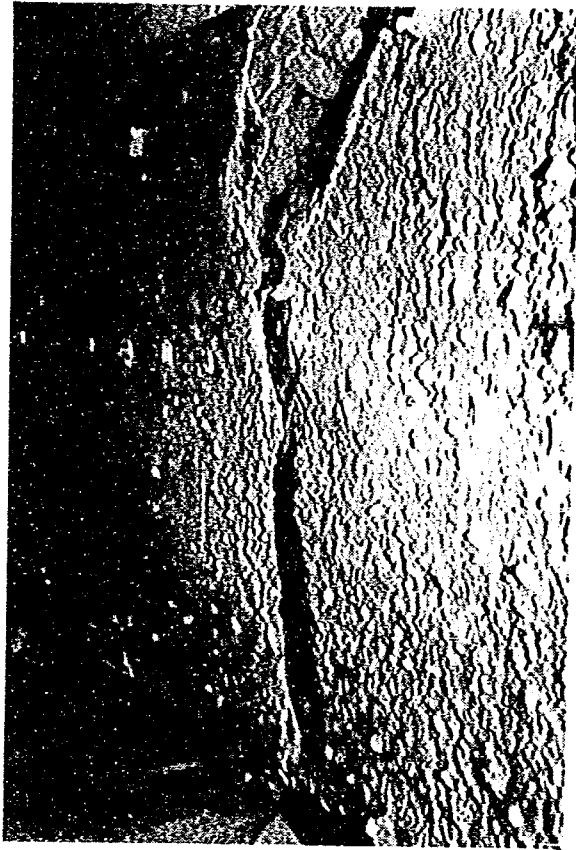
(12) 破壊状況図(1)

概要：最大荷重に達した後、圧縮によるせん断破壊面を観察するため、右側のジャッキのみ再載荷を行った。せん断破壊の開始は、押抜板と吹付板の境界部であり、幅は約 17 cm (約 1/2 より下部)であった。なお、はく離した岩石の表面には、セメントが薄く付着して残っている部分も見られた。
(写真参照)

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、岩石が露出していることを示すが、左側の境界は強制的にクラックを発生させたものであるため、意味はない。ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



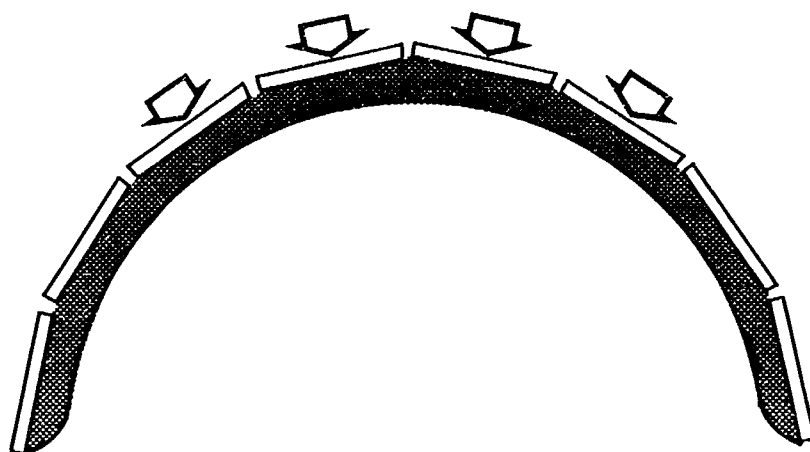
(12) 破壊状況図(2)



(13) 破壞狀況

2.13 ケース No. 13

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) 破壊状況図
- (7) 破壊状況



吹付け厚さ 3.2 cm
吹付板……大谷石

(1) 荷重・変位測定結果一覧表

ノックイ	P- 1	P- 2	P- 3	P- 4	0- 1	0- 2	0- 3	0- 4
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	417.2	423.3	449.9	409.0	0.01	-0.01	-0.01	0.00
3	895.7	901.8	920.3	879.4	0.01	0.00	0.01	0.07
4	1312.9	1312.9	1349.7	1308.8	0.01	0.00	0.00	0.07
5	1773.0	1779.2	1799.6	1820.1	-0.01	0.00	-0.01	0.05
6	2171.8	2171.8	2147.3	2229.1	0.04	-0.04	0.03	0.05
7	2607.4	2613.5	2576.7	2719.9	-0.04	-0.07	0.02	0.03
8	3061.4	3043.0	2985.7	3128.9	-0.04	-0.06	0.02	0.02
9	3546.0	3552.2	3497.0	3660.6	-0.04	-0.11	0.00	0.01
10	3963.2	3963.2	3885.5	4110.5	-0.07	-0.22	-0.04	-0.01
11	4435.6	4447.9	4355.9	4601.3	-0.08	-0.22	-0.05	-0.01
12	4877.3	4889.6	4805.8	5071.6	-0.09	-0.24	-0.07	-0.02
13	5349.7	5355.9	5255.7	5542.0	-0.10	-0.31	-0.11	-0.03
14	5803.7	5816.0	5685.1	6094.1	-0.12	-0.41	-0.13	-0.06
15	6257.7	6263.8	6135.0	6544.0	-0.14	-0.52	-0.15	-0.07
16	6662.6	6681.0	6544.0	6973.5	-0.17	-0.55	-0.16	-0.07
17	7116.6	7141.1	6993.9	7423.4	-0.20	-0.58	-0.24	-0.06
18	7585.9	7619.7	7464.3	7893.7	-0.23	-0.66	-0.24	0.02
19	8024.6	8049.1	7893.7	8364.1	-0.25	-0.74	-0.25	0.01
20	8466.3	8484.7	8323.2	8773.1	-0.25	-0.73	-0.30	0.01
21	8834.4	8858.9	8711.7	9141.2	-0.24	-0.71	-0.24	0.01
22	9392.7	9423.4	9243.4	9795.6	-0.27	-0.87	-0.27	0.07
23	9828.3	9852.8	9632.0	10225.0	-0.29	-0.86	-0.28	0.06
24	10282.3	10306.8	10102.3	10695.4	-0.29	-0.90	-0.29	0.06
25	10754.7	10779.2	10572.7	11186.2	-0.21	-0.91	-0.28	0.15

ソクテイ	P- 1	P- 2	P- 3	P- 4	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4
26	110748.5	11202.5	11043.0	111492.9	-0.16	-0.76	-0.25	0.20
27	111607.4	111632.0	111492.9	111922.4	-0.16	-0.79	-0.25	0.28
28	112098.2	112128.9	111942.8	112495.0	-0.19	-0.86	-0.28	0.24
29	112515.4	112546.1	112310.9	113006.2	-0.23	-0.99	-0.29	0.23
30	112957.1	112993.9	112740.4	113497.0	-0.26	-1.01	-0.27	0.29
31	113405.0	113447.9	113190.3	113946.9	-0.25	-1.00	-0.27	0.39
32	113803.7	113834.4	113578.8	114335.5	-0.30	-1.10	-0.27	0.38
33	11368.1	11380.4	11104.3	11881.4	-0.25	-0.80	-0.19	1.64

注1) ソクテイ 32回 ……初亀裂発見

ソクテイ 33回 ……破壊後

注2) P-1~P-4 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	D- 5	D- 6	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.01	0.09	0.10	0.02	0.04	0.01
3	0.01	0.01	0.03	0.19	0.19	0.07	0.04	0.00
4	0.03	0.10	0.09	0.28	0.22	0.09	0.04	0.00
5	0.07	0.18	0.18	0.36	0.37	0.15	0.05	-0.02
6	0.13	0.26	0.35	0.52	0.45	0.18	0.06	-0.05
7	0.13	0.34	0.41	0.59	0.60	0.22	0.07	-0.07
8	0.14	0.43	0.51	0.78	0.72	0.27	0.12	-0.07
9	0.15	0.52	0.59	0.95	0.87	0.39	0.14	-0.09
10	0.19	0.69	0.76	1.10	1.06	0.50	0.19	-0.13
11	0.26	0.77	0.93	1.28	1.21	0.60	0.25	-0.14
12	0.26	0.80	1.02	1.45	1.40	0.68	0.34	-0.15
13	0.29	1.03	1.20	1.64	1.60	0.88	0.41	-0.17
14	0.35	1.20	1.44	1.86	1.83	0.98	0.47	-0.23
15	0.40	1.39	1.62	2.14	2.09	1.21	0.58	-0.24
16	0.42	1.50	1.81	2.32	2.27	1.34	0.66	-0.25
17	0.48	1.69	2.00	2.61	2.59	1.55	0.80	-0.26
18	0.57	1.93	2.28	2.90	2.87	1.77	0.98	-0.17

ソフイ	0- 5	0- 6	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12
19	0.59	2.14	2.46	3.15	3.14	1.95	1.07	-0.19
20	0.67	2.34	2.74	3.43	3.39	2.13	1.18	-0.21
21	0.75	2.62	3.02	3.82	3.79	2.39	1.35	-0.09
22	0.88	2.93	3.45	4.24	4.22	2.72	1.51	-0.16
23	0.92	3.09	3.65	4.53	4.52	2.93	1.63	-0.15
24	1.00	3.33	3.92	4.88	4.80	3.04	1.73	-0.20
25	1.10	3.72	4.30	5.35	5.28	0.72	1.92	-0.20
26	1.23	4.20	4.93	6.04	5.99	-13.66	2.19	-0.02
27	1.32	4.48	5.17	6.36	6.28	4.08	2.31	-0.04
28	1.39	4.82	5.62	6.80	6.74	4.42	2.49	-0.11
29	1.51	5.24	6.01	7.25	7.17	4.76	2.70	-0.06
30	1.74	6.12	7.19	8.54	8.41	5.77	3.27	-0.02
31	1.86	6.60	7.61	9.05	8.96	6.15	3.56	-0.01
32	2.06	7.65	8.80	10.66	10.53	7.58	4.53	0.37
33	4.06	11.57	12.92	19.10	26.26	14.00	9.36	3.49

ソフイ	0- 13	0- 14	0- 15	0- 16	0-101	0-102	0-103	0-104
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03
3	0.03	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	-0.03
4	0.01	0.00	0.06	0.02	-0.02	0.00	0.00	-0.03
5	-0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.04
6	-0.06	-0.04	-0.01	-0.01	-0.02	0.01	0.00	-4.21
7	-0.07	-0.06	-0.03	-0.03	-0.05	0.01	-0.02	0.00
8	-0.09	-0.05	-0.06	-0.11	-0.05	0.01	0.00	0.01
9	-0.10	-0.07	-0.07	-0.07	-0.05	0.03	0.02	0.05
10	-0.13	-0.14	-0.08	-0.19	-0.02	0.09	0.03	-0.02
11	-0.12	-0.18	-0.10	-0.76	-0.03	0.09	0.02	-0.28
12	-0.12	-0.18	-0.11	-1.28	-0.03	0.07	0.02	0.01
13	-0.13	-0.23	-0.12	-26.22	-0.02	0.07	0.02	-0.55
14	-0.14	-0.28	-0.16	-0.26	0.03	0.10	0.03	0.06
15	-0.12	-0.29	-0.17	-0.26	0.03	0.10	0.03	0.13
16	-0.11	-0.29	-0.17	-0.26	0.05	0.12	0.03	0.09

ノックアウト	0-13	0-14	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104
17	-0.09	-0.29	-0.17	-0.26	0.06	0.10	0.05	0.17
18	-0.12	-0.30	-0.21	-0.28	0.11	0.15	0.08	0.17
19	-0.13	-0.32	-0.23	-0.27	0.11	0.15	0.06	0.19
20	-0.12	-0.32	-0.24	-0.32	0.11	0.13	0.06	0.22
21	-0.13	-0.40	-0.29	-0.38	0.19	0.15	0.11	0.21
22	-0.17	-0.47	-0.35	-0.45	0.22	0.22	0.16	0.28
23	-0.16	-0.45	-0.37	-0.45	0.22	0.21	0.16	0.31
24	-0.17	-0.49	-0.39	-0.46	0.22	0.22	0.17	0.33
25	-0.13	-0.48	-0.41	-0.48	0.23	0.25	0.20	0.37
26	-0.14	-0.52	-0.41	-0.50	0.30	0.28	0.26	0.45
27	-0.15	-0.55	-0.48	-0.53	0.27	0.27	0.25	0.45
28	-0.15	-0.59	-0.52	-0.55	0.25	0.30	0.28	0.49
29	-0.10	-0.65	-0.54	-1.61	0.23	0.33	0.30	0.51
30	-0.17	-0.67	-0.45	-0.64	0.25	0.39	0.36	0.62
31	-0.05	-0.67	-0.45	-0.54	0.27	0.39	0.37	0.64
32	0.26	-0.66	-0.44	-0.32	0.14	0.34	0.33	0.71
33	2.33	0.05	0.29	-0.01	-0.41	-0.18	-0.42	0.51

