

土木研究所資料

カルバートの損傷に関する実態調査

昭和58年 3 月

建設省技術管理業務連絡会土質部会
建設省土木研究所 土質研究室

Copyright © 1983 fiscal year 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 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、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

1. まえがき

道路横断カルバートや河川の樋管などは、バイパスの建設、水路の増設などで数多く建設されている。これらのカルバートや樋管は主に「道路土工―擁壁・カルバート・仮設構造物工指針」や「建設省標準設計」、「建設省河川砂防技術基準」などに基づいて設計施工されているが、完成後にカルバートや樋管に損傷が生ずる場合がある。このカルバートや樋管の損傷は数々の要因が関係しあって引き起こされたものであると考えられるが、この原因を明らかにし、その対策法を検討することが必要である。今回、カルバート（樋管も含む）の損傷に関する実態調査を建設省所管のカルバートについて実施し、カルバートの損傷の状況や損傷に対する補修工法などを明らかにした。さらに、この調査結果にもとづいてカルバートの損傷に影響を与える要因、例えば盛土の形状、カルバートの諸元、地盤の性状などとカルバートの損傷の状況との関係を検討し、カルバートの損傷の原因をある程度明らかにした。

本報告書は、これらの成果についてとりまとめを行ったものである。なお、本調査は建設省技術管理業務連絡会土質部会の共同研究課題としてとりあげ、各地方建設局の技術事務所と土木研究所の共同で実施したものである。

最後に本調査の実施に当り協力いただいた各地方建設局の関係各位に対し深く感謝の意を表す次第である。

昭和 5 8 年 3 月

建設省技術業務連絡会土質部会

（とりまとめ担当者）

土質研究室 久 楽 勝 行
護摩堂 満
竹 内 辰 典

目 次

まえがき	
1. 調査目的	1
2. 調査概要	1
3. 調査結果	2
3.1 調査カルバートの概要	2
3.2 カルバートの損傷の実態	2
3.3 カルバートの損傷程度のランク分け	2
3.4 カルバートの諸元とカルバートの損傷との関係	3
3.5 カルバートの損傷パターン	4
3.6 カルバートの損傷の原因	5
3.7 カルバートの損傷の対策	5
4. ま と め	7
 巻末資料1 「カルバートの損傷に関する実態調査」調査要領及び調査票	33
巻末資料2 カルバートの損傷事例	41

1. 調 査 目 的

この調査は、カルバートの損傷事例を収集整理することによりカルバートの損傷の現状を把握し、損傷に至った原因、その対策方法などを明らかにすると共に、カルバートの損傷事例集を作成し工事に携わる人々の参考に供することを目的とする。

2. 調 査 概 要

本調査は、東北、関東、中部、九州の4地建の協力を得て実施した。調査期間は昭和55年度の1年間である。調査の対象としたカルバートの選定基準は、損傷の発生しているもので、ある程度の既存資料がそろっているものとした。調査カルバート数は東北33、関東30、中部32、九州4の合計99箇所である。これらのカルバートについて、以下に示すような項目について調査を実施した。なお、調査要領及び調査票は巻末資料-1に示す。

- | | | |
|----------|------------|------------|
| ① 用 途 | ② 竣工、施工年月 | ③ カルバートの寸法 |
| ④ 基礎の種類 | ⑤ 最大土かぶり高さ | ⑥ 地盤の性状 |
| ⑦ 盛土の形状 | ⑧ 施工方法 | ⑨ ひび割れの状況 |
| ⑩ 継手部の変状 | ⑪ 機能上の障害 | ⑫ 対 策 |

3. 調 査 結 果

本調査より得られた資料をもとに検討を加えた結果を以下に示す。

3.1 調査カルバートの概要

調査対象カルバートの一覧表を表-1に示す。

各調査項目別に集計を行ったのが表-2-1～表-2-10及び図-1-1～図-1-10である。

用途では図-1-1に示すように道路カルバートが河川の樋門、樋管の3倍程度の数にのぼっている。竣工、施工年度は図-1-2に示すように昭和41年～昭和45年のものが4割程度をしめている。

カルバートの全長は図-1-3に示すように20m～40mのものが6割程度をしめており、さらにカルバートの1ブロックの長さでは図-1-4に示すように10m～25mのものが8割をしめている。

カルバートの頂版のコンクリート厚では図-1-5に示すように30cm～60cmが全体の7割程度となっている。カルバートの断面積では図-1-6に示すように30m³までは等分布している。カルバートの断面積に対するコンクリート断面積の比率を表す有効断面積比率は図-1-7に示すように30%～40%が全体のほぼ半数にのぼっている。

基礎形式では図-1-8に示すように直接基礎と杭基礎がほぼ半々となっている。軟弱層厚は既往の調査データが少なく判断しにくい図-1-9から10m以下のものが多いといえる。

カルバートの最大土かぶり高さは図-1-10に示すように10m以下が全体の9割をしめている。

3.2 カルバートの損傷の実態

カルバートの損傷の実態を明らかにするために、カルバートのひび割れの大きさや本数、継手部の変状などを調査した。調査結果の詳細は巻末資料-2に示す。

まず、カルバートの最大ひび割れ幅の頻度分布は図-2-1に示すように、0.5mm未満が全体の約半数をしめている。また、1カルバート当りのひび割れ本数は図-2-2より10本前後が多いことがわかる。

継手部の段差・開きの最大値は図-2-3に示すように50mm以上のものが16箇所にとびついている。なお、カルバートの継手部の段差・開きの平均値は約45mmとなっている。

3.3 カルバートの損傷程度のランク分け

カルバートの損傷実態調査のとりまとめを行うに当たって、各カルバートの損傷の程度を把握するため、以下に示すようにカルバートの損傷に関するランク分けを行なった。

(1) 継手部の段差・開きの損傷程度

図-3に示すようにカルバートの段差と開きを加えたものの最大値を用いることとした。

(2) カルバートのひび割れの損傷程度

カルバートのひび割れの大きさ、0.5mm未満、0.5mm～1.0mm、1.0mm～2.0mm、2.0mm～3.0mm、3.0mm以上のそれぞれのひび割れ本数に0.25、0.75、1.5、2.5、3.0、を乗じその数値の合計を用いることとした。

上記の2種類の損傷程度に関して算出した結果が表―4である。この結果をもとに、カルバートの損傷ランクをカルバートのひび割れと継手部の段差・開きについてそれぞれ表―5に示すように5段階に分けて表わした。表―4の中にはこの損傷ランクについても示してある。カルバートの全体としての損傷ランクは、カルバートのひび割れと継手部の段差・開きのそれぞれの損傷ランクを単純加算したものをを用いることとした。

それぞれのカルバートの損傷ランクは表―4に示すとおりであり、損傷ランクの平均は5.5となった。

3.4 カルバートの諸元とカルバートの損傷との関係

カルバートの損傷にどのような要因が最も影響を与えているかを明らかにするために、カルバートの諸元と、カルバートの損傷の大きさとの関係について検討を行った。

図―4―1～図―4―10に、㊶カルバートのひび割れ、㊵継手部の段差・開き、㊴カルバートの損傷ランクと以下に示す①～⑩までのカルバートの諸元との関係を示す。

① 用途	図―4―1㊶～㊴
② 竣工・施工年度	図―4―2㊶～㊴
③ カルバートの全長	図―4―3㊶～㊴
④ カルバートの1ブロックの長さ	図―4―4㊶～㊴
⑤ カルバートの頂盤厚	図―4―5㊶～㊴
⑥ カルバートの断面積	図―4―6㊶～㊴
⑦ カルバートの有効断面積比率	図―4―7㊶～㊴
⑧ 基礎形式	図―4―8㊶～㊴
⑨ 軟弱層厚	図―4―9㊶～㊴
⑩ カルバートの土かぶり高さ	図―4―10㊶～㊴

カルバートの損傷とカルバートの諸元との間には、図中に示した相関係数が表すようにあまり有意な関係があるとは言えない。若干の相関が見い出せるのは、図―4―3㊴のカルバートの全長とカルバートの損傷ランクの関係、図―4―9㊴の軟弱層厚とカルバートの損傷ランクの関係などである。図―4―3㊴ではカルバートの長さが長くなるに従って、カルバートの損傷ランクも大きくなる傾向が認められる。また、図―4―9㊴では軟弱層厚の増加に伴ってカルバートの損傷ランクも大きくなる傾向があることがわかる。

次にカルバートのひび割れと継手部の段差・開きとの関係について調べてみた。その結果をまとめたものが図―5である。図から、カルバートのひび割れと継手部の段差・開きの間にはあまり顕著で

はないが反比例の関係があると言えそうである。すなわち、カルバートのひび割れの大きいものは継手部の段差・開きが小さいということである。

・標準設計との関係

今回調査を行ったカルバートが、建設省標準設計による有効断面積比率とどのような関係をもっているか調べたものが図－6である。図をみると、調査カルバートの大部分が標準設計による有効断面積比率を下回っていることがわかる。白丸の大きさはそれぞれのカルバートの損傷ランクを表わしており、白丸の大きさが大きいほどカルバートの損傷ランクが高いことを示している。このカルバートの損傷ランクに注目すると、標準設計の有効断面積比率を下回っているカルバート（ $\alpha < \beta$ ）は、標準設計のそれを上回っているカルバート（ $\alpha < \beta$ ）よりも損傷ランクが高いものが多いことがわかる。さらに調査カルバートの有効断面積比率が標準設計の有効断面積比率よりも小さくなるに従って、カルバートの損傷ランクも高くなる傾向が認められる。結論としてカルバートの鉄筋量なども影響するが、標準設計による断面設計を行えば、カルバートの機能に障害を及ぼすような大きな損傷は起こりにくいといえる。

3.5 カルバートの損傷パターン

巻末資料－2のカルバートの損傷例をながめてみると、ひび割れの発生位置や継手部の変形の形態に特徴があることがわかる。そこで、カルバートの損傷パターンとして、ひび割れの発生位置及び継手部の変形の形態に着目して整理を行ってみた。まず、カルバートのひび割れの損傷パターンについては、損傷の発生している位置を図－7に示すようにカルバートの長さ方向に3分割して分類した。また、継手部の段差・開きについては、変形の形態を図－8のように分類した。ひび割れの発生位置では表－6に示すようにケース㉔が24箇所、ケース㉕が45箇所と、この2つのケースが多い。継手部の変形パターンでは、表－7に示すようにケース㉔が25箇所と変状のあるものの7割程度をしめている。

ここで、カルバートの損傷パターンに最も影響を与えていると思われる盛土の形状に着目してカルバートの損傷パターンとの関係を調べてみた。盛土の形状については図－9に示すように盛土高さHと盛土幅Bとの比H/Bと盛土高さが最大となる位置によって4種類に分類した。

表－8、表－9がひび割れの損傷パターン及び継手部の変形パターンと盛土の形状との関係を示したものである。ここで、カルバートのひび割れの損傷パターンと盛土の形状との関係に、はっきりした傾向が認められる。すなわち盛土の形状が山型をしているときは中央部での損傷が多く、反対に盛土が平らな場合にはカルバートの全体に渡って損傷が起きていることがわかる。このことから、カルバートのクラックの発生位置は盛土の形状に強く影響されているといえる。次に継手部の損傷パターンと盛土の形状との関係をみると、盛土の形状に限らず、下に折れ曲がったような変形を示しているものが大部分をしめている。しかし、細かくみるとひび割れの損傷パターンと同様に、盛土の形状が山型をしているものはケース㉔の変形が多く、盛土の形状が平らな場合にはケース㉔の変形の割合が減る傾向があることがわかる。

以上のことから、カルバートの損傷パターンは盛土の形状、すなわち盛土荷重の分布に大きく影響されていると言える。このことはカルバートの設計断面や基礎の支持力が盛土中央部では不足気味で、カルバートが不同沈下を起こすことによって、継手部の変形やクラックが生じていることを裏づけているものと思われる。

3.6 カルバートの損傷の原因

カルバートの損傷の原因としては一般的には以下のものが上げられる。

- (1) 断面応力不足
- (2) コンクリートの乾燥収縮
- (3) 基礎の支持力不足による不同沈下
- (4) 施工不良

上記の原因の中で、(2)の原因によるものはヘアークラック程度でカルバートの機能に与える影響は少ないと言える。(4)の施工不良については施工管理面で注意を払えば問題は起こらないであろうし、(1)の断面応力不足については通常の設計（標準設計）などを行えば大きな問題はないと思われる。ここで、カルバートに損傷を与える原因のうちで、特にカルバートの機能に障害を起こさせるようなものとしては、(3)のカルバートの不同沈下が上げられる。このカルバートの不同沈下は主に盛土荷重に対する基礎の支持力不足によって引き起こされるものであるが、今回の調査結果による継手部分の変形の形態やカルバートのひび割れの発生位置などをみても、カルバートの不同沈下がカルバートの損傷の主な原因であると推測できる。カルバートの不同沈下による曲げモーメントは相当大きなものになる可能性があり、カルバートの損傷を防止するには不経済な断面設計を行わなければならない。したがって、カルバートの不同沈下をどの程度許すかも問題となるが、カルバートの損傷を防止するには、基礎の支持力を増加させるなどしてカルバートの不同沈下を減少させる方法やカルバートに可とう継手を設けるなどしてカルバートにたわみ性をもたせる方法などの対策を今後検討する必要があると思われる。

3.7 カルバートの損傷の対策

今回調査を行ったカルバートで損傷に対する補修を施したもののや対策が必要なものについては、巻末資料－2のカルバートの損傷事例にコメントとして付け加えておいた。カルバートの損傷は、ひび割れや継手部の段差・開きが主なものであるが、今回の調査カルバートの中で対策を施したカルバートの補修の方法をまとめると次のようになる。

(1) ひび割れの補修

ひび割れ発生箇所のVカットを行い、下地にボンドを塗布し樹脂系モルタルを注入する。ひび割れの小さい箇所はボンドの注入で補修を行う。

(2) 継手部の補修

継手部の開きにコンクリート間詰を行う。また図-10に示すように鋼板を使って補修する方法もある。

(3) 全体補修

P C 棒鋼などを用いてカルバートの全長に渡って軸方向の補強を行い、コンクリートで巻き上げる。今回の調査カルバートの中で(1)のクラックの補修を行なっているものが5箇所、(2)の継手部の補修が2箇所、(3)の全体補修が2箇所となっている。また代替ボックスの必要なものも1箇所あった。これらの損傷の対策工法をまとめたものが表-10である。さらに、現在対策は施してはいないがカルバートのひび割れ、継手部の損傷に対して対策が必要であるとしたものが20箇所あり、機能上の障害がないためか補修の必要性がありながら放置されているものが数多くあるようである。その他にも、多くのカルバートで損傷の進行に対しての追跡調査が必要だとしているがカルバートの維持管理のためにもこまめな点検や補修というものが重要ではないかと考える。参考として図-11にカルバートの維持管理のためのフローの一例を示した。

4. ま と め

建設省所管の既存のカルバートに関して損傷事例の集収を行い、カルバートの損傷の実態や損傷に影響を与える要因などについて検討を加えた。さらにカルバートの損傷に対する補修工法に関しての現場の実態も明らかにした。この結果、カルバートの損傷に影響を与える要因としては、盛土荷重の不均一性や基礎の支持力不足によるカルバートの不同沈下が最も影響していることが明らかとなった。また、建設省の標準設計との関係では、標準設計による断面設計値に近い断面をもつ調査カルバートの損傷は他に比較して小さいことが明らかとなった。今回の調査結果をまとめた巻末資料－2のカルバートの損傷及び対策工事例については、カルバートの維持管理や新設カルバートの設計の参考にしていただければ幸いである。今後は、カルバートの損傷防止のための対策工、例えば不同沈下を防止するためのプレロード、地盤改良などの事例、あるいは可とう継手をもつカルバートの事例の収集を行い、その効果に関する検討を行っていきたいと考えている。