ノックアウト	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	0.00	0.05	0.14	0.14	0.13	0.10	0.02
3	-0.02	0.11	0.16	0.31	0.30	0.22	0.18	0.02
4	0.00	0.18	0.24	0.43	0.42	0.29	0.21	0.02
5	-0.02	0.26	0.34	0.55	0.55	0.35	0.26	0.00
6	0.03	0.26	0.43	0.79	0.72	0.51	0.27	0.03
7	-0.02	0.29	0.50	0.90	0.83	0.59	0.32	0.03
8	-0.02	0.39	0.59	1.03	0.96	0.64	0.39	0.02
9	-0.03	0.44	0.71	1.24	1.15	0.79	0.45	0.03
10	0.05	0.50	0.85	1.53	1.37	1.02	0.55	0.10
11	0.05	0.58	0.96	1.72	1.55	1.16	0.64	0.11
12	0.05	0.69	1.09	1.91	1.74	1.29	0.76	0.13
13	0.08	0.84	1.27	2.17	1.99	1.49	0.93	0.18
14	0.14	0.98	1.51	2.60	2.35	1.84	1.08	0.26

ワケイ	0-105	0-106	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112
15	0.17	1.05	1.70	2.86	2.62	2.03	1.24	0.29
16	0.22	1.20	1.88	3.13	2.87	2.25	1.42	0.34
17	0.27	1.44	2.14	3.44	3.19	2.46	1.63	0.37
18	0.34	1.66	2.44	3.92	3.61	2.84	1.85	0.47
19	0.37	1.79	2.65	4.21	3.88	3.05	2.01	0.50
20	0.44	1.99	2.87	4.50	4.17	3.26	2.22	0.53
21	0.53	2.24	3.18	4.85	4.52	3.51	2.45	0.58
22	0.61	2.50	3.61	5.51	5.11	4.03	2.72	0.66
23	0.66	2.73	3.84	5.75	5.37	4.19	2.91	0.68
24	0.70	2.87	4.11	6.17	5.74	4.51	3.09	0.72
25	0.80	3.23	4.53	6.64	6.21	4.81	3.40	0.76
26	0.97	3.88	5.17	7.25	6.87	5.22	3.83	0.79
27	1.01	4.04	5.43	7.63	7.22	5.48	4.03	0.82
28	1.08	4.31	5.86	8.24	7.78	6.00	4.30	0.90
29	1.15	4.67	6.31	8.79	8.32	6.45	4.77	0.95
30	1.42	5.57	7.45	10.20	9.73	7.67	5.81	1.14
31	1.50	6.01	7.93	10.78	10.31	8.13	6.31	1.27
32	1.70	7.15	9.28	12.44	12.08	9.69	7.81	1.72
33	2.28	10.03	12.57	17.24	18.84	13.75	11.93	2.29

ワケイ	0-113	0-114	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.01	-0.01
3	0.01	0.02	0.02	0.00	0.13	0.00
4	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.14	0.03
5	-0.01	0.00	-0.02	-0.04	0.17	0.11
6	-0.09	-0.11	-0.02	-0.13	0.23	0.04
7	-0.12	-0.16	-0.02	-0.15	0.26	0.06
8	-0.09	-0.11	-0.03	-0.15	0.32	0.07
9	-0.10	-0.17	0.00	-0.16	0.35	0.14
10	-0.13	-0.29	0.06	-0.17	0.42	0.17
11	-0.13	-0.29	0.06	-0.17	0.50	0.16
12	-0.13	-0.29	0.06	-0.17	0.58	0.27

ノット	0-113	0-114	0-115	0-116	0-201	0-216
13	-0.10	-0.29	0.06	-0.17	0.66	0.30
14	-0.15	-0.46	0.08	-0.21	0.82	0.26
15	-0.13	-0.43	0.06	-0.21	0.90	0.33
16	-0.10	-0.44	0.08	-0.21	1.00	0.40
17	-0.07	-0.40	0.06	-0.21	1.13	0.47
18	-0.07	-0.46	0.11	-0.21	1.30	0.45
19	-0.07	-0.48	0.11	-0.21	1.41	0.57
20	-0.04	-0.44	0.09	-0.22	1.55	0.64
21	-0.04	-0.48	0.02	-0.24	1.65	0.74
22	-0.10	-0.64	0.09	-0.28	1.94	0.70
23	-0.07	-0.60	0.09	-0.28	1.98	0.76
24	-0.07	-0.67	0.09	-0.29	2.07	0.85
25	-0.06	-0.65	0.02	-0.32	2.23	0.94
26	-0.01	-0.59	-0.03	-0.24	2.39	1.04
27	-0.03	-0.67	-0.02	-0.28	2.63	1.11
28	-0.07	-0.81	0.00	-0.29	2.69	1.16
29	-0.06	-0.81	0.00	-0.29	2.81	1.24
30	0.00	-0.84	0.11	-0.17	3.03	1.66
31	0.07	-0.81	0.12	-0.04	3.21	1.96
32	0.36	-0.43	0.43	0.79	3.42	2.97
33	0.30	-0.43	0.26	0.80	1.22	0.61

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	125.0	17.5	70.0	69.9	222.7	-90.1	172.4	137.5	210.1	210.0	*****	22.5	92.6	364.6	335.2
9	55.0	52.5	160.0	159.8	*****	327.8	202.4	309.9	80.0	310.1	127.5	147.6	227.7	569.4	495.3
13	100.0	95.0	245.0	264.7	583.0	643.0	872.0	282.5	317.6	395.1	162.5	290.2	407.8	589.3	490.2
17	120.0	92.5	350.0	359.6	900.8	1125.9	182.4	280.0	395.1	470.1	227.5	360.2	560.4	589.3	770.4
21	67.5	107.5	460.0	484.4	1251.1	1318.6	827.0	299.9	485.1	545.1	232.5	522.8	738.1	809.1	805.4
25	10.0	122.5	575.0	619.3	1821.6	1643.8	619.6	502.4	802.7	730.1	370.0	735.4	988.3	988.9	815.4
29	62.5	175.0	690.1	724.1	1856.7	1924.0	469.7	567.4	1387.9	1222.8	497.5	1008.0	1273.5	1233.6	2196.1

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	215.1	90.0	-250.0	-87.5	-20.0	-10.0
9	290.2	277.4	-40.0	-67.5	55.0	15.0
13	430.2	482.3	15.0	2.5	117.4	40.0
17	950.5	879.6	160.0	-7.5	35.0	40.0
21	1285.7	1204.5	245.0	282.3	214.9	50.0
25	1961.1	1709.2	535.0	397.3	202.4	30.0
29	2196.2	2196.5	865.1	507.2	384.8	10.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

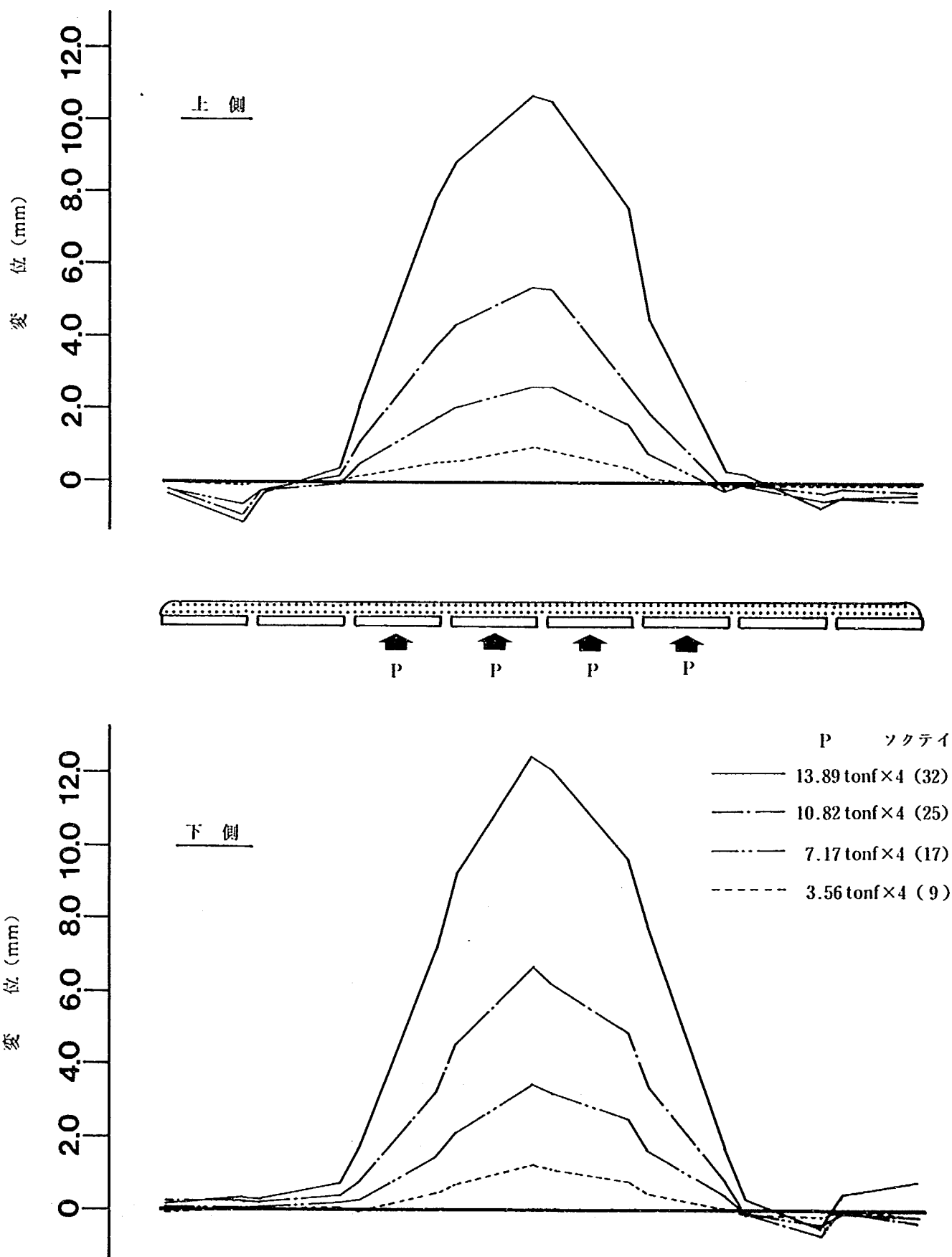
(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	*****	*****	*****	*****	*****	*****	0.0	165.9	95.1	-60.0	*****	316.3	143.2	144.7	-64.1
9	*****	-315.0	-274.0	-121.7	*****	-163.3	7.0	-88.0	-11.0	-97.0	42.0	-351.4	-364.6	-169.6	-68.1
13	-464.9	-446.1	-331.0	-20.9	-63.1	-115.2	21.0	-86.0	-68.0	-21.0	163.0	-236.3	-359.5	-121.7	-41.0
17	-32.0	13.0	24.0	131.7	-45.1	-199.3	48.9	-103.0	-82.1	11.0	49.0	-320.3	-322.5	-85.8	0.0
21	-477.9	-439.1	-404.1	-74.8	-11.0	-250.4	1023.8	996.7	943.6	875.4	1053.2	484.5	459.7	709.4	1244.3
25	-166.0	-390.1	-428.1	-97.8	266.5	135.2	540.4	487.8	372.2	416.2	715.1	184.2	103.2	358.2	725.7
29	62.0	177.0	210.0	536.7	311.6	148.2	720.2	702.8	320.2	-115.0	340.1	-300.3	-351.5	-57.9	611.8

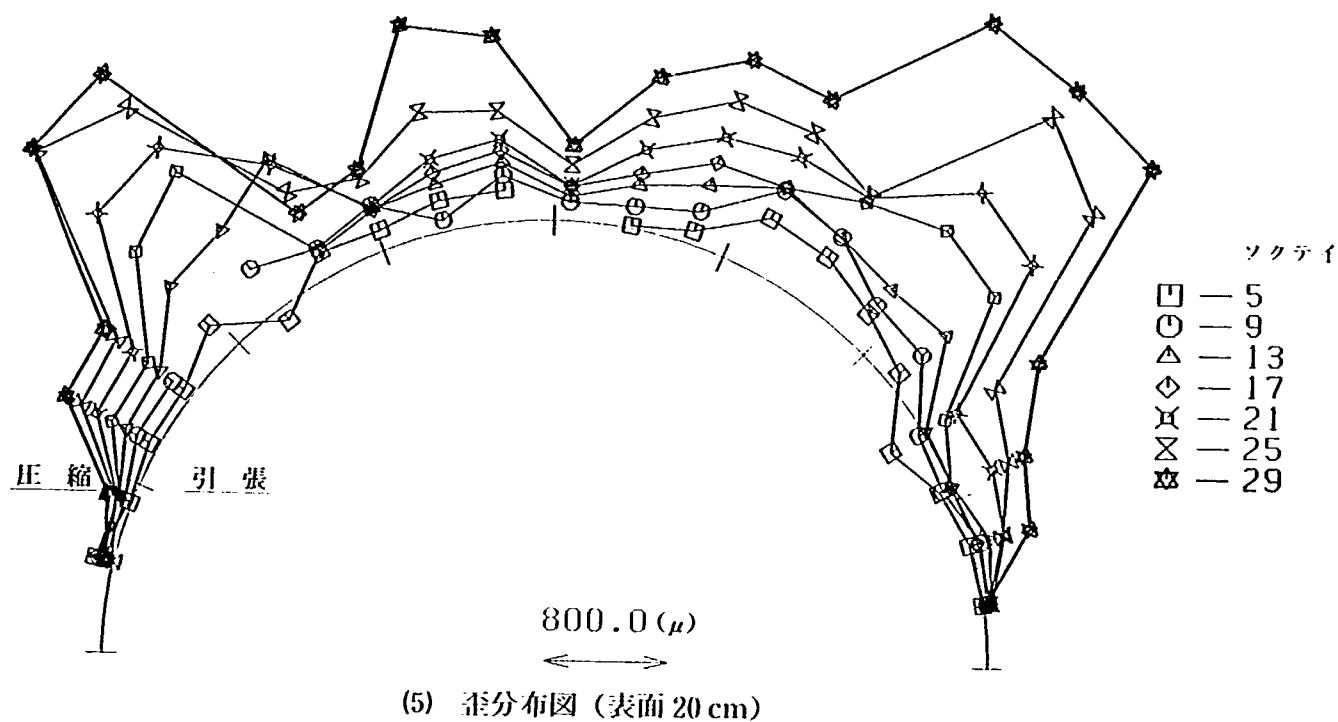
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	-324.4	769.3	-13.0	-49.9	-613.3	-473.5
9	-323.4	757.3	-65.0	-39.0	*****	*****
13	-445.5	766.3	7.0	-19.0	-121.9	677.7
17	-447.5	733.3	71.0	-47.9	-137.8	-27.0
21	708.8	1890.3	79.0	-80.9	*****	*****
25	-235.3	1006.1	689.1	366.6	284.7	456.4
29	-958.0	679.4	555.1	-90.9	-177.8	58.1

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図

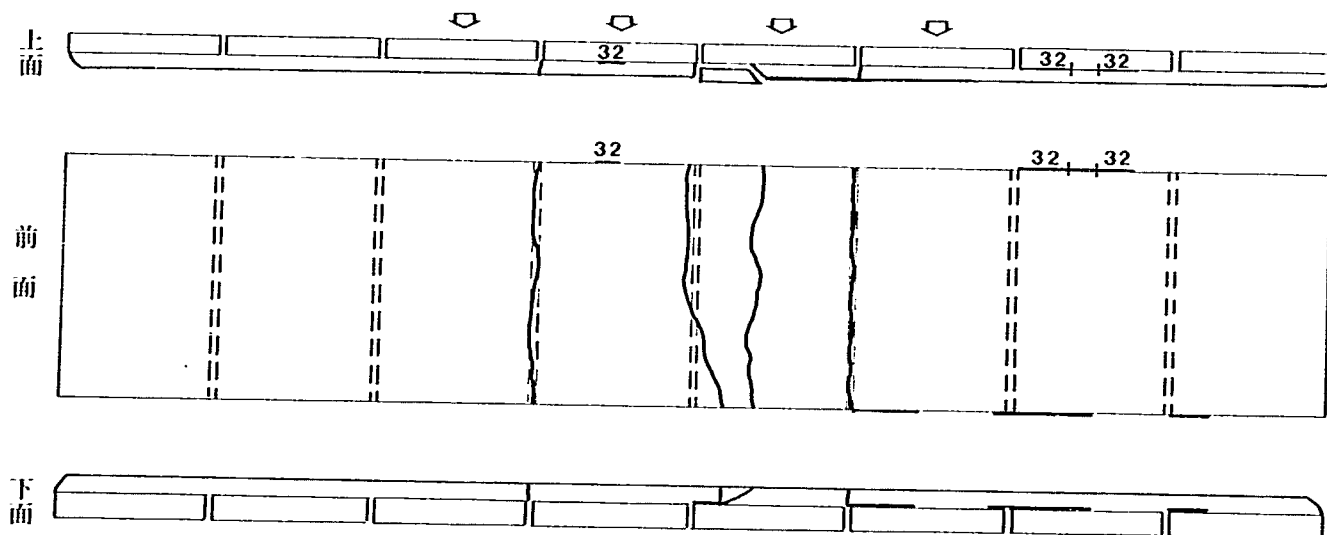


最大荷重 14.0 tonf × 4

測定回 荷重
32.....13.9 tonf × 4

概要：最大荷重に達する直前、一部の付着が切れた。そして、突然非常に大きな音とともに、中央部において、圧縮によるせん断破壊が生じた。その影響であろうと思われるが、中央部の板の両なりとの板の境において、曲げと思われるクラックも発生していた。

注) 数字は、測定回を示す。数字を付していないのは、最終的に発生していた亀裂である。

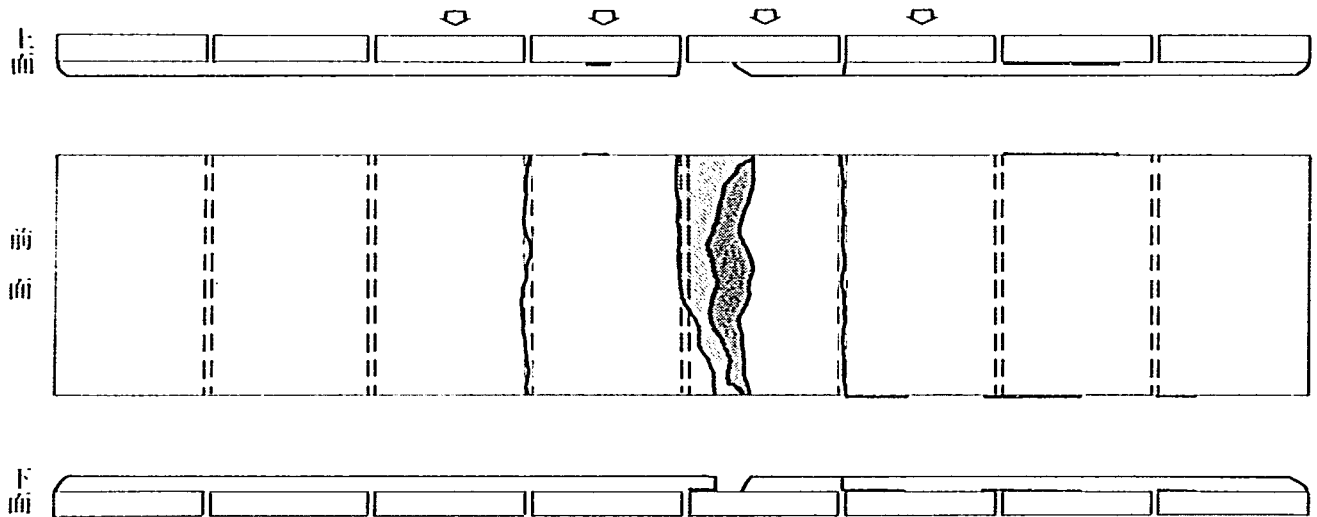


概要：中央部の圧縮によるせん断破壊面の概要である。破壊部の吹付けコンクリートは岩とはく離しており、手で簡単に除去できた。

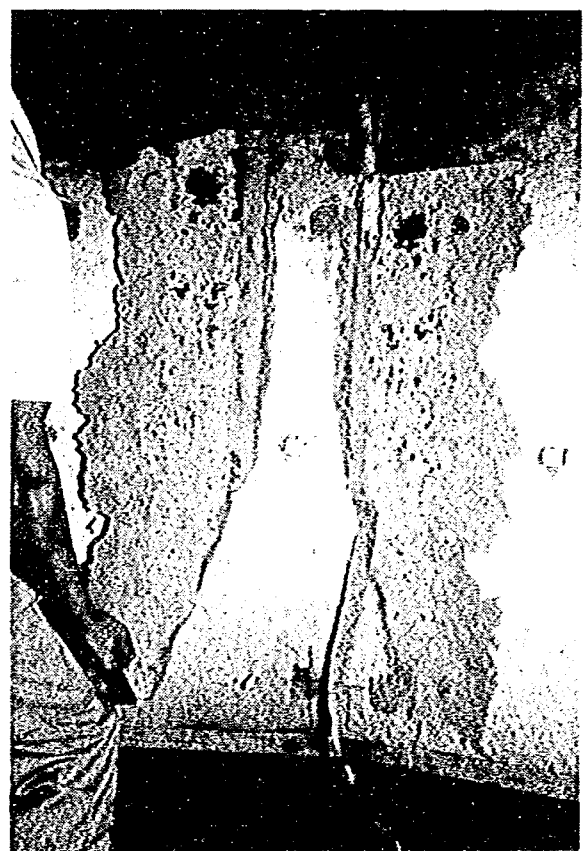
破壊面の幅は、約5～15cmであった。なお、はく離していた吹付けコンクリートの表面には、岩石が薄く付着していた。

注) 斜線部は、吹付けコンクリートがはく離し、岩石が露出していることを示す。

ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



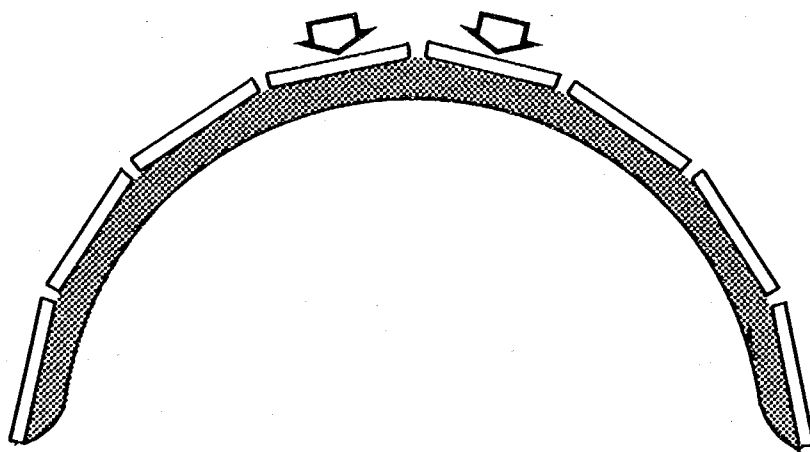
(6) 破壊状況図 (2)



(7) 破壊状況

2.14 ケース No. 14

- (1) 荷重・変位測定結果一覧表
- (2) コンタクトストレーンゲージ測定結果（表面 20 cm）一覧表
- (3) 曲率測定結果一覧表
- (4) 変位分布図
- (5) 歪分布図（表面 20 cm）
- (6) 破壊状況図
- (7) 破壊状況



吹付け厚さ 3.1 cm

吹付板……大谷石

(I) 荷重・変位測定結果一覧表

ソフティ	P- 1	P- 2	0- 1	0- 2	0- 3	0- 4	0- 5	0- 6
1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	343.6	337.4	-0.04	-0.03	0.00	-0.03	-0.03	-0.04
3	699.4	693.3	-0.04	0.05	0.01	-0.03	-0.04	0.04
4	1030.7	1036.8	-0.03	0.06	0.02	-0.02	-0.05	-0.01
5	1398.8	1398.8	-0.04	0.06	0.01	-0.03	-0.06	-0.03
6	1748.5	1742.3	0.01	0.03	-0.06	-0.04	-0.10	-0.01
7	2073.6	2085.9	-0.01	0.01	-0.11	-0.05	-0.12	-0.02
8	2435.6	2447.9	-0.01	0.00	-0.10	-0.06	-0.14	-0.03
9	2803.7	2803.7	-0.02	-0.02	-0.10	-0.06	-0.16	-0.03
10	3153.4	3159.5	-0.07	-0.12	-0.20	-0.07	-0.19	-0.06
11	3478.5	3478.5	-0.07	-0.13	-0.20	-0.08	-0.21	-0.04
12	3828.2	3834.4	-0.09	-0.13	-0.21	-0.08	-0.22	-0.03
13	4147.3	4159.5	-0.09	-0.14	-0.22	-0.08	-0.23	-0.04
14	4533.8	4539.9	-0.07	-0.10	-0.31	-0.11	-0.22	-0.01
15	4877.3	4883.5	-0.06	-0.10	-0.30	-0.14	-0.24	0.00
16	5257.7	5294.5	-0.05	-0.09	-0.30	-0.15	-0.24	0.00
17	4858.9	5589.0	-0.07	-0.11	-0.33	-0.16	-0.26	0.05
18	5589.0	5601.3	0.36	0.14	-0.11	-0.01	-0.14	0.12
19	5950.9	5963.2	0.27	0.12	-0.13	-0.02	-0.18	0.11
20	6312.9	6325.2	0.26	0.11	-0.16	-0.03	-0.20	0.09
21	6656.5	6681.0	0.30	0.17	-0.08	-0.01	-0.20	0.14
22	7006.2	7024.6	0.24	0.12	-0.17	-0.03	-0.23	0.10
23	7355.9	7374.3	-0.08	-0.13	-0.41	-0.16	-0.33	0.06
24	7711.7	7730.1	-0.12	-0.12	-0.41	-0.17	-0.36	0.05
25	8061.4	8079.8	-0.17	-0.14	-0.45	-0.18	-0.39	0.06
26	8398.8	8417.2	-0.21	-0.17	-0.44	-0.23	-0.42	0.09
27	8760.8	8785.3	-0.26	-0.26	-0.61	-0.26	-0.47	0.09
28	9098.2	9128.9	-0.23	-0.23	-0.58	-0.25	-0.46	0.11
29	9454.0	9478.6	-0.29	-0.27	-0.66	-0.25	-0.50	0.08
30	9797.6	9828.3	-0.27	-0.25	-0.64	-0.25	-0.50	0.09
31	10171.8	10196.4	-0.32	-0.32	-0.72	-0.28	-0.48	0.14
32	8816.0	10539.9	-0.36	-0.35	-0.78	-0.28	-0.52	0.12