お わ り に

最後に、本調査に御協力いただいた以下の各地方建設局の技術事務所及び工事事務所の方々に対し深く感謝の意を表します。

東北地建	東北技術事務所 三陸国道工事事務所 北上川下流工事事務所 磐城国道工事事務所 秋田工事事務所 酒田工事事務所	古 川 毅 加 藤 忠 夫
関東地建	関東技術事務所 常陸工事事務所 宇都宮国道工事事務所 大宮国道工事事務所 横浜国道工事事務所	吉 沢 永 幸 館 野 耕 二
中部地建	中部技術事務所 多治見工事事務所 木曽川上流工事事務所 岐阜国道工事事務所 三重工事事務所 名阪国道工事事務所 紀勢国道工事事務所 飯田国道工事事務所	倉 科 周 次 松 下 正
九州地建	九州技術事務所 福岡国道工事事務所 宮崎工事事務所	谷 本 誠 一

圖 表 集

表-1 調査対象カルバート一覧

カルバート 番号	用途	竣工 年度	カルバートの寸法(ジョイント数) 高さ(m)×幅(m)×長さ(m)	基礎の 種類	最大土上 り高(m)	地盤の状況 軟弱層厚(m)	損傷 箇所	対策	損傷ランク
1-1	水	S. 45	2.7×2.6×76.6 (4)	ベタ	23.0	0.0	クラック、継手部開き、漏水		5
1-2	水	S. 53	3.4×2.8×50.6 (2)	杭	8.0	52.0	クラック、継手部開き		7
1-3	水	S. 49	3.2×3.4×44.8 (1)	杭	7.5	25.0	クラック、継手部開き、沈下	クラックのモルタル補修	8
1-4	水	S. 50	1.75×1.75×20.15 (1)	杭	4.5	27.0	クラック、継手部開き		6
1-5	水	S. 43	1.3×2.7×37.5 (2)	杭	7.8	3.4	クラック、継手部開き、底面沈下		9
1-6	水	S. 45	5.5×5.0×50.0 (2)	杭	1.0	0.0	クラック		3
1-7	水	S. 53	7.95×8.1×33.6 (1)	杭	2.5	18.0	クラック、継手部開き	PC鋼材によるボックスの補修	9
1-8	水	S. 39	2.0×2.0×37.0 (0)	ベタ	7.0		クラック		5
1-9	水	S. 35	1.5×1.5×23.0 (0)	杭	5.5		クラック、ボックスの沈下		4
1-10	水	S. 31	1.2×1.2×43.4 (0)	杭	8.0		クラック、堤外への漏水	クラックのボンド、モルタル補修	5
1-11	水	S. 18	1.4×1.2×26.4 (1)	杭	6.5		クラック		3
1-12	水	S. 32	2.75×2.5×19.2 (0)	杭	4.3		クラック		6
1-13	水	S. 32	1.8×1.8×36.0 (0)	杭	7.0		クラック、崩落		8
1-14	水	S. 40	1.55×1.4×27.0 (5)	杭	7.0		クラック、ボックスの沈下		5
1-15	水	S. 15	2.0×1.45×44.3 (5)		4.8		クラック、継手部開き、劣化が著しい	全面改築	7
1-16	水	T. 11	1.2×0.9×22.45 (0)		5.0		ボックスの沈下	改築工事	5
1-17	水	S. 31	2.55×2.45×24.1 (1)	杭	5.8		クラック、水漏れ付足開き		6
1-18	水		0.8×1.2×19.0 (0)	杭	5.0	7.4	クラック、劣化	損傷箇所の修復	6
1-19	水	S. 45	1.5×1.4×26.9 (0)		4.7		クラック		2
1-20	水	S. 45	1.5×1.4×20.6 (0)		4.4		クラック		6
1-21	水	S. 45	1.5×1.4×17.4 (0)		4.0		クラック		5
1-22	水	S. 45	2.1×2.0×19.0 (0)		4.1		クラック		4
1-23	水	S. 37	5.5×4.5×31.1 (0)		7.0		クラック		4
1-24	水	S. 42	2.7×2.4×90.0 (0)		22.0		クラック、路土の段差	路土の不整修正工	6
1-25	水	S. 42	1.75×1.65×35.0 (1)	ベタ	9.0		クラック		4
1-26	水	S. 43	5.85×5.40×80.0 (4)	ベタ	13.0		継手部段差		3
1-27	水	S. 45	2.7×2.6×77.1 (4)	ベタ	23.0		クラック、継手部開き、漏水		5
1-28	水	S. 44	2.7×2.6×48.0 (4)	ベタ	14.0		クラック		5
1-29	水	S. 44	5.65×5.6×78.0 (5)	ベタ	27.7		クラック		4
1-30	水	S. 44	3.5×3.3×98.7 (6)	ベタ	31.3		クラック		6
1-31	水	S. 44	3.3×3.3×72.4 (4)	ベタ	18.7		クラック		5
1-32	水	S. 44	2.7×2.6×31.3 (1)	ベタ	4.7		継手部段差		4
1-33	水	S. 45	2.7×3.1×35.9 (1)	ベタ	9.3		継手部段差		4
2-1	水		4.0×5.0×21.7 (0)		0.0		クラック		4
2-2	水		4.5×4.5×20.6 (0)		6.5		クラック	吹き付け処理	5
2-3	水	S. 44	3.7×4.6×22.5 (1)	杭	0.5		クラック		4
2-4	水	S. 46	3.39×3.61×20.2 (0)	ベタ	0.0		クラック		5
2-5	水	S. 46	3.7×4.6×24.2 (0)	ベタ	0.0		クラック		5
2-6	水	S. 49	4.3×5.7×18.1 (0)	ベタ	0.0		クラック		5
2-7	水	S. 44	3.8×4.3×38.4 (1)	杭	4.6		クラック		6
2-8	水	S. 44	4.15×4.7×29.2 (1)	杭	0.5		クラック、継手部の開き	路面補修	5
2-9	水	S. 44	3.65×3.6×23.8 (1)	杭	0.8		クラック、継手部の開き		5
2-10	水	S. 46	4.95×3.3×21.8 (0)	ベタ	2.5		クラック		4
2-11	水	S. 46	5.80×5.1×43.63 (1)	杭	2.3	5.0	クラック		5
2-12	水	S. 43	4.20×3.21×29.1 (1)	杭	2.2	8.0	クラック、継手部の開き		5
2-13	水	S. 44	5.5×5.5×36.64 (1)	杭	1.3	7.0	クラック		4
2-14	水	S. 43	4.6×6.1×48.39 (1)	杭	3.5	5.5	クラック		5
2-15	水	S. 43	4.2×4.2×43.5 (1)	杭	1.8	6.0	クラック		5
2-16	水		5.0×4.5×22.0 (0)		0.7		クラック		4
2-17	水		5.0×4.5×30.5 (0)		0.6		クラック	路面補修	5
2-18	水		5.0×5.0×20.0 (0)		0.5		クラック		4
2-19	水		5.0×4.5×33.6 (0)		0.5		クラック		5
2-20	水	S. 43	5.0×4.3×26.96 (1)				クラック		4
2-21	水	S. 43	5.3×5.8×23.0 (1)	杭	0.5	8.5	クラック		4
2-22	水		3.8×4.3×27.8 (1)		3.8		クラック、継手部の開き		8
2-23	水	S. 42	4.3×5×30.0 (0)		3.5		クラック、ボックスの劣化	クラックのモルタル補修	8
2-24	水	S. 46	21.0×25.0×74.0 (0)	ベタ	3.5		クラック、ボックスの不同沈下		4
2-25	水	S. 47	3.15×3.10×52.0 (2)	杭	3.5		クラック、継手部の開き		7
2-26	水	S. 49	5.75×6.7×34.26 (1)	ベタ	1.8		クラック、継手部の開き		4
2-27	水		3.85×2.8×28.7 (2)	ベタ	3.9		クラック、継手部の開き	路面補修	9
2-28	水	S. 36	5.0×3.7×46.0 (3)	杭	7.8		クラック、継手部の開き	継手部のコンクリート間詰	8
2-29	水	S. 37	6.1×5.5×36.0 (2)	杭	2.5		クラック、継手部の開き	継手部のコンクリート間詰	9
2-30	水	S. 36	8.2×7.2×31.2 (2)	杭	2.2		クラック、継手部の開き	継手部のコンクリート間詰	9
3-1	水	S. 44	6.2×7.2×23.0 (0)	杭	1.7	0.2	クラック		4
3-2	水	S. 44	6.2×7.2×23.0 (0)	杭	0.6	2.0	クラック		4
3-3	水	S. 44	4.9×5.9×25.6 (0)	ベタ	1.0	2.87	クラック		5
3-4	水	S. 45	5.3×4.8×27.46 (1)	杭	1.0	0.0	クラック		4
3-5	水	S. 46	6.2×7.3×28.0 (1)	ベタ	2.3		クラック		4
3-6	水	S. 44	5.7×4.7×53.0 (2)	ベタ	7.4	1.5	クラック、継手部の開き	継手部モルタル塗布	4
3-7	水	S. 46	5.6×4.6×30.0 (1)	ベタ	4.4	33.5	クラック		3
3-8	水	S. 42	2.8×2.75×20.0 (0)	杭	0.5		クラック		3
3-9	水	S. 46	3.7×3.2×27.0 (0)	ベタ	0.9		継手部の開き		2
3-10	水	S. 46	3.7×3.2×27.0 (1)	ベタ	1.1	2.5	クラック		4
3-11	水	S. 45	2.5×1.8×62.0 (3)	杭	6.5	2.5	クラック、継手部の開き		6
3-12	水	S. 47	2.8×2.6×61.4 (0)	杭	6.9	2.7	クラック、継手部の開き		6
3-13	水	S. 45	4.2×3.5×33.3 (0)	杭	6.2	5.0	クラック		5
3-14	水	S. 51	4.6×6.3×49.6 (1)	杭	7.6	2.8	クラック、継手部の開き	クラックのボンド補修	5
3-15	水	S. 46	3.75×4.5×61.2 (4)	杭	7.5	4.0	クラック、継手部の開き	継手部のモルタル補修	10
3-16	水	S. 48	5.8×6.3×35.4 (2)	ベタ	5.1	5.8	クラック、継手部の開き		6
3-17	水	S. 48	5.8×6.3×32.4 (2)	ベタ	4.4	2.0	クラック、継手部の開き		6
3-18	水	S. 49	3.9×3.9×50.5 (3)	ベタ	7.1	4.3	クラック、継手部の開き		8
3-19	水	S. 48	4.3×3.8×33.0 (2)	杭	3.7	4.7	クラック、継手部の開き		7
3-20	水	S. 42	4.3×3.8×18.6 (0)	杭	1.2		クラック		6
3-21	水	S. 41	4.2×4.3×56.1 (2)	ベタ	10.9	3.5	クラック、継手部の開き	全面改築	10
3-22	水	S. 51	3.6×3.2×56.1 (3)	ベタ	15.0		クラック	クラックのセメントミルク補修	5
3-23	水	S. 46	3.1×3.0×31.4 (0)	ベタ	0.0		クラック		4
3-24	水	S. 37	3.6×3.1×9.5 (0)	杭	1.5		崩落	鉄筋の腐食防止	5
3-25	水	S. 39	4.4×4.8×9.2 (0)	杭	0.0		クラック、崩落	鉄筋の腐食防止	5
3-26	水	S. 36	3.9×7.2×16.0 (0)	杭	2.3		クラック	クラックのモルタル補修	5
3-27	水	S. 44	5.9×5.7×31.6 (1)	ベタ	5.7		クラック、継手部の開き		6
3-28	水	S. 41	3.8×3.8×18.3 (1)	ベタ	3.7		クラック		4
3-29	水	S. 45	6.7×7.3×19.1 (1)	ベタ	1.4	2.0	クラック		3
3-30	水	S. 46	3.7×3.2×22.2 (1)	ベタ	4.0		クラック		7
3-31	水	S. 47	3.6×3.6×20.7 (1)	ベタ	2.8		クラック、継手部の開き		5
3-32	水	S. 35	2.2×2.5×9.00 (0)	ベタ	0.3	0.0	クラック		3
4-1	水	S. 49	8.0×5.6×36.4 (2)	ベタ	0.5		クラック	クラックのモルタル補修	5
4-2	水	S. 52	7.8×5.7×32.0 (1)	杭	0.0		クラック	クラックのボンド補修	3
4-3	水	S. 49	3.5×3.15×38.8 (1)	杭	6.0	25.0	クラック、ボックスの沈下		4
4-4	水	S. 53	4.1×4.5×34.4 (1)	杭	6.0		クラック、ボックスの沈下		3

表-2-1 用途

用途		箇所数
道路カルバート	水路	25
	道路	17
合計		57
合 計		99

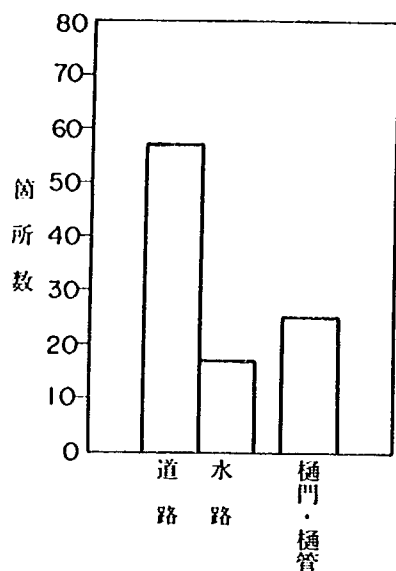


図-1-1 用途の頻度分布

表-2-2 施工年度

施工年度	箇所数
S.40年以前	17
S.41年～S.45年	41
S.46年～S.50年	26
S.51年以後	6
不明	9
合 計	99

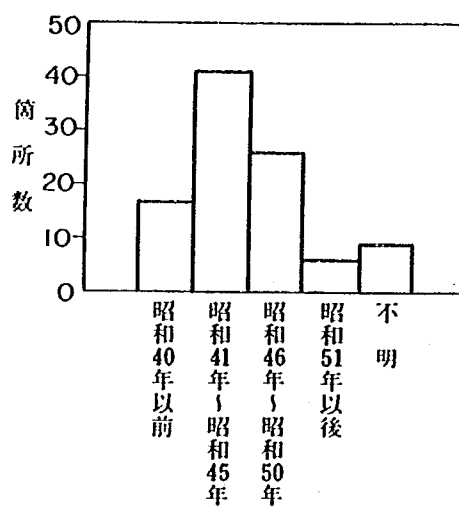


図-1-2 施工年度の頻度分布

表-2-3 カルバートの全長

カルバートの全長 (m)	箇所数
0 ～ 10	3
10 ～ 20	10
20 ～ 30	33
30 ～ 40	26
40 ～ 50	9
50 ～ 60	7
60 ～ 70	3
70 ～ 80	5
80 ～ 90	1
90 ～ 100	2
合 計	99
カルバート平均長さ (m)	35.2

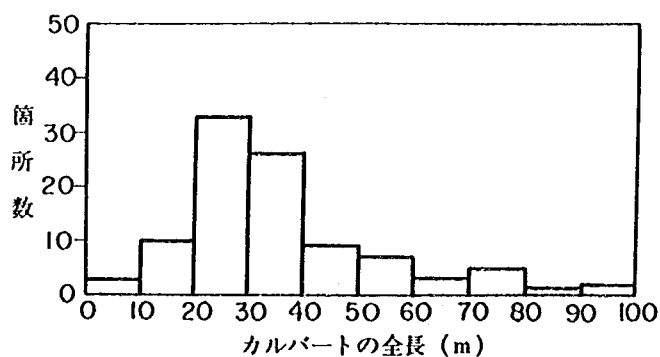


図-1-3 カルバートの全長の頻度分布

表-2-4 カルバートの1ブロックの長さ

カルバートの1ブロックの長さ(m)	箇所数
0 ～ 5	0
5 ～ 10	6
10 ～ 15	32
15 ～ 20	30
20 ～ 25	18
25 ～ 30	4
30 ～ 35	5
35 ～ 40	2
40 ～ 45	1
45 ～	1
合 計	99
1ブロックの平均長さ (m)	18.8