ソクテイ	P- 1	P- 2	D- 1	D- 2	D- 3	D- 4	D- 5	D- 6
33	10865.1	10889.6	-0.31	-0.34	-0.75	-0.28	-0.54	0.13
34	11227.1	11263.9	-0.41	-0.39	-0.88	-0.29	-0.56	0.14
35	11576.7	11607.4	-0.38	-0.37	-0.84	-0.29	-0.55	0.20
36	11914.2	11944.8	-0.40	-0.38	-0.87	-0.29	-0.56	0.19
37	12270.0	12294.5	-0.58	-0.47	-0.99	-0.40	-0.63	0.20
38	12625.8	12650.4	-0.61	-0.48	-1.04	-0.39	-0.64	0.20
39	12957.1	12981.7	-0.53	-0.42	-0.93	-0.38	-0.62	0.25
40	13306.8	13337.5	-0.59	-0.48	-1.00	-0.42	-0.65	0.30
41	13963.3	13987.8	-0.55	-0.57	-1.13	-0.52	-0.77	0.28
42	576.7	589.0	-1.00	-0.87	-1.43	-0.51	-0.51	3.19

注1) ソクテイ 35回 ……初亀裂発見

ソクテイ 41回 ……破壊直前

ソクテイ 42回 ……破壊後

注2) P-1~P-2 ……荷重 (kgf)

D-1~D-216 ……変位 (mm)

測定位置は、図-2・2 参照

ソクテイ	D- 7	D- 8	D- 9	D- 10	D- 11	D- 12	D- 13	D- 14
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03	-0.01	-0.05	-0.01	-0.03
3	0.00	0.15	0.16	-0.02	-0.01	-0.05	0.01	-0.03
4	0.09	0.26	0.25	-0.01	-0.01	-0.04	0.01	-0.02
5	0.09	0.45	0.44	-0.01	-0.01	-0.05	0.01	-0.02
6	0.12	0.60	0.57	0.01	0.04	-0.16	0.01	-0.01
7	0.20	0.68	0.73	0.00	0.04	-0.18	0.01	-0.04
8	0.20	0.86	0.83	0.02	0.04	-0.18	0.00	-0.03
9	0.24	0.95	1.01	0.04	0.04	-0.19	-0.05	-0.03
10	0.32	1.14	1.14	0.03	0.08	-0.37	-0.01	-0.12
11	0.35	1.29	1.26	0.04	0.08	-0.35	-0.06	-0.15
12	0.40	1.47	1.41	0.09	0.08	-0.36	-0.06	-0.15
13	0.41	1.57	1.60	#####	0.09	-0.38	-0.07	-0.15
14	0.52	1.80	1.73	#####	0.13	-0.53	-0.13	-0.32
15	0.61	1.90	1.82	#####	0.13	-0.55	-0.13	-0.32

ソウタイ	0- 7	0- 8	0- 9	0- 10	0- 11	0- 12	0- 13	0- 14
16	0.61	2.07	2.02	#####	0.14	-0.54	-0.14	-0.32
17	0.66	2.18	2.20	#####	0.15	-0.55	-0.14	-0.32
18	0.77	2.34	2.24	#####	0.19	-0.66	-0.15	-0.37
19	0.81	2.42	2.32	#####	0.20	-0.68	-0.16	-0.35
20	0.83	2.60	2.49	#####	0.21	-0.70	-0.16	-0.38
21	0.89	2.74	2.73	#####	0.22	-0.64	-0.16	-0.34
22	0.92	2.88	2.81	#####	0.24	-0.75	-0.18	-0.37
23	1.02	3.13	3.02	#####	0.31	-0.78	-0.20	-0.42
24	1.02	3.22	3.20	#####	0.35	-0.77	-0.20	-0.41
25	1.12	3.41	3.39	#####	0.40	-0.81	-0.20	-0.42
26	1.13	3.60	3.57	#####	0.44	-0.84	-0.21	-0.47
27	1.23	3.84	3.70	#####	0.50	-0.96	-0.23	-0.58
28	1.28	4.05	3.91	#####	0.53	-0.91	-0.22	-0.57
29	1.35	4.21	4.06	#####	0.58	-1.00	-0.23	-0.60
30	1.44	4.41	4.36	#####	0.63	-0.96	-0.22	-0.56
31	1.54	4.79	4.69	#####	0.68	-0.58	-0.21	-0.48
32	1.66	4.96	4.88	#####	0.73	-0.67	-0.21	-0.47
33	1.70	5.27	5.25	#####	0.89	-1.18	-0.26	-0.63
34	1.76	5.59	5.60	#####	0.96	-1.26	-0.26	-0.66
35	1.87	5.98	5.99	#####	1.03	-1.23	-0.26	-0.65
36	1.98	6.35	6.36	#####	1.11	-1.22	-0.24	-0.65
37	2.17	6.86	6.95	#####	1.25	-1.41	-0.27	-0.79
38	2.28	7.15	7.31	#####	1.32	-1.45	-0.26	-0.77
39	2.37	7.56	7.75	#####	1.38	-1.32	-0.26	-0.72
40	2.47	8.11	8.39	#####	1.50	-1.28	-0.26	-0.77
41	2.85	10.03	10.67	#####	1.75	-1.40	-0.41	-0.88
42	6.25	14.08	14.83	#####	10.74	-1.17	-0.09	-0.80

ソフイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.02	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.08	-0.06
3	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.08	-0.03
4	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.05	-0.09	-0.03
5	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02	-0.07	-0.11	-0.02
6	-0.04	-0.13	-0.06	-0.01	-0.05	-0.13	-0.19	-0.10
7	-0.07	-0.14	-0.08	-0.03	-0.05	-0.14	-0.22	-0.13
8	-0.08	-0.14	-0.08	-0.03	-0.06	-0.17	-0.22	-0.13
9	-0.09	-0.18	-0.08	-0.03	-0.05	-0.22	-0.25	-0.13
10	-0.11	-0.21	-0.11	-0.03	-0.06	-0.21	-0.30	-0.23
11	-0.12	-0.25	-0.12	-0.03	-0.08	-0.25	-0.33	-0.21
12	-0.13	-0.24	-0.12	-0.03	-0.08	-0.25	-0.33	-0.19
13	-0.14	-0.31	-0.12	-0.03	-0.08	-0.28	-0.34	-0.18
14	-0.31	-0.59	-0.11	0.01	-0.06	-0.38	-0.41	-0.26
15	-0.32	-0.61	-0.12	0.03	-0.06	-0.45	-0.41	-0.26
16	-0.33	-0.63	-0.12	0.04	-0.06	-0.33	-0.42	-0.24
17	-0.33	-0.62	-0.12	0.04	-0.06	-0.32	-0.44	-0.24
18	-0.34	-0.64	0.05	0.19	0.03	-0.26	-0.45	-0.32
19	-0.36	-0.66	0.05	0.21	0.03	-0.26	-0.47	-0.32
20	-0.38	-0.67	0.03	0.21	0.03	-0.37	-0.48	-0.31
21	-0.37	-0.64	0.06	0.19	0.05	-0.60	-0.45	-0.19
22	-0.39	-0.67	0.03	0.21	0.03	-1.15	-0.50	-0.26
23	-0.42	-0.70	-0.16	0.12	-0.06	-0.43	-0.59	-0.36
24	-0.44	-0.70	-0.14	0.13	-0.06	-0.49	-0.61	-0.34
25	-0.46	-0.73	-0.16	0.13	-0.06	-0.40	-0.61	-0.31
26	-0.47	-0.71	-0.16	0.15	-0.05	-0.56	-0.61	-0.26
27	-0.51	-0.83	-0.23	0.12	-0.12	-0.46	-0.72	-0.44
28	-0.52	-0.90	-0.20	0.12	-0.11	-0.46	-0.70	-0.37
29	-0.55	-0.77	-0.22	0.15	-0.11	-0.53	-0.72	-0.39
30	-0.56	-0.91	-0.22	0.15	-0.09	-0.78	-0.72	-0.34
31	-0.54	-0.88	-0.16	0.10	-0.11	-0.47	-0.70	-0.18
32	-0.56	-0.90	-0.16	0.13	-0.09	-0.47	-0.69	-0.13
33	-0.64	-0.95	-0.27	0.18	-0.11	-0.66	-0.80	-0.31
34	-0.67	-1.00	-0.28	0.19	-0.11	-0.68	-0.84	-0.37

ノットイ	0-15	0-16	0-101	0-102	0-103	0-104	0-105	0-106
35	-0.67	-1.02	-0.28	0.21	-0.11	-0.70	-0.84	-0.23
36	-0.68	-1.03	-0.28	0.22	-0.11	-0.71	-1.39	-0.26
37	-0.76	-1.10	-0.44	0.16	-0.23	-0.70	-1.75	-0.32
38	-0.77	-1.10	-0.44	0.18	-0.22	-0.72	-1.72	-0.36
39	-0.75	-1.07	-0.41	0.18	-0.20	-0.77	-1.65	-0.13
40	-0.79	-1.14	-0.42	0.21	-0.22	-0.82	-1.62	-0.15
41	-0.83	-1.12	-0.37	0.25	-0.26	-0.76	-1.58	0.63
42	-0.71	-1.28	-0.91	-0.30	-0.65	-0.89	-1.62	3.00

ノットイ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.03	0.11	0.08	-0.02	-0.06	-0.06	-0.04	-0.03
3	0.03	0.32	0.30	0.03	-0.05	-0.08	-0.04	-0.05
4	0.06	0.50	0.47	0.06	-0.05	-0.08	-0.04	-0.03
5	0.11	0.67	0.64	0.08	-0.06	-0.10	-0.06	-0.06
6	0.13	1.01	0.89	0.27	-0.08	-0.10	-0.13	-0.43
7	0.14	1.16	1.04	0.30	-0.10	-0.11	-0.16	-0.43
8	0.18	1.32	1.19	0.35	-0.10	-0.13	-0.16	-0.37
9	0.21	1.48	1.35	0.38	-0.10	-0.13	-0.18	-0.35
10	0.24	1.80	1.58	0.57	-0.13	-0.13	-0.27	-0.62
11	0.27	1.96	1.74	0.60	-0.13	-0.16	-0.28	-0.60
12	0.32	2.11	1.91	0.65	-0.13	-0.16	-0.28	-0.57
13	0.37	2.28	2.07	0.73	-0.13	-0.18	-0.28	-0.57
14	0.42	2.59	2.32	0.89	-0.16	-0.19	-0.39	-0.78
15	0.43	2.78	2.46	0.95	-0.16	-0.21	-0.40	-0.79
16	0.50	2.96	2.65	1.02	-0.14	-0.21	-0.40	-0.78
17	0.55	3.13	2.82	1.08	-0.13	-0.23	-0.42	-0.81
18	0.58	3.33	2.95	1.21	-0.18	-0.24	-0.51	-1.02
19	0.63	3.49	3.11	1.27	-0.18	-0.24	-0.51	-1.00
20	0.67	3.66	3.28	1.32	-0.16	-0.26	-0.52	-1.03
21	0.75	3.78	3.44	1.30	-0.11	-0.26	-0.46	-0.94
22	0.79	4.05	3.66	1.49	-0.14	-0.26	-0.54	-1.05
23	0.82	4.40	3.92	1.67	-0.18	-0.27	-0.61	-1.19

ノットイ	0-107	0-108	0-109	0-110	0-111	0-112	0-113	0-114
24	0.87	4.60	4.10	1.75	-0.14	-0.27	-0.63	-1.22
25	0.93	4.77	4.30	1.84	-0.13	-0.29	-0.64	-1.24
26	1.01	4.98	4.50	1.87	-0.08	-0.29	-0.61	-1.19
27	1.04	5.42	4.83	2.16	-0.14	-0.31	-0.75	-1.48
28	1.12	5.61	5.04	2.21	-0.10	-0.31	-0.73	-1.43
29	1.20	5.87	5.29	2.33	-0.08	-0.31	-0.73	-1.48
30	1.28	6.11	5.54	2.45	-0.03	-0.29	-0.73	-1.46
31	1.49	6.51	5.95	2.46	0.06	-0.35	-0.73	-1.51
32	1.59	6.73	6.17	2.54	0.10	-0.34	-0.72	-1.51
33	1.61	7.22	6.56	2.84	0.06	-0.34	-0.79	-1.62
34	1.72	7.71	7.00	3.08	0.05	-0.35	-0.90	-1.81
35	1.88	8.15	7.42	3.22	0.11	-0.35	-0.87	-1.76
36	2.01	8.65	7.86	3.45	0.13	-0.37	-0.93	-1.86
37	2.20	9.53	8.58	3.81	0.10	-0.42	-1.08	-2.11
38	2.31	9.98	8.97	3.99	0.13	-0.40	-1.11	-2.21
39	2.52	10.40	9.38	4.05	0.21	-0.42	-1.06	-2.11
40	2.71	11.17	10.23	4.43	0.29	-0.43	-1.14	-2.29
41	4.05	14.25	13.48	5.73	0.84	-0.43	-1.24	-2.51
42	6.49	17.07	16.88	11.27	8.28	-0.03	-0.96	-2.11

ノットイ	0-115	0-116	0-201	0-216
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.05	-0.01	-0.01	-0.02
3	-0.03	-0.01	0.01	-0.01
4	-0.02	-0.01	0.01	0.00
5	-0.02	-0.02	0.11	0.03
6	0.02	-0.03	0.12	-0.14
7	0.02	-0.03	0.21	-0.12
8	0.02	-0.04	0.23	-0.13
9	0.02	-0.03	0.30	-0.12
10	0.09	-0.06	0.32	-0.19
11	0.09	-0.06	0.43	-0.19
12	0.09	-0.06	0.45	-0.18
13	0.09	-0.06	0.45	-0.17