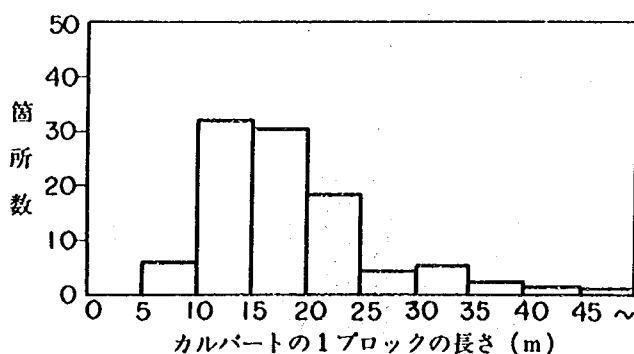


図-1-4 カルバートの1ブロック長さの頻度分布

表-2-5 カルバートのコンクリート厚

カルバートのコンクリート厚 (cm)	箇所数
0 ~ 10	1
10 ~ 20	2
20 ~ 30	9
30 ~ 40	22
40 ~ 50	22
50 ~ 60	20
60 ~ 70	10
70 ~ 80	3
80 ~ 90	4
90 ~ 100	1
合 計	94
平均コンクリート厚 (cm)	44.5

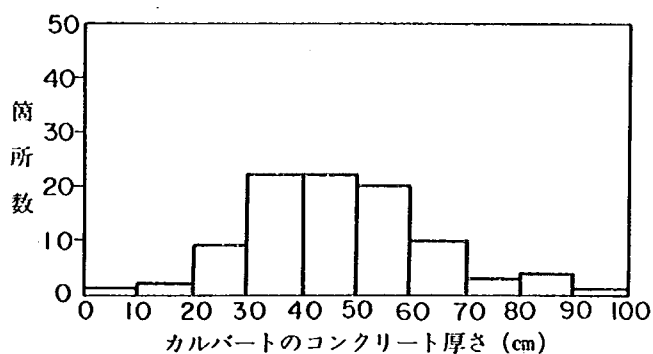


図-1-5 カルバートのコンクリート厚の頻度分布

表-2-6 カルバートの断面積

断 面 積 (m ²)	箇 所 数
0 ~ 5	16
5 ~ 10	16
10 ~ 15	16
15 ~ 20	13
20 ~ 25	10
25 ~ 30	11
30 ~ 35	5
35 ~ 40	2
40 ~ 45	6
45 ~ 50	2
50 ~ 55	0
55 ~ 60	1
60 ~ 65	1
合 計	99
平均断面積 (m ²)	18.5

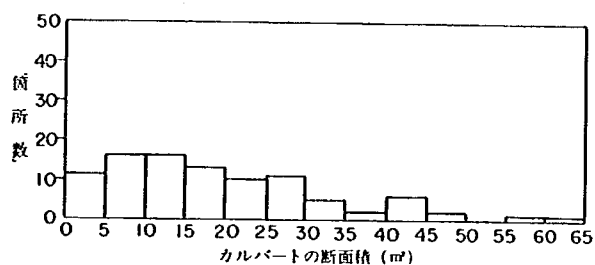


図-1-6 カルバートの断面積の頻度分布

表-2-7 有効断面積比率

有効断面積比率 (%)	箇 所 数
0 ~ 10	0
10 ~ 20	1
20 ~ 30	9
30 ~ 40	48
40 ~ 50	28
50 ~ 60	5
60 ~ 70	3
合 計	94
平均有効断面積比率 (%)	38.9

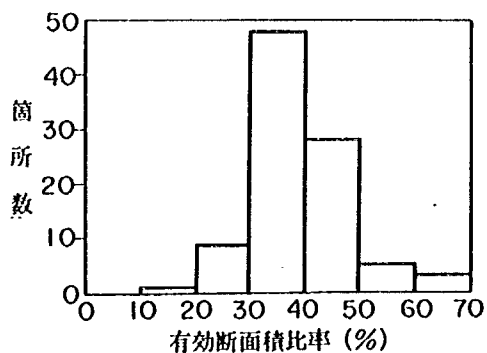


図-1-7 有効断面積比率の頻度分布

表-2-8 基礎形式

基 礎 形 式	箇 所 数
ベタ基礎	36
杭基礎	43
合 計	79

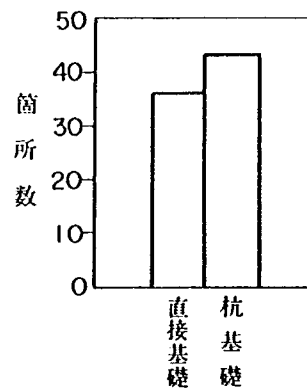
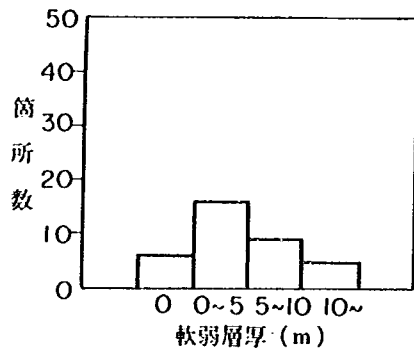


図-1-8 基礎形式の頻度分布

表一2-9 軟弱層厚

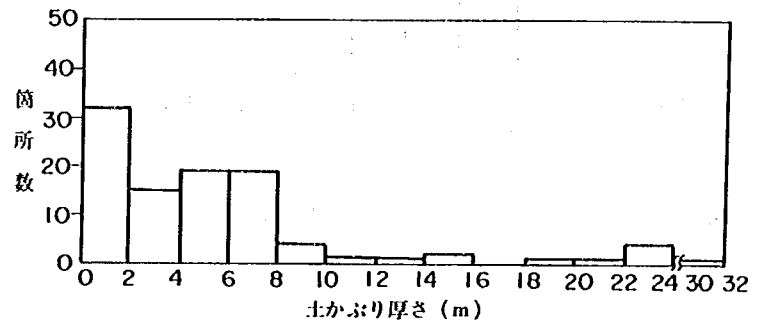
軟弱層厚 (m)	箇所数
0	6
0 ~ 5	16
5 ~ 10	9
10 ~	5
合 計	36
平均軟弱層厚 (m)	6.9



図一1-9 軟弱層厚の頻度分布

表一2-10 最大土かぶり高さ

最大土かぶり高さ (m)	箇所数
0 ~ 2	32
2 ~ 4	16
4 ~ 6	20
6 ~ 8	17
8 ~ 10	4
10 ~ 12	1
12 ~ 14	1
14 ~ 16	2
16 ~ 18	0
18 ~ 20	1
20 ~ 22	0
22 ~ 24	4
24 ~	1
合 計	99
平均土かぶり高さ (m)	5.2



図一1-10 最大土かぶり高さの頻度分布

表-3-1 最大ひび割れ幅

最大ひび割れ幅 (mm)	箇所数
0	8
0.5 mm 以上	46
0.5 ~ 1.0 mm	13
1.0 ~ 2.0 mm	12
2.0 ~ 3.0 mm	7
3.0 mm 以上	13
合計	99
平均の最大ひび割れ幅(mm)	1.1

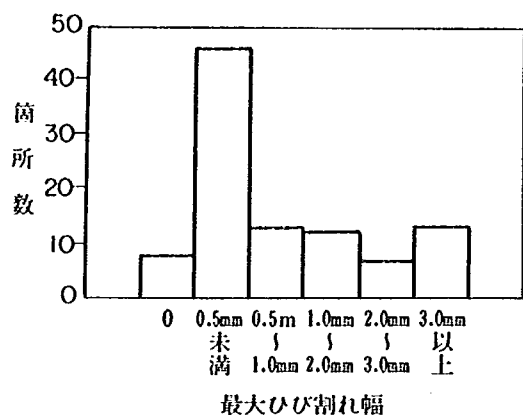


図-2-1 最大ひび割れ幅の頻度分布

表-3-3 継手部の最大の段差・開き

継手部の段差・開き (mm)	箇所数
継手なし	35
0	26
10 mm 未満	3
10 mm ~ 20 mm	7
20 mm ~ 30 mm	4
30 mm ~ 40 mm	5
40 mm ~ 50 mm	3
50 mm ~ 100 mm	7
100 mm ~ 200 mm	5
200 mm 以上	4
合計	99
平均段差・開き (mm)	45.3

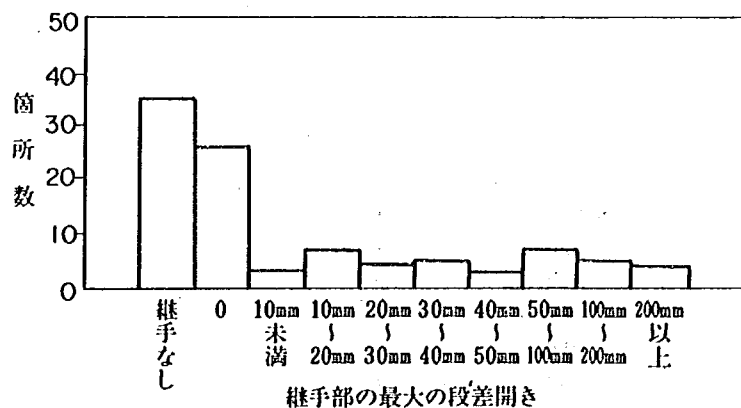


図-2-3 継手部の最大の段差・開きの頻度分布

表-3-2 ひび割れ本数

ひび割れ本数	箇所数
0	8
4 本 未満	10
5 本 ~ 9 本	22
10 本 ~ 14 本	22
15 本 ~ 19 本	15
20 本 ~ 24 本	10
25 本 ~ 29 本	4
30 本 ~ 34 本	3
35 本 以上	5
合計	99
平均ひび割れ本数	14.3

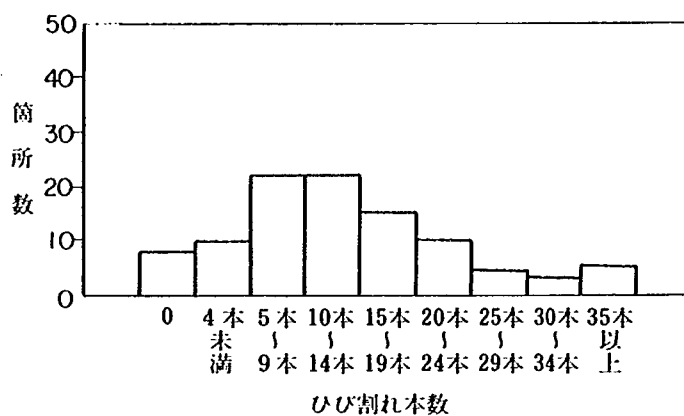


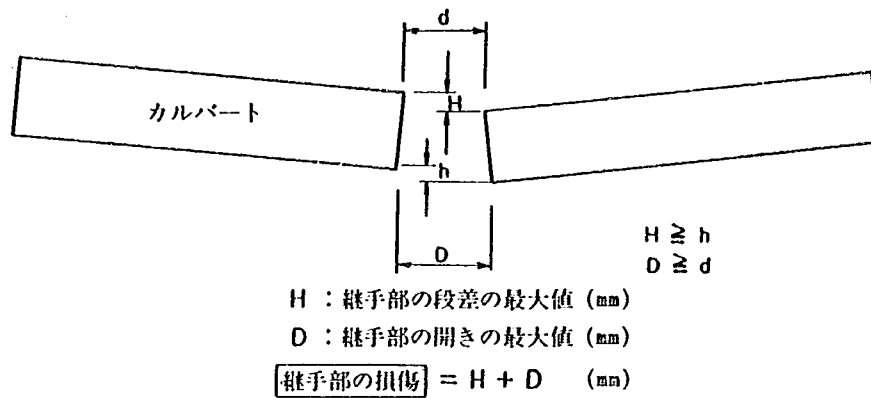
図-2-2 ひび割れ本数の頻度分布

表 - 1 カ ル バ

調査 カルバート 整理番号	コンクリートの ひび割れ(mm)	コンクリートの ひび割れの 損傷ランク	継手部の段差・開き(mm)	継手部の 段差・開きの 損傷ランク	カルバートの 損傷ランク	対策の有無
1-1	3.75	3	8.0	2	5	
1-2	9.0	4	20.0	3	7	
1-3	10.0	5	70.0	4	9	有
1-4	4.0	3	20.0	3	6	
1-5	66.0	5	50.0	4	9	
1-6	1.75	2	0.0	1	3	
1-7	10.5	5	80.0	4	9	有
1-8	9.0	4	継手なし	1	5	
1-9	3.0	3	・	1	4	
1-10	10.0	5	・	1	6	有
1-11	0.75	2	・	1	3	
1-12	15.0	5	・	1	6	
1-13	6.0	4	60.0	4	8	
1-14	7.5	4	継手なし	1	5	
1-15	1.5	2	150.0	5	7	
1-16	0.0	1	200.0	5	6	
1-17	17.5	5	0.0	1	6	
1-18	57.5	5	継手なし	1	6	
1-19	17.5	5	・	1	6	
1-20	0.5	2	・	1	3	
1-21	8.5	4	・	1	5	
1-22	4.25	3	・	1	4	
1-23	4.25	3	・	1	4	
1-24	25.75	5	・	1	6	
1-25	4.5	3	0.0	1	4	
1-26	0.0	1	10.0	3	4	
1-27	3.75	3	8.0	2	5	
1-28	6.5	4	0.0	1	5	
1-29	4.5	3	0.0	1	4	
1-30	10.75	5	0.0	1	6	
1-31	6.25	4	0.0	1	5	
1-32	0.0	1	20.0	3	4	
1-33	0.0	1	37.0	3	4	
2-1	2.5	3	継手なし	1	4	
2-2	ボックス内部吹付処理	5	・	1	6	有
2-3	5.0	3	0.0	1	4	
2-4	7.0	4	継手なし	1	5	
2-5	7.0	4	・	1	5	
2-6	5.5	4	・	1	5	
2-7	14.5	5	0.0	1	6	
2-8	3.25	3	10.0	3	6	
2-9	2.0	3	30.0	3	6	
2-10	5.0	4	継手なし	1	5	
2-11	6.5	4	0.0	1	5	
2-12	5.0	4	10.0	3	7	
2-13	2.25	3	0.0	1	4	
2-14	4.0	3	10.0	3	6	
2-15	5.75	4	0.0	1	5	
2-16	3.5	3	継手なし	1	4	
2-17	7.5	4	・	1	5	

ー ト の 損 傷 程 度

調査 カルバート 整理番号	カルバートの ひび割れ (mm)	カルバートの ひび割れの 損傷ランク	継手部の段差・開き (mm)	継手部の 段差・開きの 損傷ランク	カルバートの 損傷ランク	対策の有無
2-18	2.75	3	継手なし	1	4	
2-19	7.0	4	・	1	5	
2-20	3.25	3	0.0	1	4	
2-21	4.0	3	0.0	1	4	
2-22	4.0	3	130.0	5	8	
2-23	10.5	5	40.0	3	8	
2-24	3.0	3	0.0	1	4	
2-25	7.0	4	30.0	3	7	
2-26	25.0	5	100.0	5	10	
2-27	4.5	3	220.0	5	8	
2-28	2.5	3	350.0	5	8	
2-29	7.5	4	150.0	5	9	
2-30	5.5	4	500.0	5	9	
3-1	2.5	3	継手なし	1	4	
3-2	5.0	4	・	1	5	
3-3	7.75	4	・	1	5	
3-4	2.25	3	0.0	1	4	
3-5	4.5	3	0.0	1	4	
3-6	0.0	1	49.0	3	4	
3-7	1.75	2	0.0	1	3	
3-8	1.5	2	継手なし	1	3	
3-9	0.0	1	14.0	3	4	
3-10	2.25	3	0.0	1	4	
3-11	4.75	3	50.0	4	7	
3-12	8.75	4	10.0	3	7	
3-13	7.25	4	継手なし	1	5	
3-14	2.5	3	9.0	2	5	⓪
3-15	18.75	5	225.0	5	10	⓪
3-16	3.5	3	40.0	3	6	
3-17	1.25	2	71.0	4	6	
3-18	16.0	5	37.0	3	8	⓪
3-19	5.0	4	55.0	4	8	
3-20	11.75	5	継手なし	1	6	
3-21	42.5	5	149.0	5	10	⓪
3-22	6.25	4	0.0	1	5	⓪
3-23	4.0	3	継手なし	1	4	
3-24	コンクリートの肌落ち	5	・	1	6	
3-25	・	5	・	1	6	
3-26	9.25	4	・	1	5	
3-27	2.75	3	36.0	3	6	
3-28	4.5	3	0.0	1	4	
3-29	1.5	2	0.0	1	3	
3-30	8.25	4	26.0	3	7	
3-31	1.75	2	14.0	3	5	
3-32	1.0	2	継手なし	1	3	
4-1	7.25	4	0.0	1	5	
4-2	2.0	3	0.0	1	4	⓪
4-3	4.75	3	0.0	1	4	
4-4	1.25	2	0.0	1	3	
平均	7.13	3.5	46.9 (66ヶ所)	2.0	5.5	



図－3 継手部の損傷程度

表－5 カルバートの損傷ランク

コンクリートのひび割れ(mm)	継手部の段差・開き(mm)	カルバートの損傷程度	カルバートの損傷ランク
0 ～ 0.5	0 ～ 1	なし又は軽微	1
0.5 ～ 2.0	1 ～ 10	小	2
2.0 ～ 5.0	10 ～ 50	中	3
5.0 ～ 10.0	50 ～ 100	大	4
10.0 以上	100 以上	極大	5