ノット	0-115	0-116	0-201	0-216
14	0.14	-0.14	0.47	-0.34
15	0.14	-0.14	0.55	-0.29
16	0.15	-0.13	0.60	-0.26
17	0.15	-0.14	0.64	-0.26
18	0.17	-0.16	0.95	-0.38
19	0.17	-0.16	1.03	-0.37
20	0.17	-0.16	1.03	-0.36
21	0.14	-0.15	1.02	-0.31
22	0.18	-0.16	1.04	-0.33
23	0.14	-0.17	0.77	-0.38
24	0.15	-0.17	0.81	-0.38
25	0.15	-0.17	-5.35	-0.37
26	0.12	-0.17	0.92	-0.33
27	0.15	-0.17	0.85	-0.43
28	0.15	-0.17	0.95	-0.39
29	0.17	-0.17	0.97	-0.39
30	0.18	-0.16	1.01	-0.34
31	0.12	-0.17	1.00	-0.28
32	0.12	-0.17	1.06	-0.29
33	0.18	-0.18	1.12	-0.26
34	0.21	-0.19	1.16	-0.34
35	0.21	-0.18	1.16	-0.29
36	0.24	-0.18	1.27	-0.32
37	0.23	-0.21	1.31	-0.27
38	0.28	-0.21	1.34	-0.28
39	0.28	-0.20	1.37	-0.23
40	0.32	-0.22	1.49	-0.21
41	0.35	-0.27	1.93	-0.32
42	0.72	-0.28	1.00	-1.45

(2) コンタクトストレインゲージ測定結果 (表面 20 cm) 一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	30.0	32.5	-95.0	-20.0	105.0	0.0	47.4	-112.5	-42.5	17.5	-10.0	-52.6	5.0	345.4	538.4
9	45.0	95.1	-32.5	-32.5	197.5	35.0	189.7	85.0	-67.6	12.5	-5.0	-70.2	-62.6	290.3	513.3
13	70.0	132.6	107.5	-215.2	217.5	10.0	372.0	387.7	698.2	-135.3	471.1	255.6	448.5	583.2	743.7
17	-345.1	-250.3	239.9	-132.6	617.6	664.5	227.2	615.2	780.8	333.1	476.1	563.7	533.7	808.5	991.6
22	160.1	382.9	50.0	-62.6	747.6	379.7	424.4	922.9	845.9	353.2	142.8	516.1	481.1	1151.4	1061.8
26	100.0	5.0	187.4	75.1	522.6	627.0	721.4	*****	946.0	375.7	-60.1	531.2	473.6	1198.9	1071.8
30	-30.0	85.1	30.0	30.0	692.6	1066.7	991.1	*****	946.0	325.6	-300.7	536.2	508.6	1491.8	1086.8
36	*****	155.2	87.5	-102.6	862.6	1221.6	1325.6	*****	951.0	779.0	-846.9	303.2	513.6	1556.8	*****

(μ)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	165.3	-7.5	37.6	2.5	-22.6	-20.0
9	175.3	*****	97.8	15.0	-177.9	-42.6
13	217.9	*****	-102.8	0.0	-107.8	-160.3
17	310.6	*****	37.6	0.0	-55.1	37.6
22	440.8	*****	40.1	-17.5	67.7	-5.0
26	578.6	*****	-75.2	-17.5	7.5	-12.5
30	701.3	*****	80.2	10.0	275.7	55.1
36	*****	*****	*****	10.0	335.8	5.0

注) 図-2・3, 図-2・4 参照

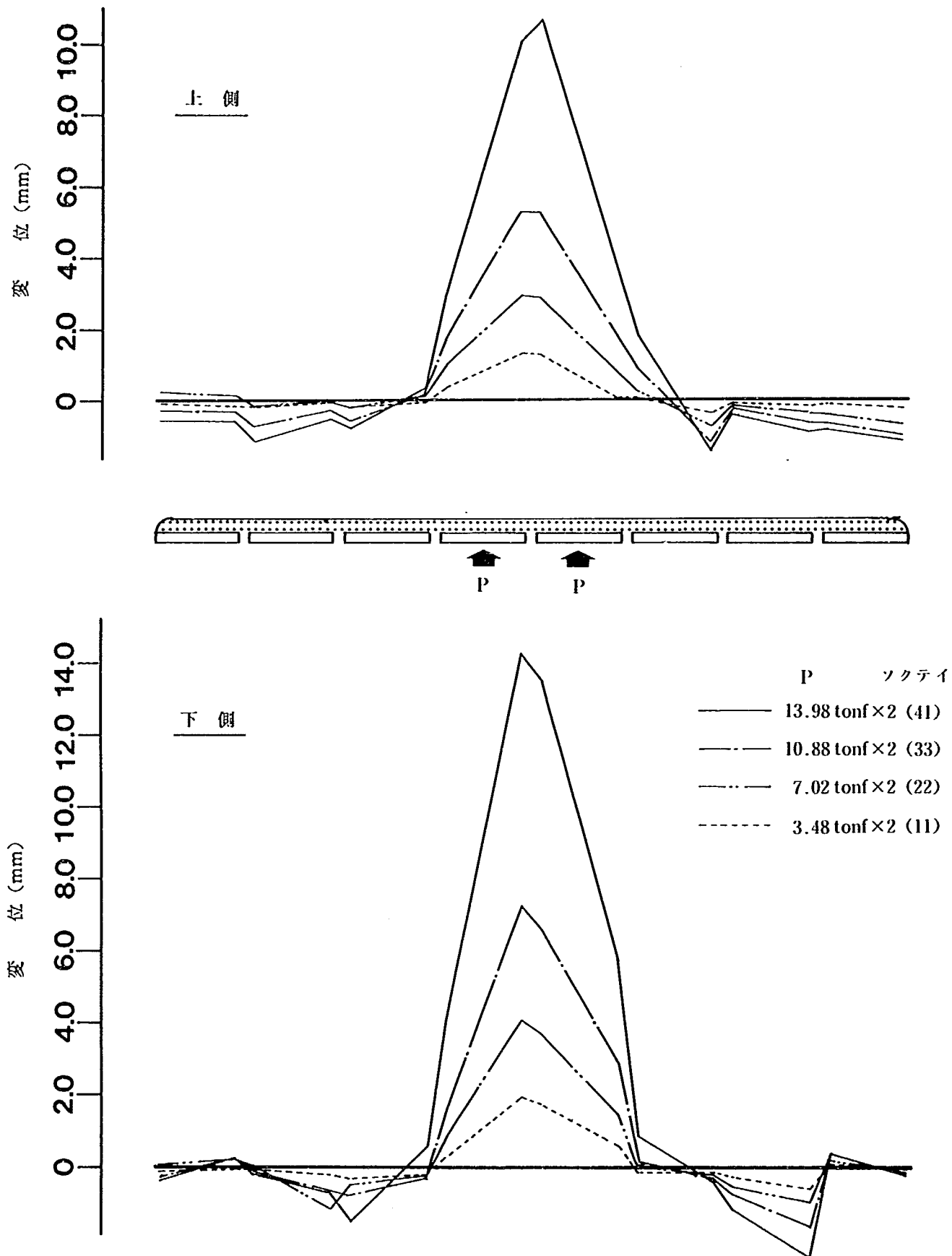
(3) 曲率測定結果一覧表

ポイント	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
5	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
9	-5.0	1.0	7.0	72.2	5.0	183.7	-7.0	-9.0	78.2	26.1	372.7	189.8	-1.0	-57.1	271.9
13	29.0	-51.1	39.0	60.1	-37.0	-68.9	-213.4	-99.1	66.1	-249.0	320.4	-276.2	172.8	-78.2	204.7
17	88.1	-68.1	-14.0	64.1	-275.1	-121.8	-78.8	-151.1	95.2	12.0	586.6	11.0	332.5	-13.0	264.9
22	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	1162.2	503.2	582.6	241.6	491.6
26	4.0	-77.2	7.0	80.2	-112.0	79.9	-58.8	*****	103.2	-33.1	1155.2	140.6	233.0	-191.5	163.5
30	-115.1	-266.6	0.0	57.1	-107.0	32.0	-80.8	*****	88.2	-85.3	1142.1	397.7	731.2	316.8	516.7
36	*****	186.4	-15.0	65.1	-154.0	3.0	-85.7	*****	108.2	-126.5	1418.3	159.7	177.8	-91.2	*****

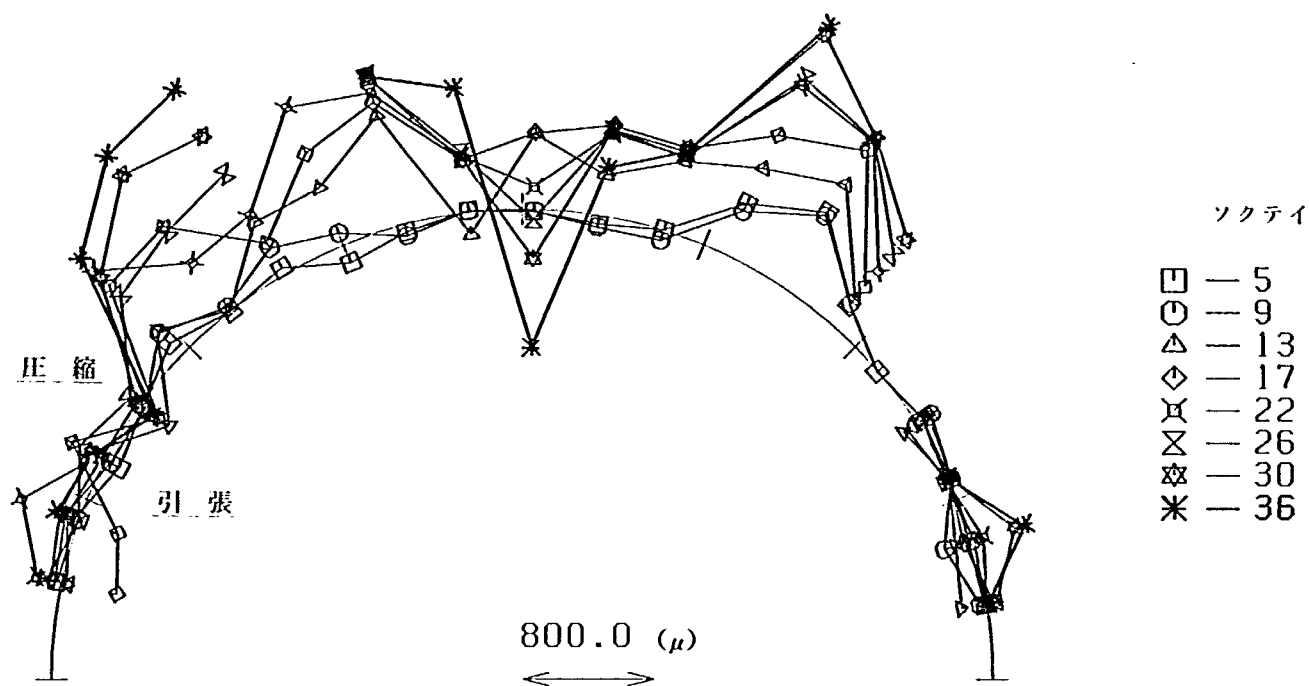
($\times 10^{-6}/\text{cm}$)

ポイント	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
5	*****	*****	*****	*****	*****	433.7
9	223.8	*****	377.0	353.9	330.6	*****
13	352.3	*****	318.7	376.1	435.1	607.4
17	269.0	*****	524.8	588.2	477.3	693.8
22	555.1	*****	678.6	663.6	691.3	*****
26	102.4	*****	370.0	360.0	375.8	23.1
30	675.6	*****	854.5	844.6	832.0	757.0
36	*****	*****	*****	286.6	363.8	55.2

注) 図-2・3, 図-2・4 参照



(4) 変位分布図



(5) 歪分布図 (表面 20 cm)