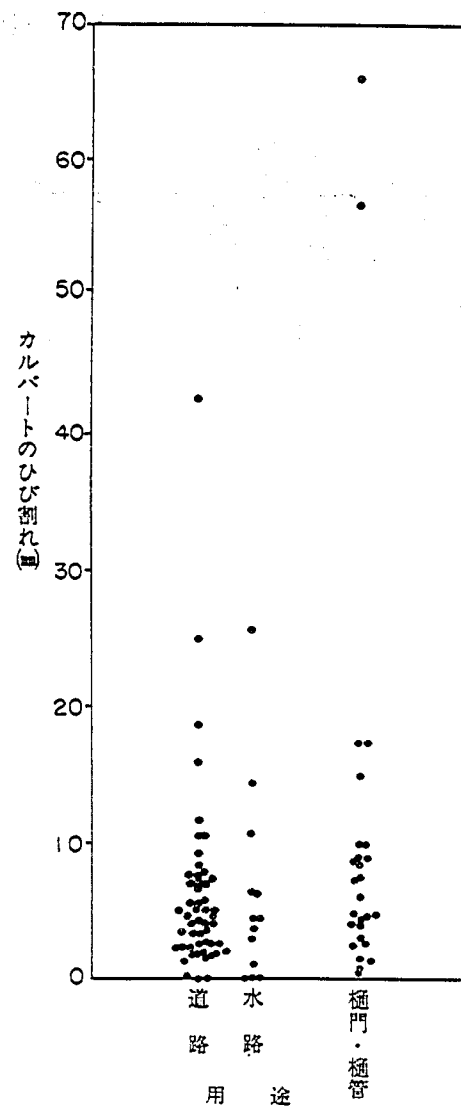


図-4-1(a) 用途とカルバートのひび割れの関係

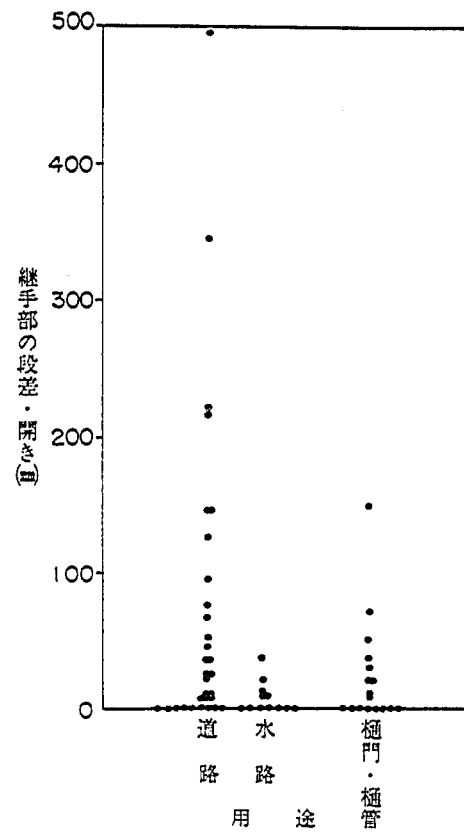


図-4-1(b) 用途と継手部の段差・開きの関係

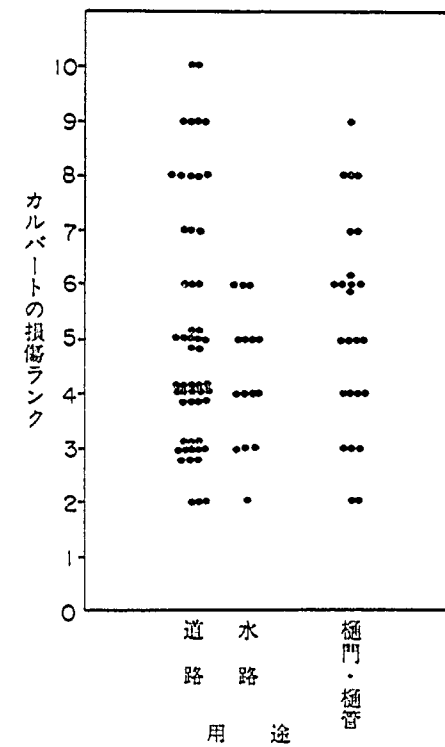


図-4-1(c) 用途とカルバートの損傷ランクの関係

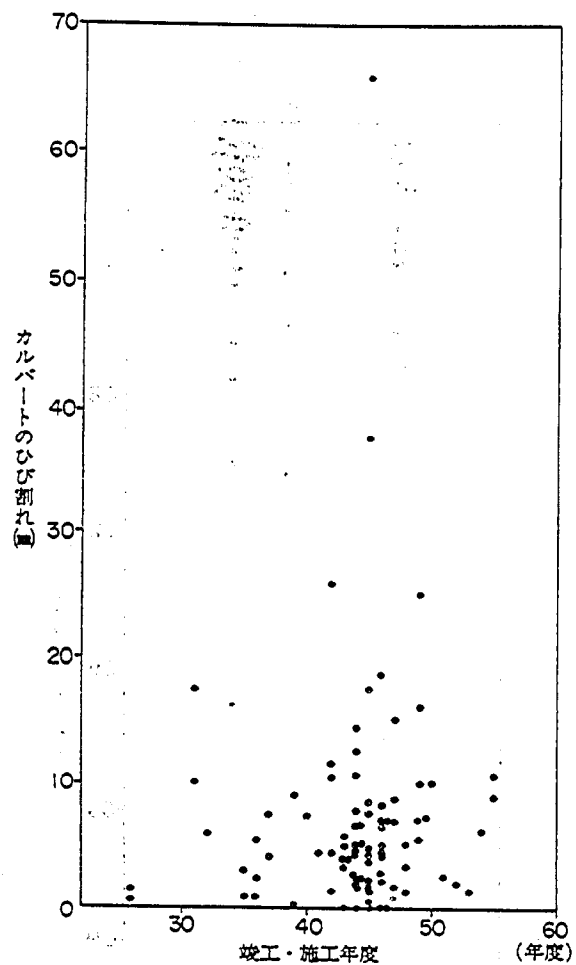


図-4-2(a) 竣工・施工年度とカルバートのひび割れとの関係

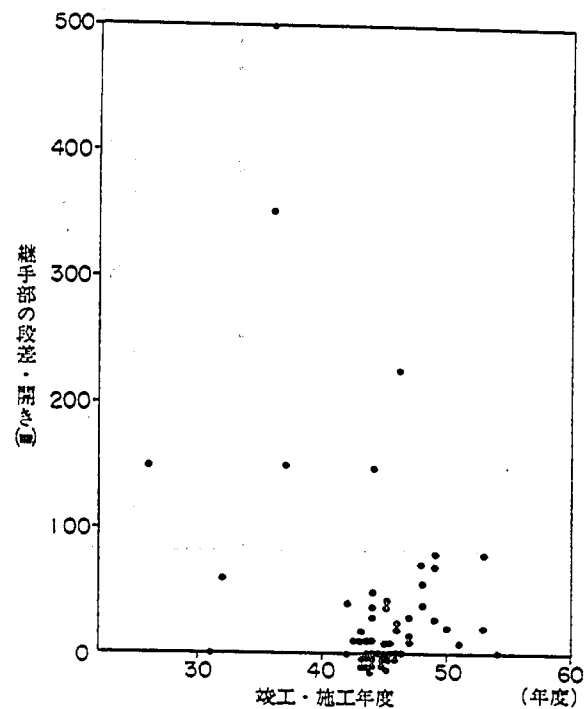


図-4-2(b) 竣工・施工年度と継手部の段差・開きの関係

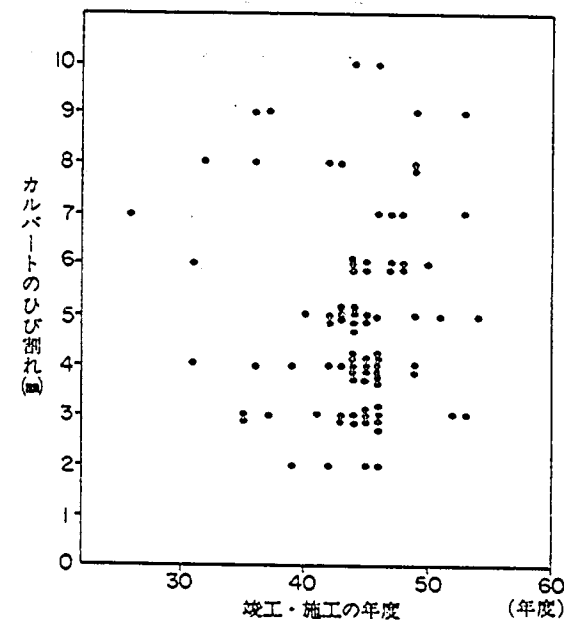


図-4-2(c) 竣工・施工年度とカルバートの損傷ランクの関係

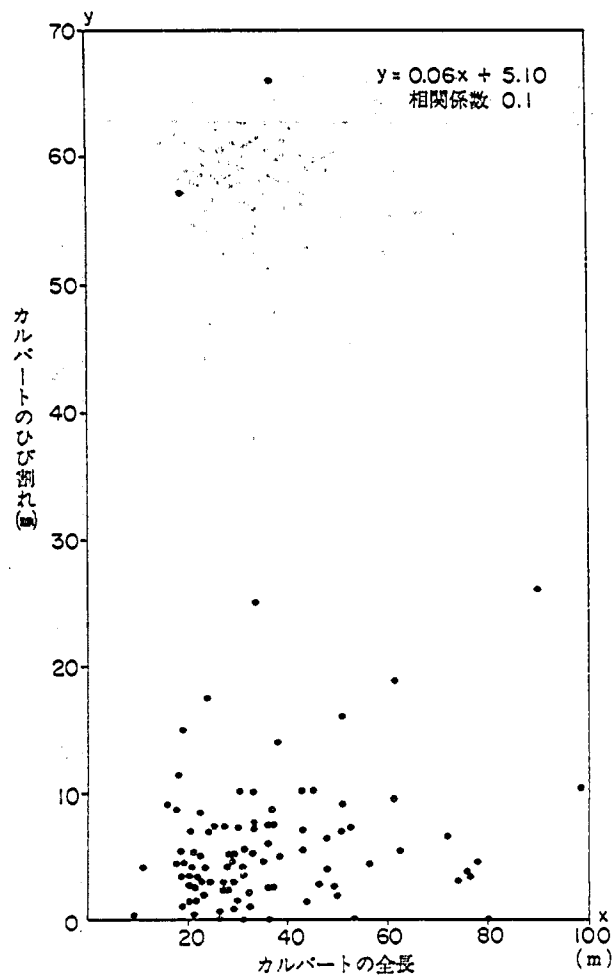


図-4-3(a) カルバートの全長とカルバートのひび割れの関係

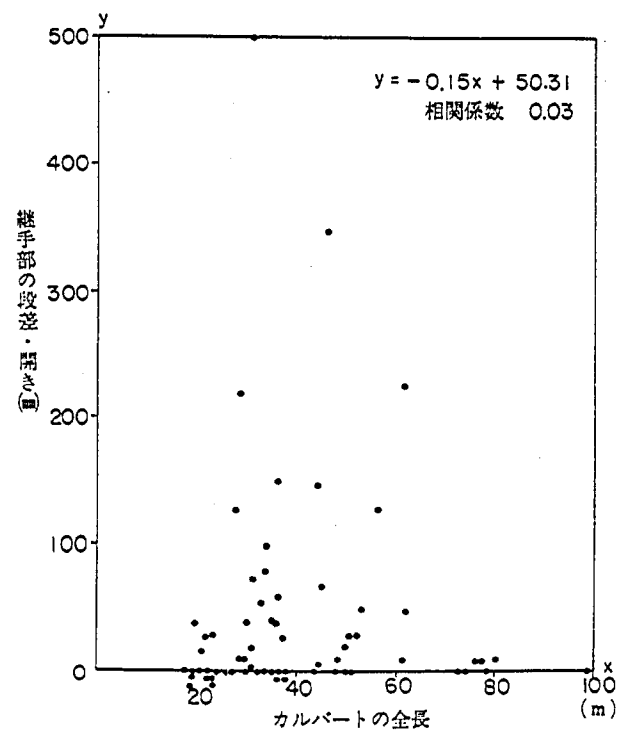


図-4-3(b) カルバートの全長と継手部の段差・開きの関係

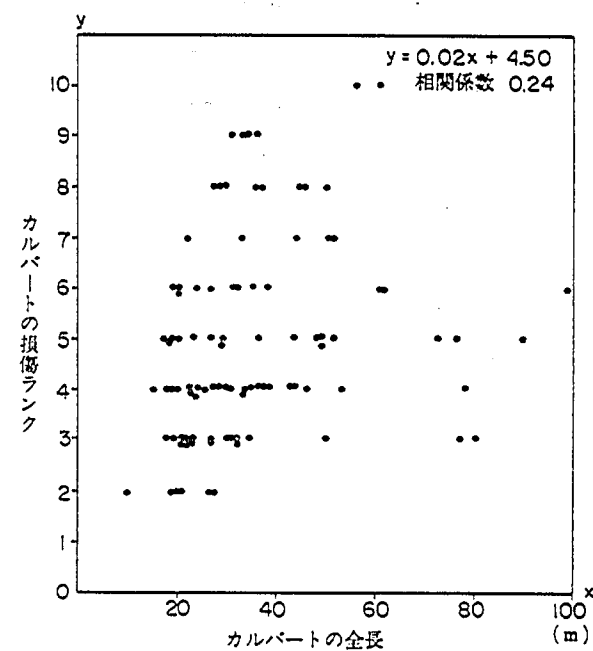


図-4-3(c) カルバートの全長とカルバートの損傷ランクの関係

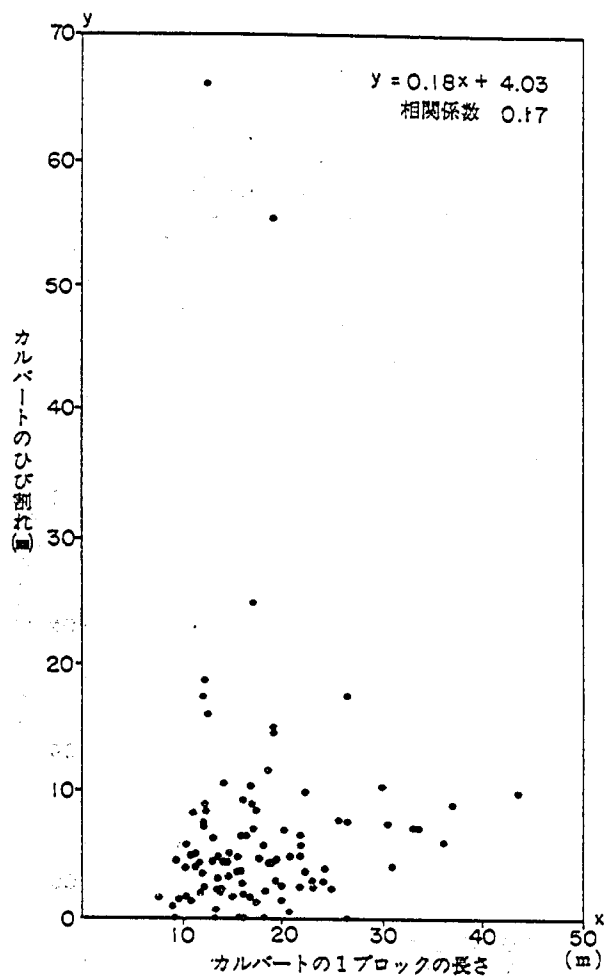


図-4-4(a) カルバートの1ブロックの長さとカルバートのひび割れの関係

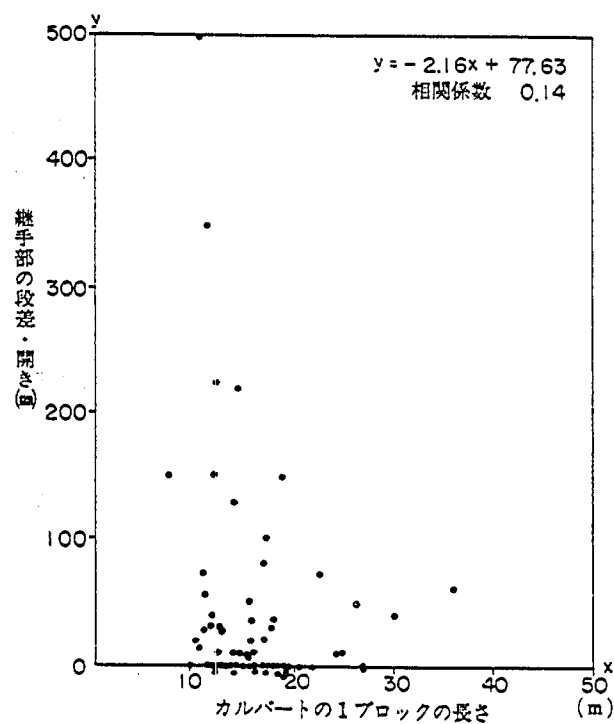


図-4-4(b) カルバートの1ブロックの長さと継手部の段差・開きの関係

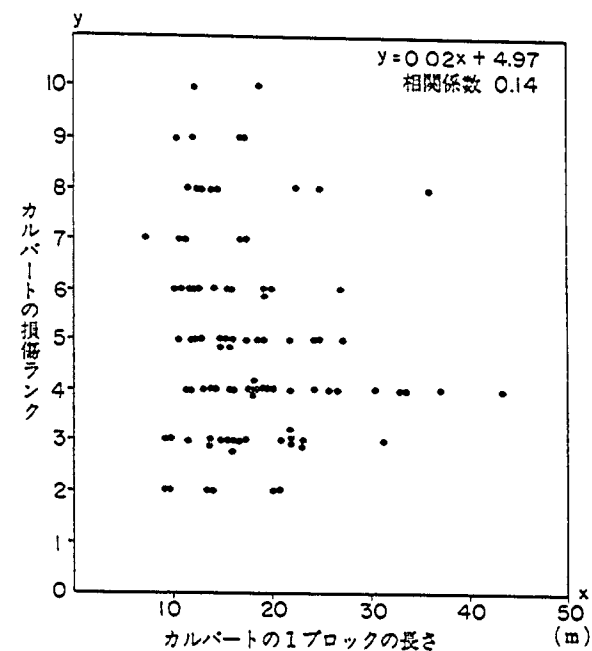


図-4-4(c) カルバートの1ブロックの長さとカルバートの損傷ランクの関係

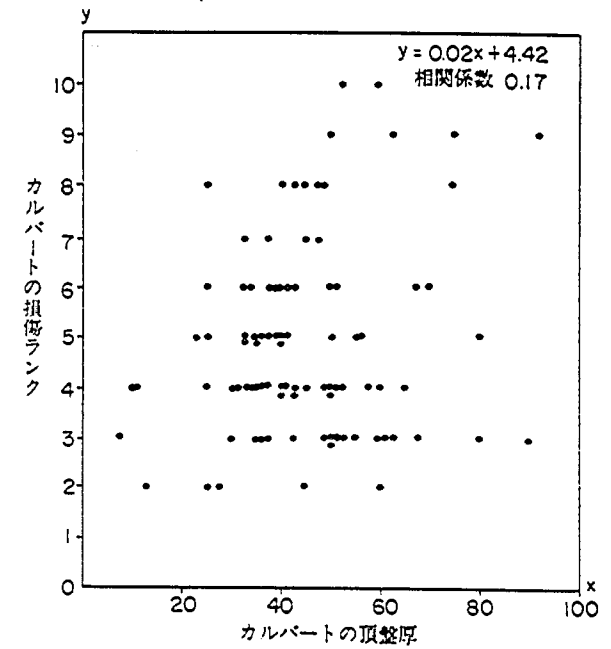
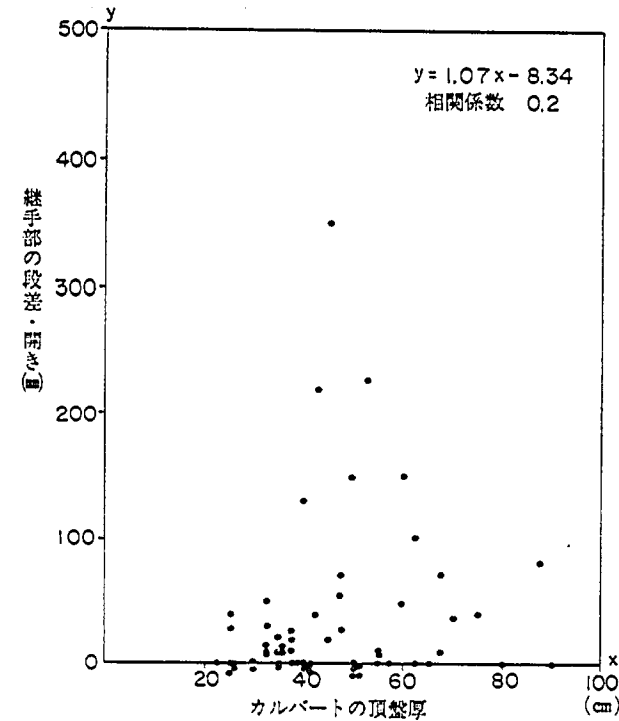
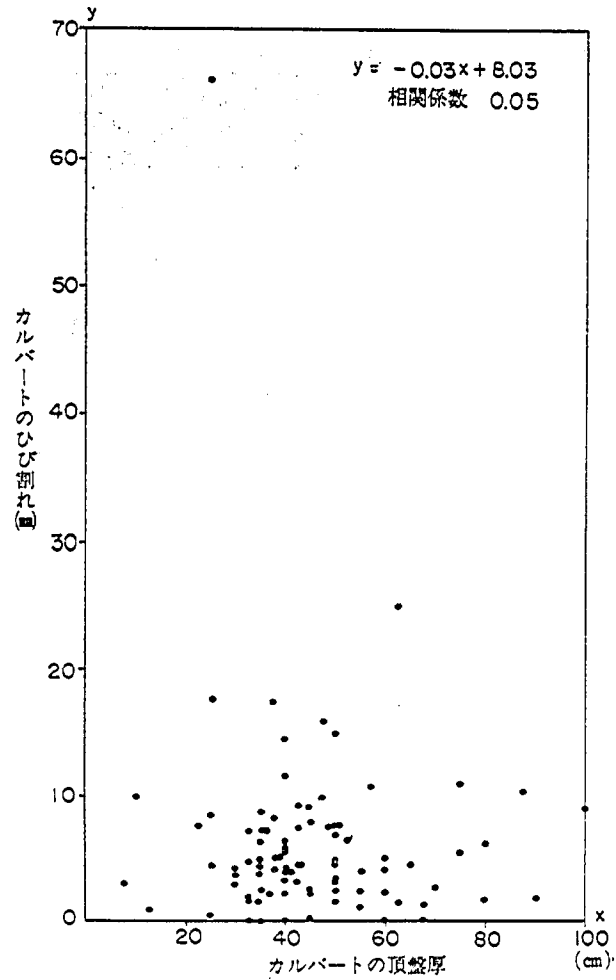


図-4-5(a) カルバートの頂盤厚とカルバートのひび割れの関係

図-4-5(b) カルバートの頂盤厚と継手部の段差・開きの関係

図-4-5(c) カルバートの頂盤厚とカルバートの損傷ランクの関係

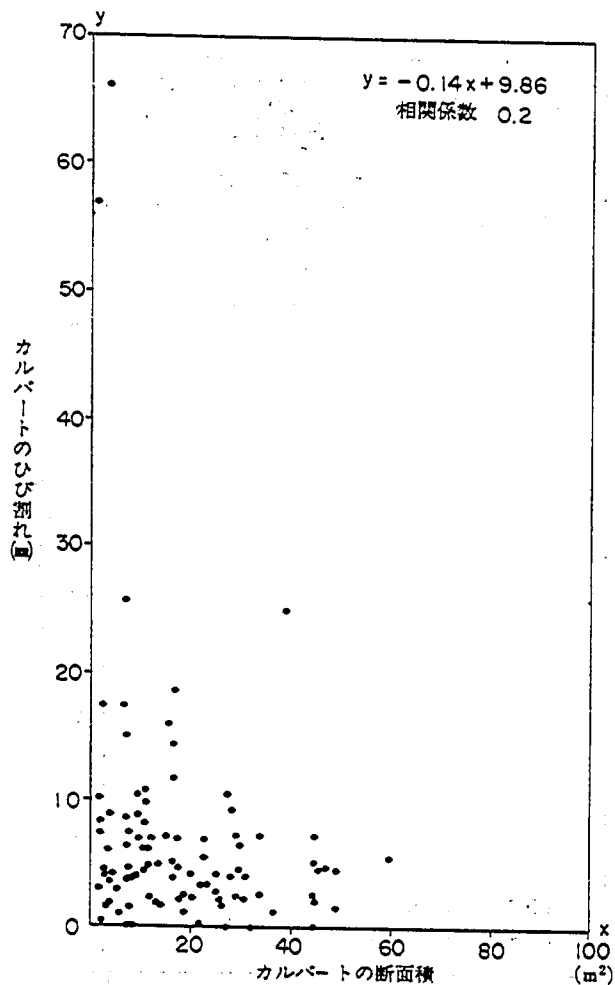


図-4-6(a) カルバートの断面積とカルバートのひび割れの関係

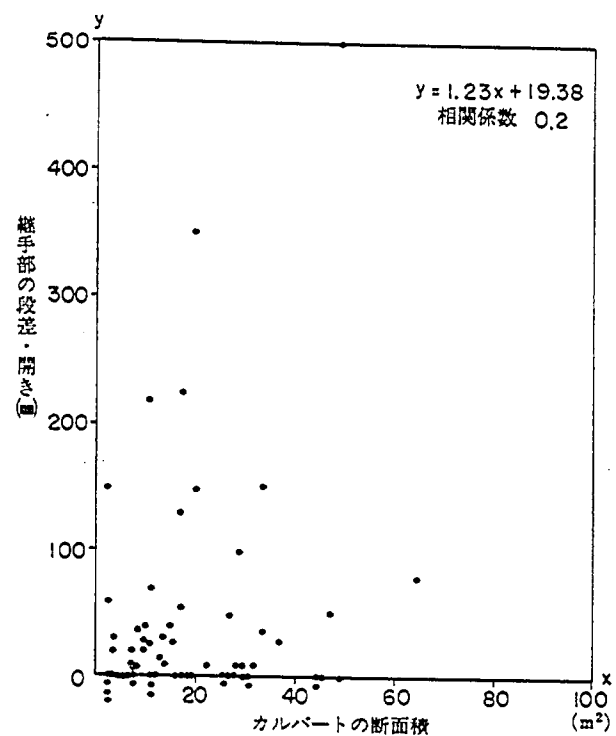


図-4-6(b) カルバートの断面積と継手部の段差・開きの関係

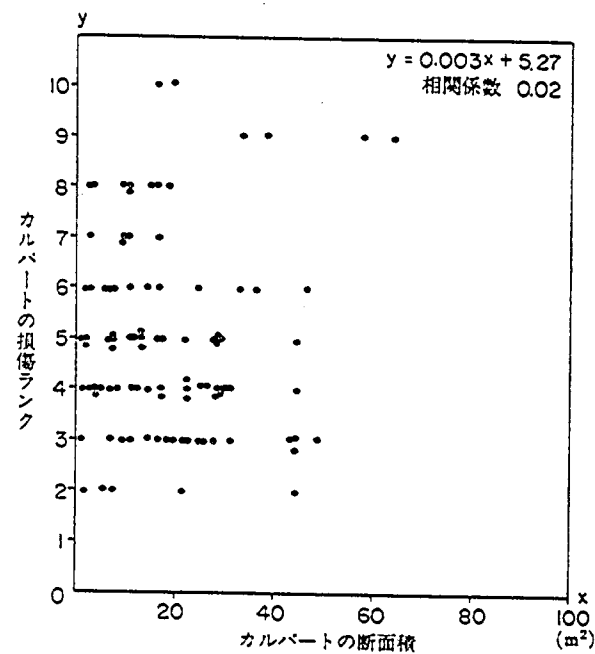


図-4-6(c) カルバートの断面積とカルバートの損傷ランクの関係

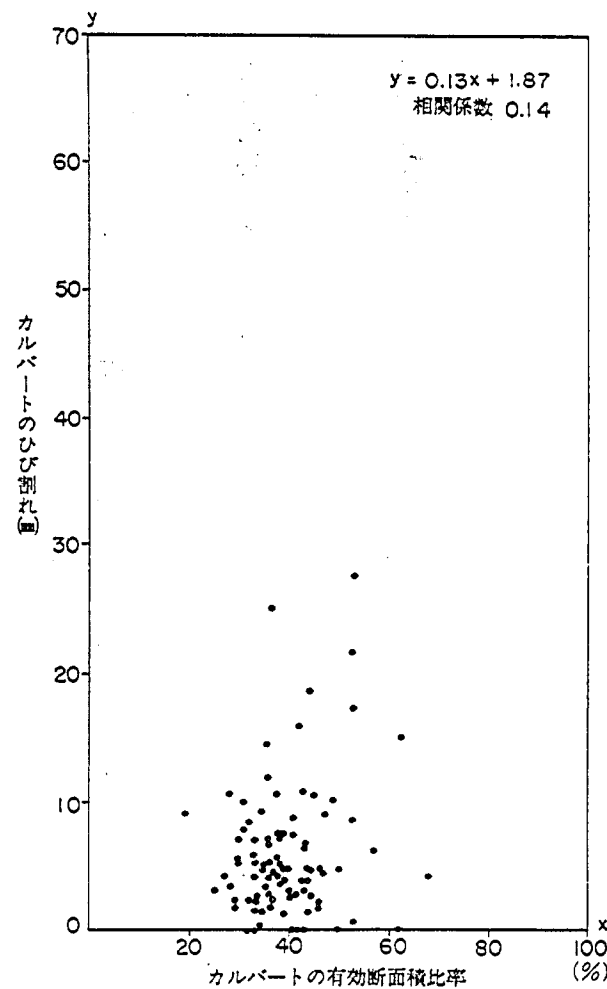


図-4-7(a) カルバートの有効断面積比率とカルバートのひび割れの関係

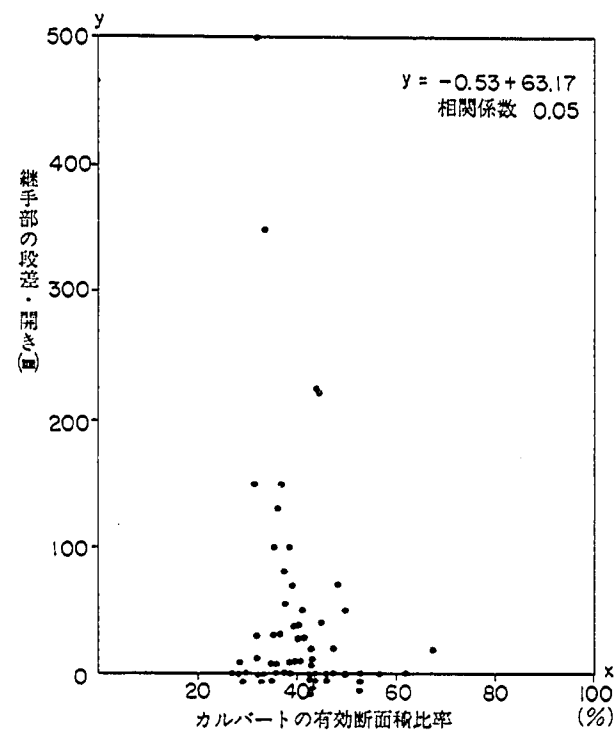


図-4-7(b) カルバートの有効断面積比率と継手部の段差・開きの関係

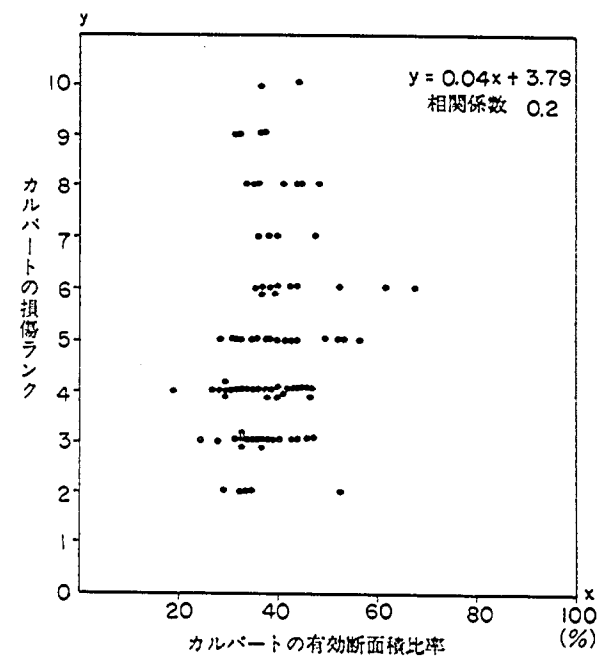


図-4-7(c) カルバートの有効断面積比率とカルバートの損傷ランクの関係

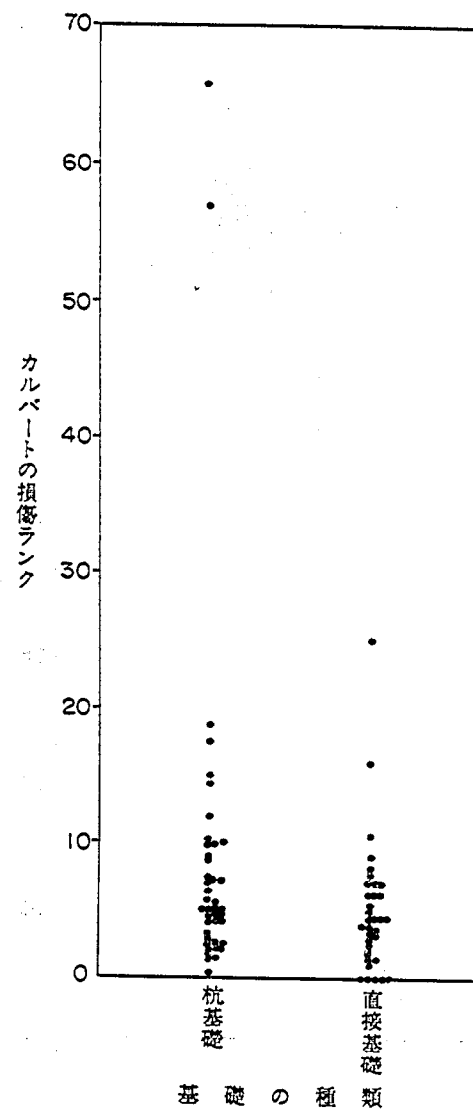


図-4-8(a) 基礎の種類とカルバートのひび割れの関係

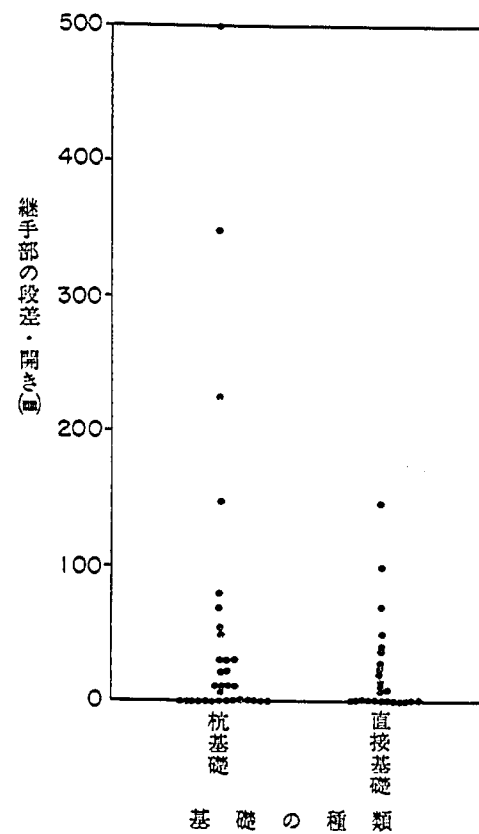


図-4-8(b) 基礎の種類と継手部の段差・開きの関係

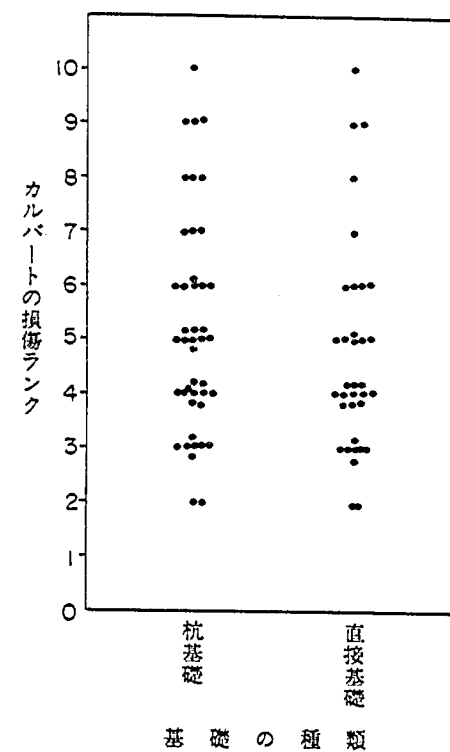


図-4-8(c) 基礎の種類とカルバートの損傷ランクの関係

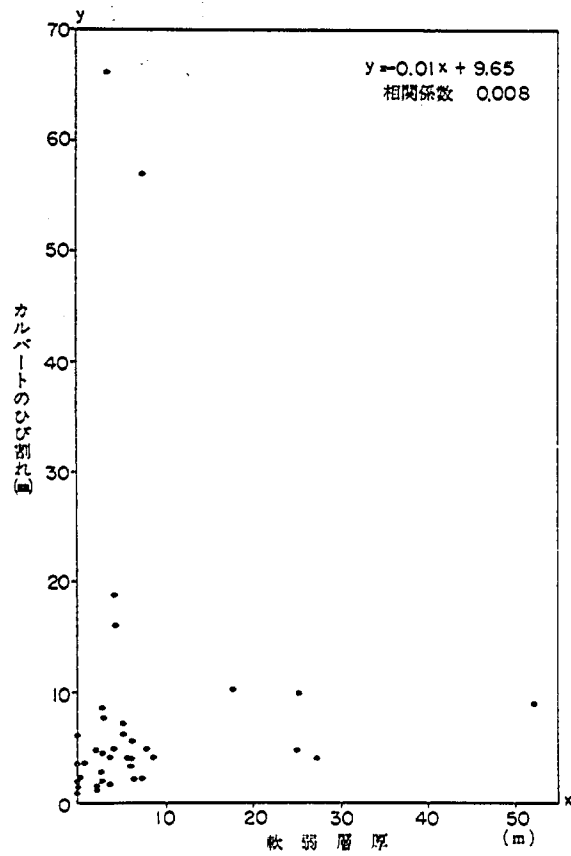


図-4-9(a) 軟弱層厚とカルバートのひび割れの関係

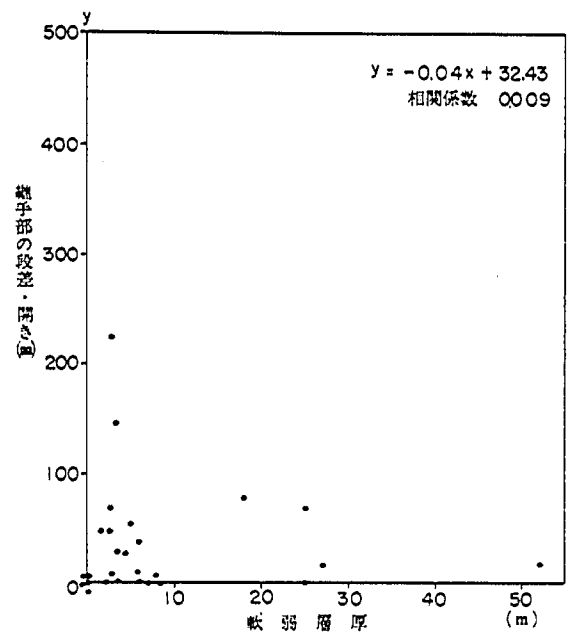


図-4-9(b) 軟弱層厚と継手部の段差・関きの関係

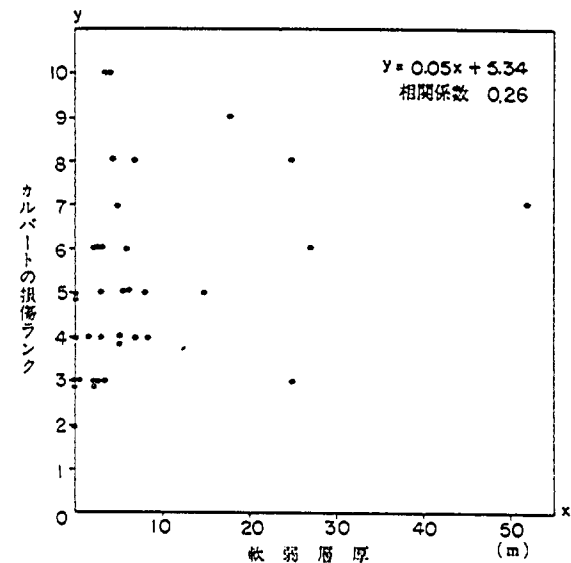


図-4-9(c) 軟弱層厚とカルバートの損傷ランクの関係

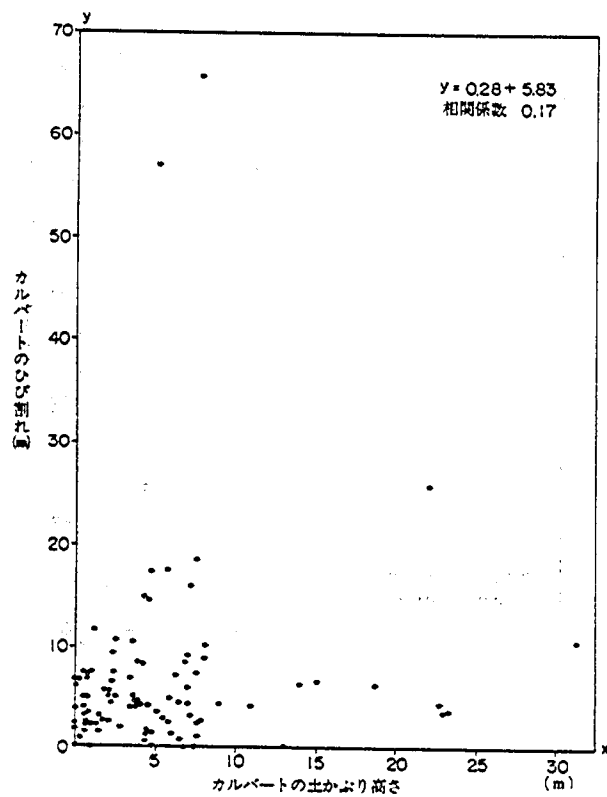


図-4-10(a) カルバートの土かぶり高さとカルバートのひび割れの関係

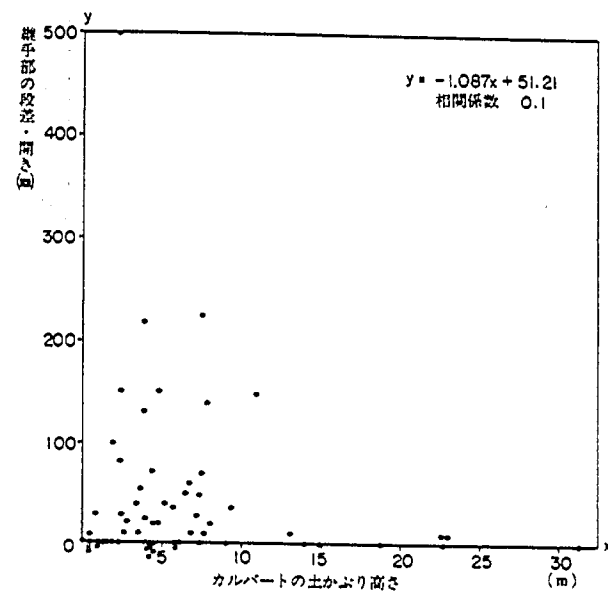


図-4-10(b) カルバートの土かぶり高さと継手部の段差・開きの関係

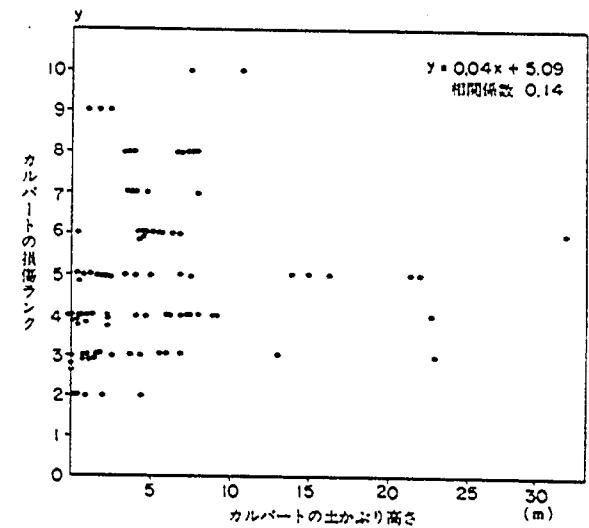


図-4-10(c) カルバートの土かぶり高さとカルバートの損傷ランクの関係

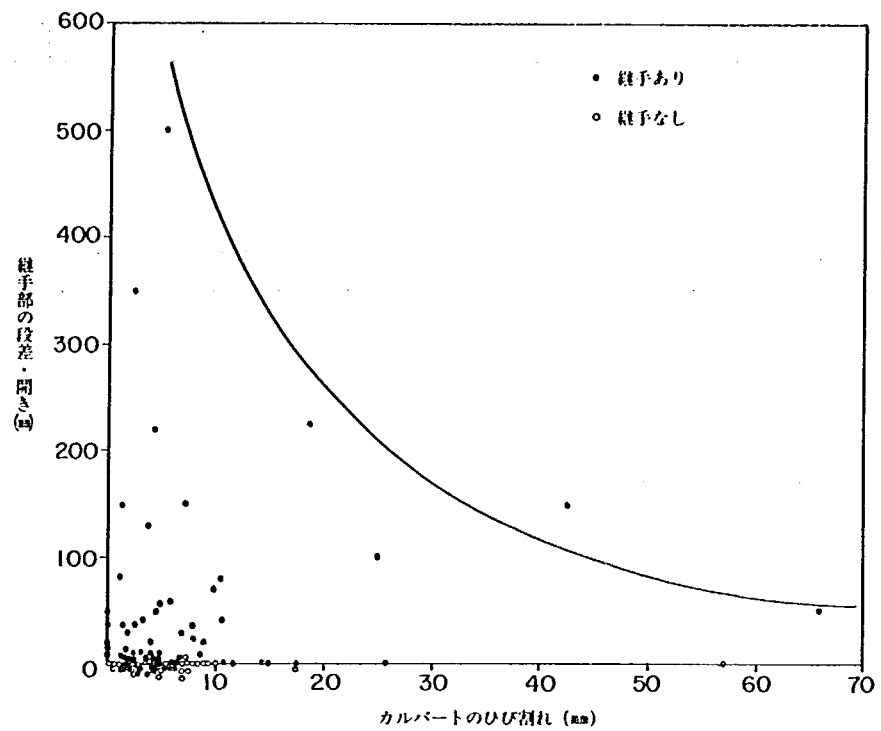


図-5 カルバートのひび割れと継手部の段差・開きとの関係

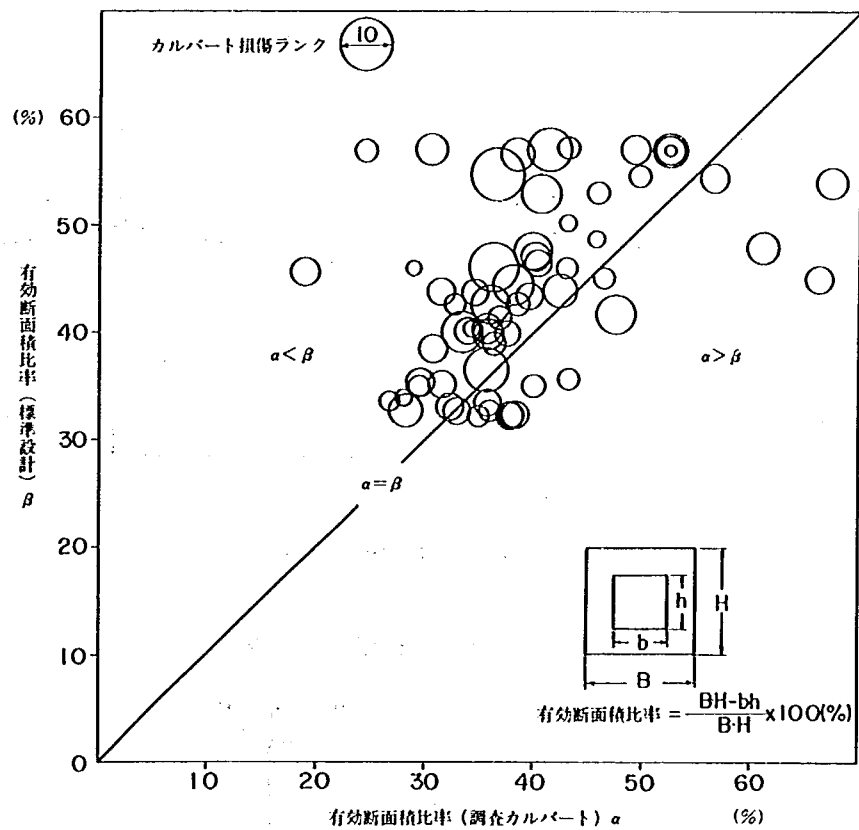


図-6 有効断面積比率による調査カルバートと標準設計との関係

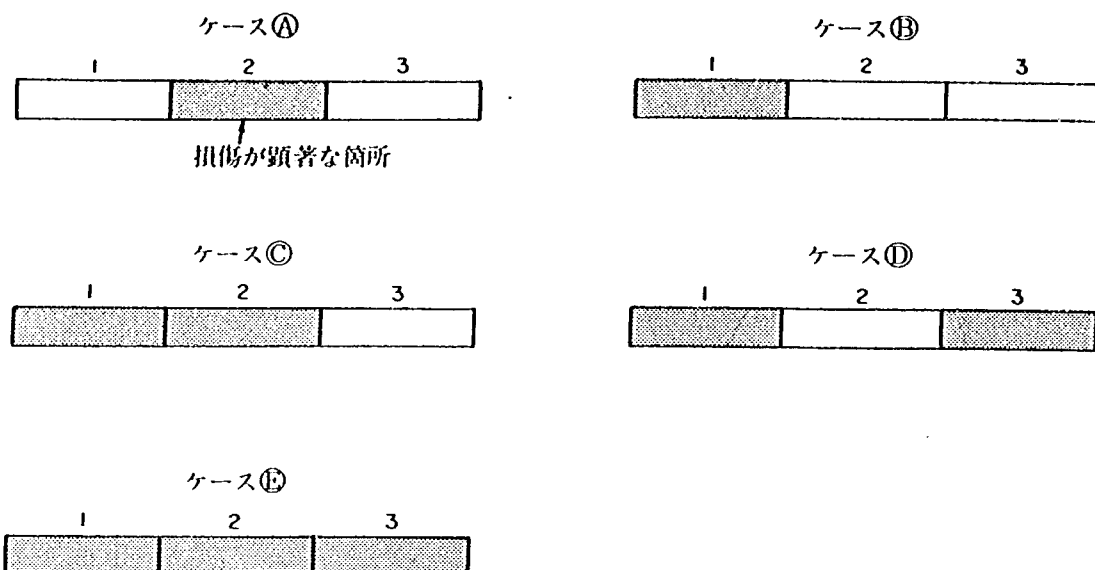


図-7 クラックの損傷パターン

表-6 クラックの損傷パターン

損傷パターン	箇所数
ケース ㉠	24
ケース ㉡	9
ケース ㉢	7
ケース ㉣	7
ケース ㉤	45

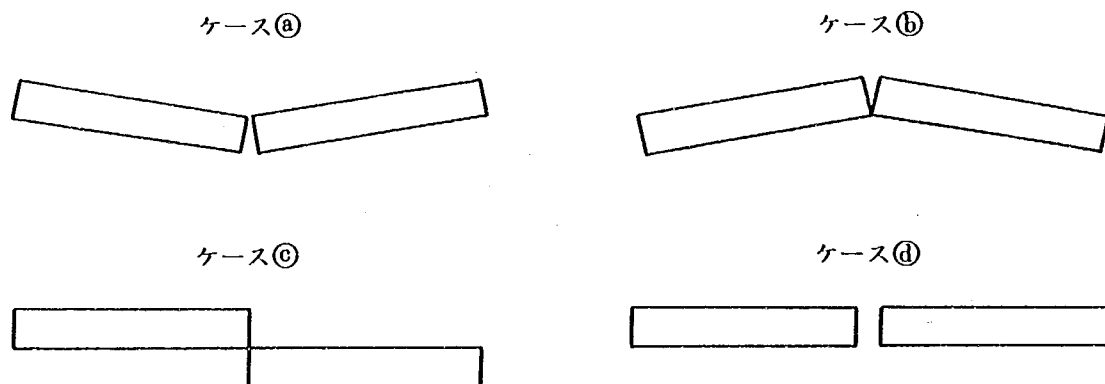


図-8 継手部の損傷パターン

表-7 継手部の損傷パターン

損傷パターン	箇所数
ケース ㉠	25
ケース ㉡	2
ケース ㉢	3
ケース ㉣	5

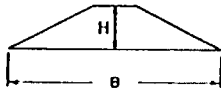
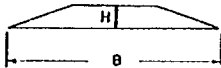
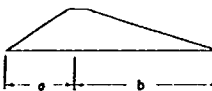
				