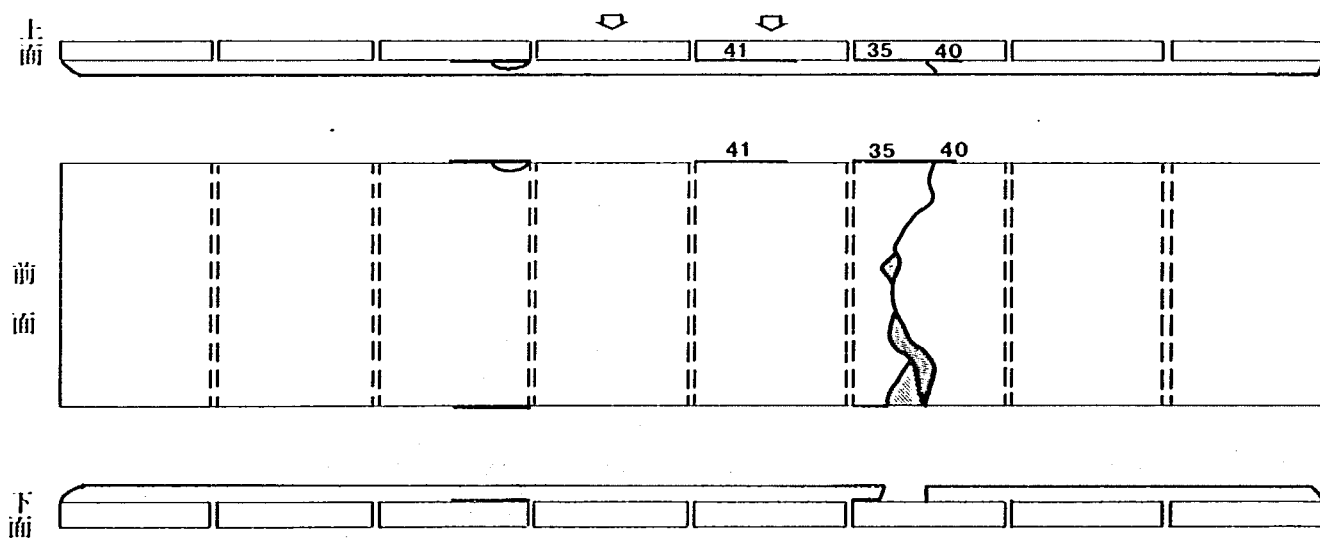
最大荷重 14.0 tonf×2

測定回	荷重
35	11.6 tonf×2
40	13.3 tonf×2
41	14.0 tonf×2

概要：載荷荷重を上げるにつれ、押抜板部ならびに周辺部より徐々に付着が切れていった。突然、非常に大きな音とともに、右側境界部において、圧縮によるせん断破壊を起こした。

注1) 数字は、測定回を示す。数字を付していないのは、最終的に発生していた亀裂である。

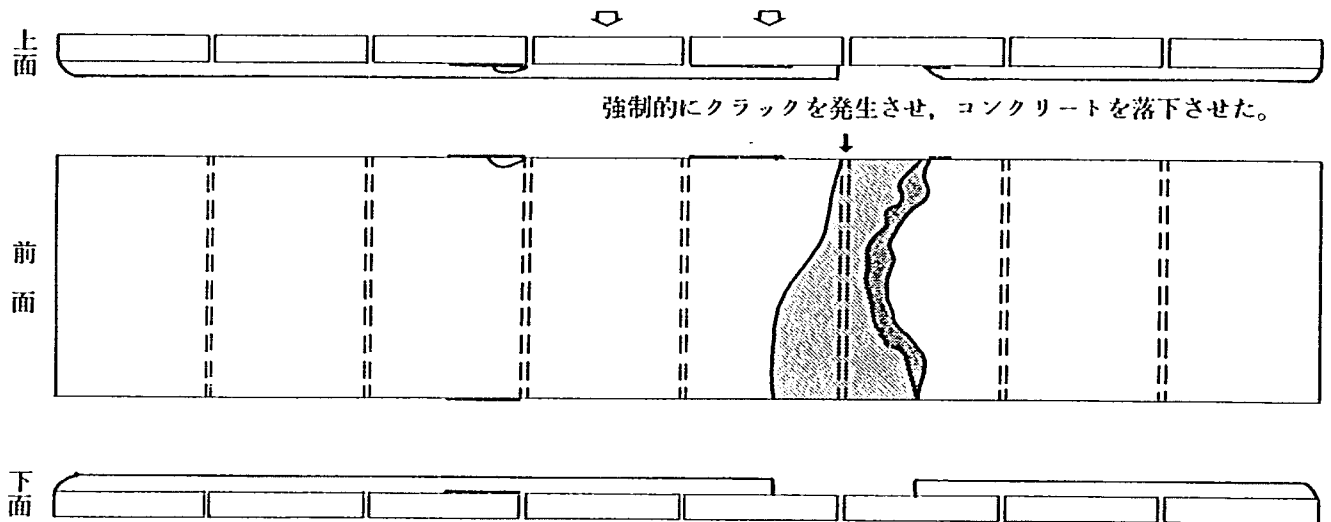
注2) 斜線部は、吹付けコンクリートが落下し、岩石が露出していることを示す。ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



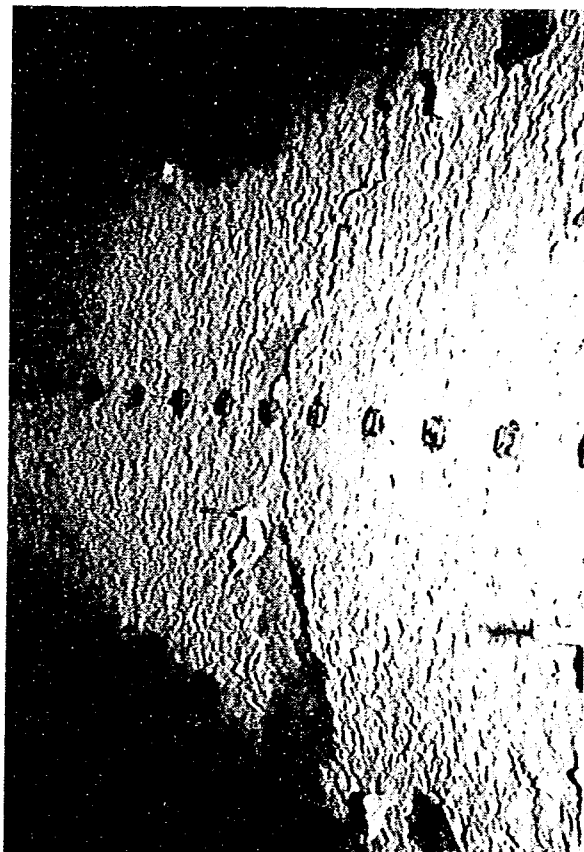
(6) 破壊状況図 (1)

概要：最大荷重に達した後、圧縮によるせん断破壊面を観察するため、一部の吹付けコンクリートを強制的にはく離させた。破壊面の幅は約7~9cmであった。

注) 斜線部は、岩石が露出していることを示すが、強制的なもののため、この図では意味はない。ドット部は、吹付けコンクリートの圧縮によるせん断破壊面である。



(6) 破壊状況図 (2)



(7) 破壊状況

II 吹付けコンクリート力学的物性試験データ

1. 実験ケース	199
2. 施工記録	199
3. せん断付着力試験結果一覧表	200
4. せん断付着力試験における荷重・変位測定結果一覧表	201
5. 圧縮強度試験結果一覧表	211
6. 圧縮強度試験における荷重・歪測定結果一覧表	212
7. 引張強度試験結果一覧表	220

1. 実験ケース

吹付けは、数ケースに分けて行った。

CASE	せん断付着力試験			圧縮試験		圧裂試験	
	材令(時間)	吹付板材質	供試体数	材令(時間)	供試体数	材令(時間)	供試体数
1	24	鋼板	3	—	—	—	—
2	24	鋼板	3	—	—	—	—
3	24	鋼板	3	—	—	—	—
4	24	御影石	1	24	5	24	5
		細目 荒目	1				
5	—	—	—	24	5	24	5
6	24	大谷石	2	24	6	24	5

2. 施工記録

CASE	施工条件		材料使用量					施工記録			
	外気温 (°C)	湿度 (%)	セメント (KG)	水 (L)	細骨材 (KG)	粗骨材 (KG)	急結剤 (KG)	水セメン ト比 (%)	単位セメ ント量 (KG/M ³)	はね返り 率 (%)	注1) 粉じん度
1	4.9	70	119	50	446	298	3.57	42	298	63	少
2	1.8	51	120	45	450	300	3.60	38	301	62	中
3	3.3	67	99	44	371	248	2.97	44	297	55	少
4	5.2	67	90	45	338	225	2.70	50	295	59	少
5	6.1	85	25	8	94	63	0.75	32	301	73	少
6	25.0	80	160	83	600	400	4.80	52	295	74	大

注1) 目視による判断

3. せん断付着力試験結果一覧表

CASE	材 令 (HR:MIN)	注1) 吹付面	注2) 荷 重 (KGF)	注3) 破壊部面積 (CM ²)		注4) せん断付着力強度 (KGF/CM ²)
				a	b	
1	24:36	A	820	—	—	—
		B	677	2,712	0	0.25
	25:20	A	1,496	2,712	0	0.55
		B	1,499	—	—	—
	26:10	A	1,331	—	—	—
		B	1,405	2,712	0	0.52
2	23:51	A	923	—	—	—
		B	1,073	2,500	212	0.40
	24:28	A	839	—	—	—
		B	960	2,644	68	0.35
	24:53	A	835	—	—	—
		B	862	2,712	0	0.32
3	23:09	A	406	2,712	0	0.15 注5)
		B	495	—	—	—
	23:58	A	636	—	—	—
		B	869	2,712	0	0.32
	24:34	A	1,057	—	—	—
		B	842	2,712	0	0.31
4	御影石 細目	A	2,838	—	—	—
		B	2,793	2,520	0	1.11
	御影石 荒目	A	2,855	—	—	—
		B	2,763	2,020	500	1.10
6	大谷石 注6)	A	(2,735)	(2,580)	—	(1.06)
		B	(2,130)	—	—	—
	23:33	A	(2,373)	—	—	—
		B	(2,497)	(2,580)	—	(0.97)

注1) 図-1 (付録) 参照

注2) 圧力変換器より得られた最大荷重を、引張棒に添付した歪ゲージをもとにA面B面に分配した荷重から、供試体重量を除いた値。

注3) 実際に破壊を起こしていた部分の面積であり、aは吹付けコンクリートと鋼板が剝離していた部分の面積、bは吹付けコンクリート自体の破壊部の面積。

注4) 荷重/(a + b)とした値であり、b ≠ 0の場合は真のせん断付着力強度より低めであると考えられる。

注5) 載荷方法にミスがあった。

注6) CASE 6 (大谷石) は、岩と鋼板との接着剤がはがれた時の値であり、実際の強度は、この値以上を期待できる。

4. せん断付着力試験における荷重・変位測定結果一覧表

① CASE 1

荷重 ^{注1)} (KGF)	引張棒の歪 ^{注2)} (μ)				変位 ^{注3)} (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
98.0	-47	76	-50	88	1	-1	0	-1
196.0	-95	178	-67	155	2	-1	—	—
297.3	-109	258	-73	215	2	-1	1	-1
401.8	-109	322	-79	273	2	-2	2	-2
496.6	-98	375	-81	326	3	-2	2	-2
610.9	-78	430	-76	378	3	-1	2	-1
699.1	-64	478	-64	417	3	-1	1	-1
797.1	-43	518	-49	451	2	0	1	0
891.9	-20	558	-32	486	4	1	1	0
1003.0	7	601	-11	529	6	2	0	0
1097.7	31	640	5	558	6	3	1	0
1195.7	57	681	23	593	6	3	1	0
1297.0	84	717	41	629	6	4	0	1
1401.5	114	755	59	667	5	5	0	1
1489.8	140	789	76	701	5	8	0	1
1591.0	169	827	94	737	5	8	0	3
1600.8	—	—	—	—	—	—	—	—

注1) 圧力変換器より求めた荷重。

注2) 引張棒に添付した歪ゲージによる歪。

1と2がA面、3と4がB面。

注3) 1と2がA面、3と4がB面。

以上図-1(付録)参照

2- C A S E 1

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
104.5	40	9	117	-95	2	-1	2	-1
196.0	105	9	212	-166	3	-1	2	-2
300.6	171	16	293	-223	3	-2	3	-2
395.3	196	51	354	-262	4	-2	3	-2
496.6	216	95	418	-299	4	-2	3	-3
594.6	232	132	468	-327	4	-2	4	-3
695.9	250	171	518	-352	6	-2	4	-3
793.3	269	207	565	-368	9	-3	4	-4
901.7	292	244	620	-358	10	-3	4	-3
999.7	314	277	670	-344	—	-2	4	-3
1101.0	337	311	718	-323	11	-2	4	-3
1199.0	363	346	766	-300	12	-2	4	-3
1297.0	389	376	803	-264	13	2	8	1
1398.3	417	405	842	-234	13	3	8	1
1500.0	447	431	877	-202	13	4	8	1
1610.6	483	459	917	-166	13	4	8	1
1702.1	513	481	946	-131	13	5	8	2
1796.9	545	502	974	-94	15	5	8	2
1901.4	581	525	1003	-16	16	4	8	1
2002.7	621	548	1032	-3	17	4	8	1
2100.7	653	564	1052	39	17	4	8	1
2195.4	689	584	1076	84	17	4	8	1
2306.5	732	602	1097	142	17	4	8	1
2401.2	766	621	1119	183	17	5	8	1
2499.3	802	639	1139	231	17	5	8	1
2600.5	839	658	1159	281	17	4	8	1
2701.8	876	680	1181	331	17	5	8	1
2796.6	909	699	1200	377	17	5	8	1
2901.1	945	720	1219	429	17	5	8	1
2995.8	978	741	1236	477	17	5	8	1
3097.1	1014	765	1255	529	17	5	8	1

③ C A S E 1

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
98.0	3	45	33	14	2	3	2	1
189.5	—	89	—	44	3	2	3	0
297.3	13	149	116	71	3	3	3	0
379.0	13	197	144	101	4	1	4	0
486.8	22	249	175	139	4	1	4	0
584.8	34	293	206	172	4	1	4	0
689.3	50	335	231	214	4	1	4	-1
793.9	73	378	252	269	4	1	4	-1
885.4	96	409	270	310	6	1	4	0
986.6	120	439	288	350	7	1	4	0
1097.7	154	473	312	397	9	1	4	-1
1195.7	184	501	331	437	9	1	5	-1
1290.5	216	532	354	481	9	1	5	-1
1395.0	251	558	375	522	9	1	5	0
1499.6	283	583	400	559	9	1	5	0
1597.6	317	618	428	598	9	1	5	0
1698.8	349	643	452	631	5	2	5	0
1891.6	417	698	506	701	9	1	5	-1
1992.9	452	727	533	738	11	1	—	-1
2097.4	485	755	561	772	11	1	5	-1
2195.4	518	785	590	807	12	6	5	-1
2293.4	551	810	615	840	12	6	5	0
2391.4	584	838	641	874	12	6	5	-1
2492.7	618	869	670	911	15	6	5	-1
2600.5	655	900	700	948	16	6	5	0
2695.3	686	927	726	981	16	6	6	-1
2819.4	726	962	759	1022	17	6	6	-1

④ C A S E 2

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
98.0	1	33	-125	166	0	0	0	1
294.0	60	55	-335	485	3	6	-3	6
395.3	58	101	-396	605	4	6	-4	8
499.9	60	151	-402	633	4	6	—	10
604.4	60	199	-383	727	3	6	-3	9
708.9	55	255	-354	767	3	5	-3	9
800.4	52	307	-320	797	4	6	-4	9
905.0	40	385	-266	832	3	5	-3	9
996.4	46	415	—	—	5	5	-3	9
1097.7	47	466	-201	874	5	5	-3	9
1195.7	50	516	-160	—	5	6	-4	9
1287.2	—	—	-122	918	5	5	-4	9
1398.3	63	610	-76	941	5	6	-4	9
1502.8	72	660	-28	963	5	9	-3	9
1600.8	81	706	17	984	4	12	-3	9
1698.8	92	750	62	1003	4	12	-3	9
1793.6	105	797	112	1024	5	13	-4	12
1904.7	118	842	160	1042	5	12	-4	12
1999.4	128	885	208	1057	6	13	-4	14
2097.4	—	—	—	—	—	—	—	—

⑤ C A S E 2

0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
98.0	29	12	109	-74	1	1	0	0
199.3	59	36	202	-103	0	—	—	-1
294.0	85	55	254	-101	-1	-1	2	-2
388.8	112	78	303	-90	-2	-1	2	-2
499.9	146	103	352	-70	-2	-1	2	-2
601.1	174	132	396	-47	-2	-1	2	-1

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
692.6	197	152	427	-29	—	-1	2	1
790.6	224	175	461	-2	-2	-1	3	4
891.9	251	197	495	24	-1	0	2	4
996.4	281	222	529	53	-2	0	3	4
1094.4	—	—	561	80	-2	0	3	4
1189.2	336	268	593	108	-2	0	3	4
1395.0	—	—	658	167	-2	0	3	4
1604.1	456	379	726	221	—	0	4	3
1695.6	485	406	758	257	-1	0	3	3
1787.0	512	431	787	284	0	0	4	3
1898.1	—	—	—	—	—	—	—	—

⑥ CASE 2

0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
101.3	14	35	51	-5	0	-1	1	0
196.0	36	66	—	—	-1	-1	1	-1
303.8	—	—	142	18	-2	-2	2	-1
401.8	109	112	185	37	-2	-3	3	-2
493.3	154	117	221	56	-3	-3	3	-2
594.6	213	116	—	82	-2	-3	3	-2
692.6	262	126	291	108	-3	-3	3	1
797.2	301	148	325	137	-3	-3	3	2
898.4	337	172	357	166	-2	-3	3	2
999.7	374	193	388	—	-2	-3	3	2
1101.0	412	214	420	226	3	-3	3	2
1199.0	449	235	450	256	-2	-3	4	2
1287.2	485	255	478	286	-2	-3	4	2
1395.0	524	276	508	319	-3	-3	4	2
1496.3	564	—	536	353	-3	-3	4	2
1600.8	604	317	564	389	-2	-3	4	2
1702.1	645	338	591	426	-2	-2	4	2
1800.1	—	—	—	—	—	—	—	—

⑦ C A S E 3

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
94.7	4	15	149	-106	2	2	3	3
202.6	-53	125	274	-180	3	3	4	4
303.8	-96	222	371	-228	4	3	4	4
401.8	-122	300	440	-252	4	3	4	5
503.1	-138	370	504	-267	4	3	4	4
604.4	-146	431	559	-275	4	3	4	5
699.1	-148	485	609	-278	4	4	4	5
800.4	-145	535	530	-276	—	—	—	—
898.4	-138	578	798	-271	5	4	5	5
999.7	—	623	741	-264	5	4	5	5

⑧ C A S E 3

0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
98.0	-66	101	-38	94	2	3	2	2
199.3	-151	246	-42	166	1	3	2	2
307.1	-173	325	-39	243	1	3	2	2
398.6	-175	373	-32	305	0	3	2	2
496.6	-169	414	-25	368	1	4	3	3
601.1	-155	451	-10	430	1	4	3	3
699.1	-139	482	7	481	1	4	4	4
803.7	-119	515	29	536	1	5	4	10
895.2	-103	538	47	575	1	—	4	10
996.4	-83	569	72	618	1	5	4	10
1110.8	-61	604	102	659	3	5	5	11
1195.7	-42	633	123	696	4	5	6	13
1303.5	-18	667	158	733	5	6	5	14
1401.5	6	700	188	771	5	6	5	15
1502.8	31	732	220	808	9	7	6	15
1604.1	54	760	247	839	8	1	—	—

⑨ C A S E 3

荷 重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変 位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
81.7	-19	68	-42	83	0	0	0	0
199.3	-42	179	-102	198	1	1	1	1
294.0	-30	241	-170	321	2	2	2	2
398.6	-11	298	-234	442	2	3	3	3
490.1	13	345	-292	554	2	2	3	7
594.6	44	389	-309	629	2	3	3	7
695.9	80	426	-309	684	2	3	3	7
790.6	106	467	-301	728	2	3	3	8
888.6	128	512	—	—	2	3	3	8
993.2	151	558	-269	805	2	3	3	8
1091.2	176	601	-246	836	2	3	3	9
1192.5	203	644	-217	867	2	3	3	9
1300.3	238	685	-184	896	2	3	4	9
1395.0	266	716	-158	920	2	3	4	10
1496.3	298	748	-125	944	2	3	4	10
1610.6	341	786	—	—	3	13	5	13
1698.8	367	812	-60	996	2	14	5	13
1793.6	399	840	-30	1020	3	14	5	14
1904.7	437	872	6	1048	3	14	6	14
1999.4	—	—	—	—	—	—	—	—

⑩ CASE 4 (御影石細目)

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
55.5	-37	67	1	28	0	-1	-1	0
117.6	-94	162	10	56	0	0	0	0
457.4	-140	229	-13	94	4	2	4	4
245.0	-173	295	1	111	3	1	3	3
297.3	-198	360	8	138	2	1	2	1
352.8	-214	413	22	156	1	1	2	1
405.1	-224	457	35	173	1	0	1	0
477.0	-231	509	48	198	1	0	1	1
535.8	-231	548	63	218	1	0	1	1
594.6	-226	582	78	238	1	0	1	0
650.1	-219	608	86	257	1	0	1	1
722.0	-207	640	103	278	1	1	2	1
774.3	-196	664	118	295	1	1	2	1
833.1	-184	689	134	312	1	1	2	1
901.7	-169	715	151	332	1	1	3	1
968.5	-157	736	167	347	2	2	4	1
1016.0	-142	759	183	364	1	1	4	1
1078.1	-128	783	200	381	2	2	4	1
1133.6	-114	803	216	396	2	2	5	2
1202.3	-97	828	235	415	2	2	4	2
1261.1	-82	848	251	430	3	3	6	3
1323.1	-67	868	269	445	3	3	6	3
1375.4	-49	890	287	462	2	2	5	1
1437.5	-33	911	306	478	2	2	4	1
1502.8	-14	932	325	495	3	3	6	2
1564.9	4	952	344	511	3	3	6	3
1620.4	19	969	360	524	4	4	7	3
1685.8	37	989	380	540	5	5	8	4
1734.8	53	1005	395	553	5	5	8	4
1796.9	72	1024	415	569	5	5	8	4
1865.5	93	1044	436	586	4	5	8	4
1927.5	116	1067	460	606	3	3	7	2
1979.8	141	1093	486	627	4	4	8	3
2061.5	157	1108	503	639	4	4	8	3
1689.0	180	1129	526	657	4	4	8	3
2192.2	199	1147	546	672	4	4	8	4
2257.5	219	1166	567	688	4	5	8	4

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
2319.6	237	1182	586	702	5	5	11	4
2394.7	263	1206	612	723	4	5	11	3
2469.9	288	1228	637	741	5	5	11	4
2531.9	308	1245	658	756	5	6	12	5
2600.5	330	1264	681	773	5	6	12	5
2665.9	352	1283	703	789	6	6	12	5
2724.7	372	1299	723	803	5	6	12	5
2796.6	397	1319	748	822	5	6	12	5
2848.8	417	1334	767	836	5	8	12	4
2999.1	463	1371	813	870	4	7	11	3
3035.0	485	1385	835	884	4	8	11	3
3175.5	533	1420	880	917	5	9	12	4
3270.3	570	1445	915	943	4	8	11	3
2829.2	636	1480	973	986	4	8	12	4
3600.2	702	1512	1031	1025	5	9	12	4
3773.4	774	1545	1093	1069	5	10	13	5
3923.7	837	1572	1146	1107	6	11	14	6
4070.7	900	1598	1197	1147	6	11	14	6
4250.4	978	1630	1259	1199	7	11	14	6
4390.8	1043	1654	1310	1243	6	10	14	5
4557.5	1119	1682	1364	1298	6	11	14	6
4707.7	1184	1706	1408	1351	7	11	15	6
4864.6	1246	1740	1461	1408	7	11	15	6
4485.6	1298	1793	1519	1463	7	11	14	6
5191.3	1347	1839	1575	1516	6	11	14	6
5340.1	1393	1884	1630	1564	7	11	14	5
5508.2	1441	1934	1687	1618	7	11	15	6
5655.2	1482	1978	1738	1665	7	12	15	7
5727.1	—	—	—	—	—	—	—	—

⑪ CASE 4 (御影石荒目)

荷重 (KGF)	引張棒の歪 (μ)				変位 (0.01MM)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
362.6	265	-62	-31	238	1	7	12	2
695.9	378	13	-19	444	2	9	12	13
640.3	364	-3	-51	439	2	9	12	12
1065.0	447	168	-108	731	1	11	12	12
1440.7	505	338	-27	876	1	9	13	12
1760.9	566	469	54	978	1	12	13	16
2130.1	635	632	156	1095	1	22	12	33
2476.4	705	783	258	1200	1	33	12	38
2871.7	811	924	375	1313	1	33	13	44
3244.1	923	1046	489	1419	1	43	13	54
3606.8	1038	1159	604	1522	1	44	13	58
3953.1	1142	1275	717	1624	1	54	13	67
4309.2	1224	1417	842	1723	4	62	13	77
4684.9	1314	1559	990	1811	7	65	13	87
4845.0	1368	1609	1082	1820	7	72	13	90
5047.5	1435	1673	1164	1858	6	76	13	96
5214.1	1488	1723	1213	1907	7	76	13	97
5400.4	1545	1782	1264	1965	7	77	14	101
5576.8	1604	1842	1316	2026	8	83	14	108
5714.0	—	—	—	—	—	—	—	—

5. 圧縮強度試験結果一覧表

CASE	材令 (HR:MIN)	圧縮強度 (KGF/CM ²)	接線弾性係数 (KGF/CM ²)
4	25:19	49.52	5,010
	25:41	53.74	5,850
	25:59	28.41	2,380
	26:16	52.99	7,050
	26:34	37.26	3,810
5	25:32	19.28	1,620
	25:48	30.99	—
	26:03	29.60	4,280
	26:19	29.90	3,770
	26:37	27.37	2,780
6	23:40	—	16,900
	24:00	125.25	20,800
	24:20	129.80	9,110
	24:42	100.98	22,900
	24:49	124.21	9,380
	24:56	74.80	11,000

6. 圧縮強度試験における荷重・歪測定結果一覧表

(1) CASE 4

圧縮応力 (KGF/CH ²)	歪 ^{注1)} ($\times 10^{-4}$)	変位 ^{注2)} ($\times 10^{-2}$ MM)	
		1	2
0.0	0	0	0
1.01	28	29	28
2.02	43	44	44
3.03	52	53	52
4.03	60	62	59
5.04	65	68	64
6.05	70	73	69
7.06	74	76	74
8.07	78	80	78
9.08	81	82	82
10.09	83	83	85
11.09	86	85	89
12.10	88	87	92
13.11	90	89	94
14.12	92	90	97
15.13	94	92	99
16.14	96	93	101
17.15	98	95	103
★18.16	99	97	104
19.16	101	99	105
20.17	103	101	107
21.18	105	103	109
22.19	107	105	111
23.20	109	107	113
24.21	111	109	115
25.22	113	111	117
26.22	115	114	119
27.23	117	116	121
28.24	119	118	123
29.25	122	121	125
30.26	123	122	127
31.27	125	125	129