$\frac{H}{B} = 0.2$	$\frac{H}{B} = 0.1$	$\frac{b}{a} = 2.0$		
盛土の形状 による分類	ケース① $\frac{H}{B} \geq 0.2$	ケース② $0.2 > \frac{H}{B} \geq 0.1$	ケース③ $0.1 > \frac{H}{B}$	ケース④ $\frac{b}{a} \geq 2.0$

図-9 盛土の形状による分類

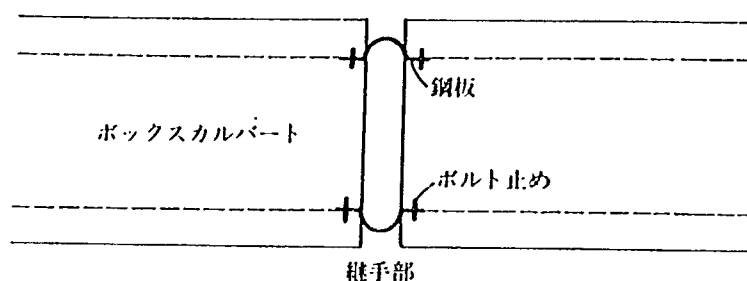
表-8 ひび割れの損傷パターンと盛土の形状との関係

盛土の形状 ひび割れの損傷パターン	ケース① $\frac{H}{B} \geq 0.2$	ケース② $0.2 > \frac{H}{B} \geq 0.1$	ケース③ $0.1 > \frac{H}{B}$	ケース④ $\frac{b}{a} \geq 2.0$	合計
ケース① 	①④ (56%)	⑧ (27%)	2 (5%)	0 (0%)	24 (24%)
ケース② 	2 (8%)	3 (10%)	1 (3%)	③ (175%)	9 (9%)
ケース③ 	2 (8%)	3 (10%)	2 (5%)	0 (0%)	7 (7%)
ケース④ 	0 (0%)	4 (13%)	3 (7%)	0 (0%)	7 (7%)
ケース⑤ 	3 (12%)	⑩ (33%)	③① (77%)	1 (25%)	45 (45%)
なし 	4 (16%)	2 (7%)	1 (3%)	0 (0%)	7 (7%)
合 計 観測度ランクの平均	25 (100%) 4.8	30 (100%) 5.9	40 (100%) 4.9	4 (100%) 3.5	99 (100%)

表-9 継手部の変形パターンと盛土の形状との関係

盛土の形状 継手部の変形パターン	ケース① $\frac{H}{B} \geq 0.2$	ケース② $0.2 > \frac{H}{B} \geq 0.1$	ケース③ $0.1 > \frac{H}{B}$	ケース④ $\frac{b}{a} \geq 2.0$	合計
ケース① 	④	①⑥	④	1	25
ケース② 	0	0	2	0	2
ケース③ 	2	1	0	0	3
ケース④ 	0	2	2	1	5
合 計	6	19	8	2	35

平 面 図



図－10 継手部の補修工法の一例

表－10 カルバートの損傷の対策工法

整理 番号	損 傷	対 策
1 - 3	ひび割れ 継手部の段差・開き	大きいクラックについてはVカットを行い、下地としてボンドを塗布し、モルタルで補修した。
1 - 7	ひび割れ 継手部の開き	継手部の開きの対策として考えられることは、ボックスそのものを補強する方法と基礎地盤の強度を増加させる方法が考えられるが、最も現実的で工費的にも有利と思われるPC棒鋼によるボックスの補強工と継手部の覆工を実施した。
1 - 10	ひび割れ	ひび割れの小さい箇所はボンド充填、ひび割れの大きい箇所はモルタルを塗布し応急措置を行った。
2 - 2		ボックス内部のモルタル吹付けによる処理
3 - 14	ひび割れ 継手部の開き	ひび割れについては、その進行状況等について調査してから、ひび割れの開口部をVカットし、レオボンドで埋め、ひび割れ内部にポリウレタン樹脂を注入した。
3 - 15	ひび割れ 継手部の段差・開き	継手部にアクリルアルマイド系薬液（1m ³ 中アクリル840 ℓ）とセメント（普通ポルトランド）500 kgのモルタルを117 m ³ 注入した。
3 - 18	ひび割れ 継手部の段差・開き	継手部にモルタルが塗布してあるが、一部剥離脱落して開口している。
3 - 21	ボックスの沈下	沈下が激しく危険なため代替ボックスを構築している。
3 - 22	ひび割れ	発見したクラックを2ヶ月間観測したが変化が見られなかったのでセメントミルクを18.3 m ³ 埋戻し部分に注入し、クラック箇所をVカット補修した。
4 - 2	ひび割れ	BICS工法（ニューボンドグラウト工法）によりひび割れを補修した。