圧縮応力 (KGF/CH ²)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}$ MM)	
		1	2
★32.28	127	127	131
33.28	130	130	133
34.29	132	132	136
35.30	135	135	138
36.31	138	139	141
37.32	141	141	144
38.33	144	145	147
39.34	148	149	150
40.35	152	153	154
41.35	156	157	158
42.36	160	162	161
43.37	166	168	167
44.38	171	174	173
45.39	179	183	180
46.40	188	191	189
47.41	193	197	194
48.41	207	211	207
49.42	239	262	222
49.52	—	—	—

注1) 2本の変位計の平均値を、
供試体の高さで除して求め
た。

注2) 図-4(付録)参照

★ 接線弾性係数を求めた
上限値と下限値

(2) CASE 4

圧縮応力 (KGF/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
0.0	0	0	0
1.02	14	14	15
2.05	18	18	18
3.07	22	22	23
4.09	30	31	29
6.14	34	36	34
7.17	38	39	38
8.19	42	43	42
9.21	44	45	45
10.24	48	48	49
11.26	51	50	53
12.28	53	52	55
★ 13.31	56	54	59
14.33	58	56	62
15.35	62	59	66
17.40	64	62	67
18.42	65	63	68
19.45	67	65	70
20.47	68	67	72
21.50	70	69	73
22.52	71	71	74
23.54	73	72	76
24.57	75	74	78
25.59	76	76	79
26.61	78	77	81
27.64	79	79	82
28.66	81	81	84
29.68	83	82	86
30.71	84	84	87
31.73	87	87	90
32.76	89	89	91
★ 33.78	91	91	93
34.80	94	94	96

圧縮応力 (KGF/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
35.83	96	96	98
36.85	98	99	100
37.87	101	102	103
38.90	104	105	106
39.92	107	108	109
40.94	111	112	113
41.97	114	116	116
42.99	118	120	120
44.01	123	124	125
45.04	128	129	130
46.06	133	135	135
47.09	139	141	142
48.11	144	146	147
49.13	152	153	155
50.16	158	159	162
51.18	168	169	173
52.20	180	181	185
53.23	193	193	198
53.74	—	—	—

(3) CASE 4

0.0	0	0	0
2.03	33	33	33
★ 4.06	48	51	47
8.12	66	68	66
10.14	74	74	76
12.17	81	81	84
14.20	92	90	96
★ 16.23	100	98	104
18.26	109	109	113
20.29	120	120	124

圧縮応力 (KGf/cm^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
22.32	134	134	138
24.35	151	151	155
26.38	172	173	177
28.41	220	221	225

(4) CASE 4

0.0	0	0	0
0.97	7	7	6
1.94	14	15	13
2.90	20	21	19
3.87	25	26	23
4.84	30	32	27
5.81	34	36	31
6.77	38	40	34
7.74	42	44	38
8.71	45	46	42
9.68	48	48	46
11.61	54	54	52
12.58	57	56	56
13.55	60	59	59
14.52	65	66	63
★ 18.39	69	70	66
19.36	71	72	67
20.32	72	73	68
21.29	73	75	69
22.26	75	77	70
23.23	76	79	71
24.20	78	81	72
25.16	79	82	73
26.13	80	84	74
27.10	82	86	75
28.07	83	87	76
29.03	84	89	77

圧縮応力 (KGf/cm^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
30.00	85	90	78
30.97	87	92	79
31.94	88	93	80
32.91	89	95	81
33.87	90	96	82
34.84	92	99	83
35.81	93	100	84
37.74	96	104	86
38.71	98	106	87
39.68	99	108	88
40.65	101	110	89
41.62	103	112	90
42.58	104	114	90
43.55	105	116	91
★ 44.52	106	118	91
45.49	108	121	92
46.45	110	124	93
47.42	112	127	94
48.39	115	130	96
49.36	117	133	97
50.33	119	137	98
51.29	124	142	102
52.26	131	152	107
52.99	—	—	—

(5) CASE 4

0.0	0	0	0
1.95	32	33	31
3.90	47	49	45
7.80	58	59	58
★ 9.75	63	61	66
11.71	68	65	72
13.66	74	70	80

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
17.56	85	81	91
19.51	90	86	95
21.46	95	92	100
23.41	100	96	105
25.36	104	101	109
27.31	109	106	114
★29.26	114	111	119
31.21	121	118	125
33.17	129	126	133
35.12	142	139	146
37.07	164	163	167
37.26	—	—	—

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
8.19	76	74	76
★10.24	83	82	81
12.29	88	88	84
14.34	93	95	88
16.39	97	100	91
18.44	102	105	96
★20.49	107	109	102
22.53	115	115	110
24.58	122	122	118
26.63	131	130	127
28.68	145	144	140
29.60	—	—	—

(6) CASE 5

0.0	0	0	0
★2.00	45	45	44
4.00	67	68	65
5.99	80	82	78
7.99	92	96	86
9.99	102	110	93
11.99	111	121	99
13.99	122	136	107
15.98	129	143	113
★17.98	143	158	127
19.28	—	—	—

(8) CASE 5

0.0	0	0	0
2.09	55	54	53
4.18	74	72	73
6.27	84	81	83
★8.36	92	89	90
10.46	98	97	95
12.55	104	104	99
14.64	111	112	104
16.73	115	117	108
18.82	120	121	114
★20.91	125	126	118
23.00	133	132	127
25.09	141	140	136
27.18	154	152	148
29.27	172	170	166
29.90	—	—	—

(7) CASE 5

0.0	0	0	0
2.05	45	45	43
4.10	59	58	58
6.15	68	66	68

(9) CASE 5

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
0.0	0	0	0
1.99	50	71	31
3.99	74	98	53
5.98	90	116	69
7.98	103	130	80
★ 9.97	112	142	88
11.96	121	152	95
13.96	129	163	101
15.95	136	172	107
17.95	143	179	113
19.94	149	186	118
★ 21.93	155	194	124
23.93	163	203	130
25.92	176	217	143
27.37	—	—	—

(10) CASE 6

0.0	0	0	0
2.02	70	70	72
4.04	89	90	89
6.06	99	100	100
8.08	109	110	111
10.10	114	112	119
12.12	118	113	126
14.14	121	113	131
16.16	123	114	134
18.19	—	—	135
20.21	127	120	137
22.23	129	122	139
24.25	131	124	141
26.27	133	126	142

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
28.29	134	128	143
30.31	136	130	145
32.33	138	132	147
34.35	140	134	148
36.37	141	135	149
38.39	143	137	151
40.41	144	139	152
42.43	145	140	153
44.45	147	142	155
★ 46.47	149	143	157
48.49	150	145	158
50.52	151	146	160
52.54	152	147	161
54.56	154	148	164
56.58	155	149	165
58.60	156	150	166
60.62	158	151	168
62.64	158	151	169
64.66	160	152	171
66.68	161	153	173
68.70	162	153	175
70.72	163	154	176
72.74	165	155	178
74.76	166	156	179
76.78	168	157	182
78.80	168	157	183
80.82	170	158	185
82.85	170	158	186
84.87	172	159	188
86.89	173	160	190
88.91	174	160	191
90.93	175	161	193
92.95	176	161	195
94.97	178	162	197
96.99	179	162	199

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
★99.01	180	163	200

注) 圧縮試験機のレンジ(MAX
10 TONF)設定ミスのため、
破壊させるのは不可能で
あった。

(11) C A S E 6

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
0.0	0	0	0
3.96	13	16	11
7.92	24	26	22
11.88	27	25	31
15.84	30	26	36
19.80	34	31	38
23.76	37	36	40
★27.72	40	40	41
31.68	42	44	42
35.64	44	48	42
39.60	46	51	43
43.56	48	55	43
47.52	50	59	44
51.49	52	62	44
55.45	53	64	45
59.41	55	67	46
63.37	57	70	47
67.33	59	73	48
71.29	61	76	49
75.25	63	79	50
79.21	64	81	50
83.17	66	84	51
87.13	68	87	52

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
91.09	70	90	53
95.05	72	92	54
99.01	74	96	55
102.97	76	99	56
★106.93	78	102	57
110.89	81	106	59
114.85	84	111	60
118.81	87	115	62
122.77	91	121	65
125.25	—	132	—

(12) C A S E 6

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
0.0	0	0	—
4.00	33	34	—
8.00	49	50	—
12.00	50	51	—
16.00	51	52	—
20.00	60	61	—
24.00	67	68	—
28.00	73	74	—
★32.00	79	80	—
36.00	84	85	—
40.00	88	89	—
44.00	93	94	—
48.00	99	100	—
52.00	101	103	—
56.00	106	108	—
60.00	111	113	—
64.00	115	117	—
68.00	119	121	—
72.00	123	125	—

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
76.00	128	130	—
80.00	132	134	—
84.00	136	138	—
88.00	140	142	—
92.00	145	147	—
96.00	149	151	—
100.00	154	156	—
★104.00	158	160	—
108.00	164	166	—
112.00	169	172	—
116.00	175	178	—
120.00	183	186	—
124.00	192	195	—
128.00	213	216	—
129.80	—	—	—

(13) CASE 6

0.0	0	0	0
3.92	26	28	24
7.84	34	35	32
11.76	36	33	38
15.69	37	33	41
19.61	41	38	44
★23.53	44	41	46
27.45	46	45	47
31.37	48	47	48
35.29	50	50	49
39.22	52	52	50
43.14	54	54	52
47.06	55	56	53
50.98	57	58	54
54.90	58	60	55
58.82	60	62	56

圧縮応力 (KGf/CH^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{mm}$)	
		1	2
62.75	61	64	58
66.67	63	65	59
70.59	65	67	61
74.51	66	69	62
★78.43	68	71	64
82.35	71	74	66
86.27	73	76	68
90.20	76	79	72
94.12	81	84	76
98.04	86	88	82
100.98	—	—	—

(14) CASE 6

0.0	0	0	—
4.00	41	40	—
8.00	53	52	—
12.00	56	55	—
16.00	57	56	—
20.00	64	63	—
24.00	70	69	—
28.00	75	74	—
32.00	80	79	—
36.00	88	86	—
★40.00	89	87	—
44.00	94	92	—
48.00	99	97	—
52.01	103	101	—
56.01	108	106	—
60.01	112	110	—
64.01	116	114	—
68.01	120	118	—
72.01	124	122	—
76.01	128	126	—

圧縮応力 (KGF/CM^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
80.01	132	130	—
84.01	136	134	—
88.01	141	138	—
92.01	145	142	—
96.01	149	146	—
★ 100.01	153	150	—
104.01	158	155	—
108.01	163	160	—
112.01	170	167	—
116.01	177	174	—
120.01	185	182	—
124.01	204	200	—
124.21	—	—	—

圧縮応力 (KGF/CM^2)	歪 ($\times 10^{-4}$)	変位 ($\times 10^{-2}\text{MM}$)	
		1	2
72.00	123	164	85
74.80	—	—	—

(15) C A S E 6

0.0	0	0	0
4.00	42	47	37
★ 8.00	48	54	42
12.00	51	55	48
16.00	—	—	52
20.00	—	65	—
24.00	62	71	54
28.00	66	78	55
32.00	69	84	56
36.00	73	91	57
★ 40.00	77	98	58
44.00	82	107	59
48.00	88	115	62
52.00	93	122	65
56.00	99	131	69
60.00	105	139	73
64.00	111	148	77
68.00	117	156	80

7. 引張強度試験結果一覧表

CASE	材令 (HR:MIN)	引張強度 (KGF/CM ²)
4	26:49	2.03
	26:53	2.07
	27:04	2.06
	27:10	1.38
	27:14	1.74
5	26:52	2.87
	26:55	3.25
	27:00	1.01
	27:05	1.10
	27:08	1.85
6	25:03	4.32
	25:07	8.36
	25:10	8.81
	25:13	6.05
	25:15	8.28

吹付けコンクリート薄肉覆工の
支持機構に関する実験報告(2)

I S S N 0386 - 5878
土木研究所資料第 2154号
昭和 59 年 12 月 (1984)

水 谷 敏 則, 猪 熊 明
大久保 雅 憲, 平 岡 弘 志

要 旨 トンネル掘削面に直接密着して施工され、掘削直後から地山を支持する重要な
支保部材である吹付けコンクリートの支持機構の主たる1つである「掘削面全体の安定
効果」の定量的把握について検討した。トンネルアーチ部を模擬した直径3 mの実験
装置を製作し、吹付けコンクリートの耐力・破壊形態を調べた。その結果、破壊形態は、
載荷範囲と支持範囲の比率および吹付け厚さにより、吹付けコンクリートの圧縮による
せん断破壊と吹付けコンクリートと地山の間の付着破壊に分類できた。そして、実験結
果を基に、支持機構の定量的把握のための試算モデルを提案し、概念的にはあるが、
支持機構を説明した。また、そのモデルを基に、実際に吹付けコンクリートで支え得る
ゆるみ岩塊の大きさについての試算例を示した。

キーワード：トンネル、支保工、覆工、吹付けコンクリート、ゆるみ岩塊荷重、圧縮破
壊、付着破壊、物性試験、圧縮強度試験、引張強度試験

○

郵 便 は が き

3 0 5 - □ □

四十円切
手
を
は
っ
て
下
さい。

建設省土木研究所
トンネル研究室 御 中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. 010

No. 010

配布先住所

配布先氏名

○

土木研究所資料第 2 1 5 4 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印