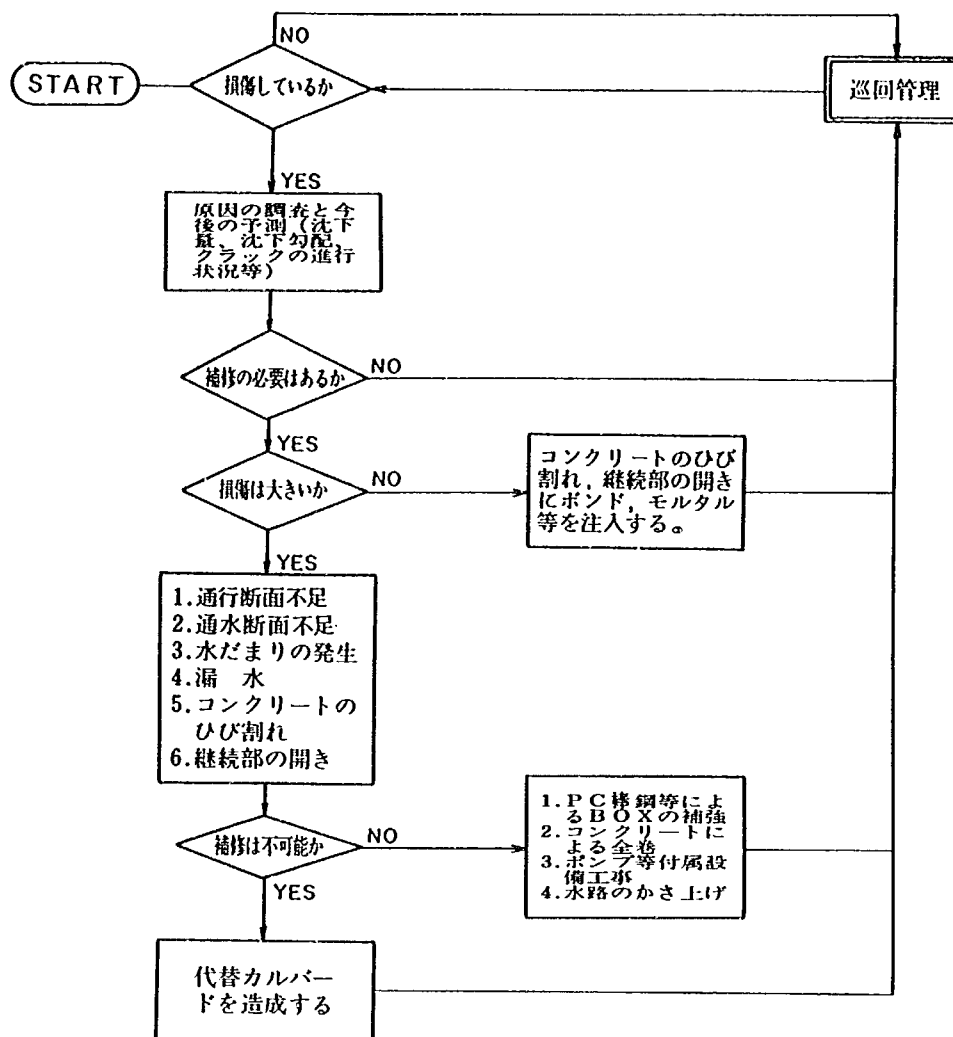


図-21 カルバートの維持管理フロー

卷 末 資 料 ー 1

「カルバートの損傷に関する実態調査」
調査要領及び調査票

カルバートの損傷の実態に関する調査

一調査実施要領一

土木研究所土質研究室

1. 目 的

カルバート損傷の実態に関して、これまでに発生したカルバート損傷の起こり方、その程度、それによるカルバート機能上の障害、対策方法、原因と思われる事項、施工方法の問題点などを全国的見地から集収、整理した資料は少なく、カルバート損傷の実態についてよくわかっていないのが現状であると思われる。また、その対策方法も確立されているとはいえない。

そこで、過去及び現在発生している損傷の事例を集収、整理して「カルバート損傷事例集」を作成し、工事に携わる人々の参考に供するとともに、損傷に関連した問題点を抽出し、損傷に至った原因、その対策方法について明らかにしようとするものである。

2. 調査対象

(1) 対象カルバート

建設省所管のカルバートとする。

(2) 調査の対象期間

過去10年間程度（昭和45年頃～現在）

3. 調査期間と方法

調査期間は1年とする。調査は調査票様式－1を用いて行ない各地建の技術事務所の担当者が記載するものとする。

4. 調査項目（様式－1の記載要領）

① 整理番号

最初に地建番号、次に調査数に応じて順次番号をつける。

② 地建名

③ 事務所名

④ 河川名または路線名

⑤ カルバート名

⑥ 用途 （例）樋管、水路、道路

⑦ 所在地 地元まで

⑧ 竣工（予定）年月、施工年月

供用中のものは竣工年月、施工中のものは竣工予定年月、施工完了して、供用開始前のものは

施工年月を記載する。

⑨ カルバートの種類

(例) ボックスカルバート, 遠心力鉄筋コンクリート1種A型全巻き管

⑩ カルバートの寸法

(例)

外 寸 法	内面寸法	ブロック数
H 1.85×B 1.80×L 20.0	1.20 × 1.20	
H 1.90×B 1.90×L 25.0	φ 1200	

⑪ 基礎の種類

(例) R Cパイル, ベタ基礎

⑫ 基礎の詳細

クイ径φ (cm), クイ長L (m), クイのピッチP (m)のような要領で記載

(例) φ30, L = 12.0 P = 1.0, 4.0 (クイ基礎の場合)

サンドドレーンφ40, L = 8.0, P = 1.8 (ベタ基礎の場合)

プレロード 8ヶ月

⑬ 基礎の支持層

支持層の種類とN値, qu等

(例) 砂レキ N = 20~25, シルト qu = 0.2

⑭ 最大土かぶり (m), 盛土材料

⑮ 軟弱層の厚さ (m)

⑯ 軟弱地盤処理工

⑰ 地盤の性状

地盤を構成する土層の種類と厚さ及び土質試験データの代表値を記載する。

土 層 構 成	サウンディング結果				地盤反力 係 数 K(kg/cm ³)	一軸圧縮 強 さ qu(kg/cm ²)	圧密試験結果	
	qc (kg/cm ²)	N値	W _{sw} (kg)	N _{sw}			C _c	C _v (cm ² /sec)
0 - 5.0 泥 炭	3 ~ 4	0 ~ 1	—	—	0.3 ~ 0.5	—	11.35	—
5.0 - 6.5 火山灰	25 ~ 30	—	—	—	3.1	—	—	—
6.5 - 10.5 シルト	5 ~ 25	5	—	—	4.3	0.42	0.352	2 × 10 ⁻²

⑱ 施工方法

カルバートを築造する時にとられた施工方法(基礎, 盛土工事等)を詳しく記載する。

⑲ 平面図

対象カルバートの平面図で, ボーリング地点等の土質調査地点を含むもの。

⑳ 断面図

対象カルバートの縦、横断面図で、盛土形態、基礎形式や地質柱状図を含むもの。

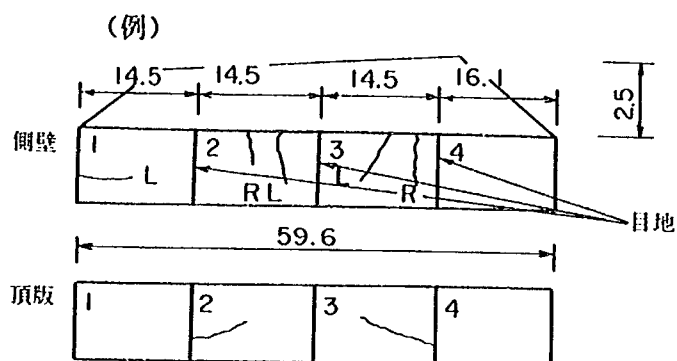
※ 以下は、ひび割れが発生しているもの及び対策を講じたものについて記入して下さい。

㉑ 損傷発見の時期

(例) 盛土施工時 S 47. 12. 13

㉒ 発見の場所

㉓ ひび割れの状況(略図)



- 全長及びブロック長さを記入する
- ひび割れの位置を〜で記入する
- 盛土高を記入する。
- 左右側壁を区分するために R, L を記入する。

㉔ ひび割れの大きさ別本数

ひび割れの大きさ別に本数を記入する。

ひび割れの大きさは1ひび割れの最大値で区分する。

㉕ 継手の開き L, 段違い T (mm)

(例)

ブロックNo			1-2	2-3	
段 違 い	頂 版	R	10	9	
		L	11	7	
開 き	頂 版	R	9	8	
		L	6	5	
	側 壁	上	6	5	
		下	0	0	

㉖ 地盤、近傍の変状

地盤の沈下等、気付いたことを詳しく記載する。

㉗ カルバートの変位量

カルバートの沈下、水平変位等、わかっているものについて詳しく記載する。

㉘ 機能上の障害

損傷によって現われた機能上の障害について具体的に記載する。

㉙ 対策

損傷に対してとられた対策,当面の応急措置,特に対策を必要としなかった理由などを記載する。

㉚ 所見

損傷に対する所見,調査等の所感,考えられる対策,施工時の注意事項などを記載する。

5. その他の別添資料

- a) カルバートの構造詳細図
- b) 地盤の土質資料
- c) 設計計算書
- d) 施工記録
- e) 写真
- f) 関連図面
- g) 損傷に関連して実施した調査報告書
- h) カルバートにかかる土圧，カルバート，地盤の沈下等の測定結果
などがあれば，その資料名を記載する。

6. 報告期間

昭和56年 1 月末までとする。

カルバートの損傷の実態に関する調査票

- ① 整理番号 _____
- ② 地 建 名 _____
- ③ 事 務 所 名 _____
- ④ 河川名または路線名 _____
- ⑤ カルバート名 _____
- ⑥ 用 途 _____
- ⑦ 所 在 地 _____
- ⑧ 竣工, 施工年月 _____
- ⑨ カルバートの種類 _____
- ⑩ カルバートの寸法

外 寸 法	内 面 寸 法	ブロック数

- ⑪ 基礎の種類 _____ ⑫ 基礎の詳細 _____
- ⑬ 基礎の支持層 _____
- ⑭ 最大土かぶり(m), 盛土材料 _____
- ⑮ 軟弱層の厚さ(m) _____ ⑯ 軟弱地壁処理工 _____
- ⑰ 地 盤 の 性 状

土層構成	サウンディング結果				地盤反力係数 k (kg/cm ³)	一軸圧縮強さ qc (kg/cm ²)	圧密試験結果	
	qc (kg/cm ²)	N値	Wsw(kg)	Nsw			Cc	Cv (cm ² /sec)

- ⑱ 施 工 方 法 _____
- _____
- _____
- ⑲ 平 面 図 _____ ⑳ 断 面 図 _____

②① 損傷発見の時期 _____

②② 損傷発見の場所 _____

②③ ひび割れの状況（略図）

②④ ひび割れの大きさ別本数

ひび割れの大きさ	0.5 mm以下	0.5 mm～1.0 mm	1.0 mm～2.0 mm	2.0 mm～3.0 mm	3.0 mm以上

②⑤ 継手の開き L（mm），段違い T（mm）

ブロック No									
段違い T（mm）	頂 版	R L							
開 き	頂 版	R L							
L（mm）	側 壁	上 下							

②⑥ 地盤近傍の変状 _____

②⑦ カルバートの障害 _____

②⑧ 機能上の障害 _____

②⑨ 対 策 _____

③⑩ 所 見 _____

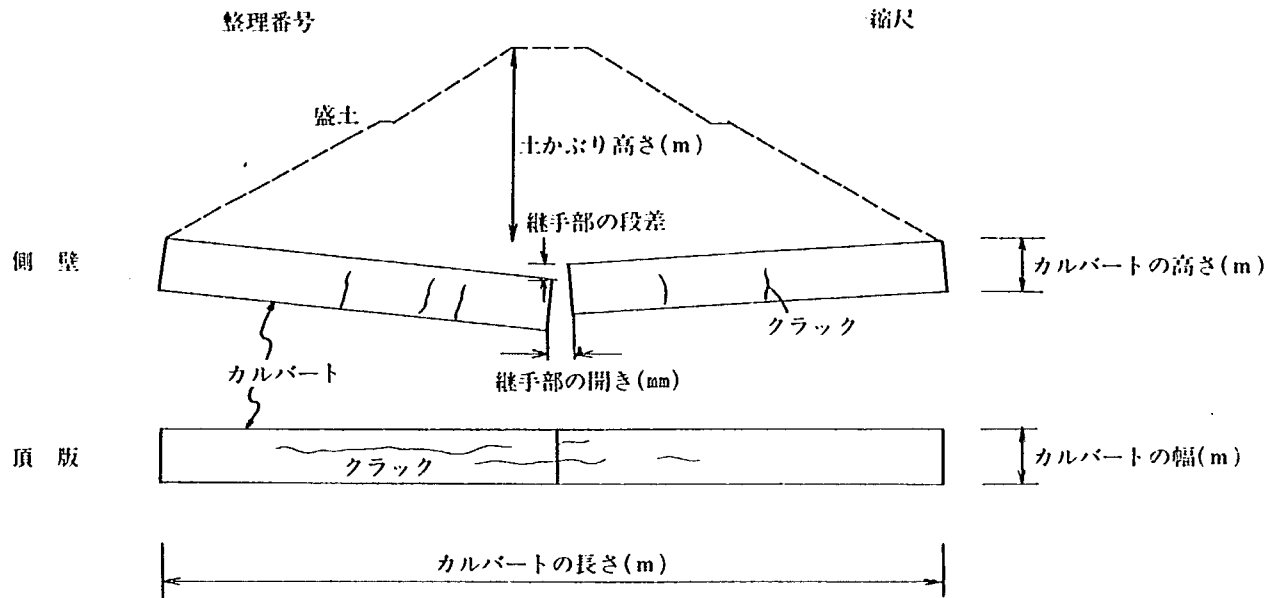
その他の別添資料

調査担当者

卷 末 資 料 ー 2

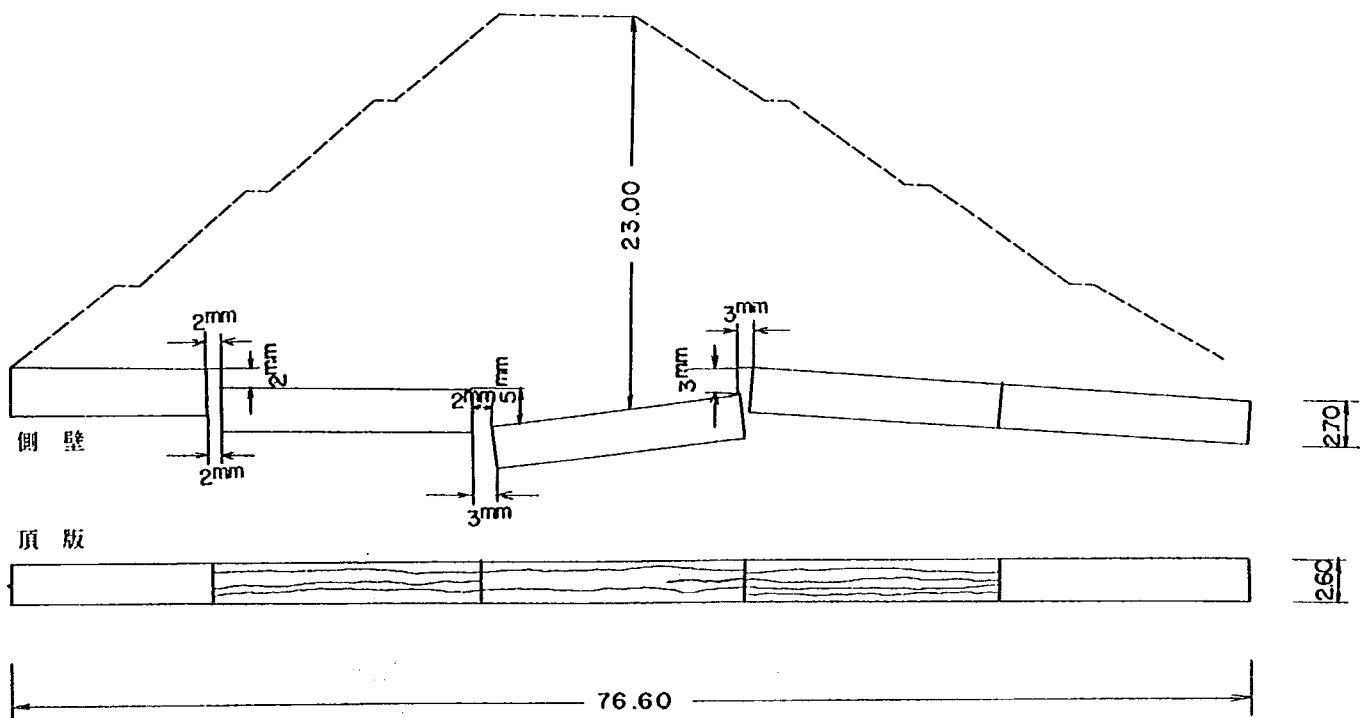
カルバートの損傷事例

カルバートの損傷事例の記入項目



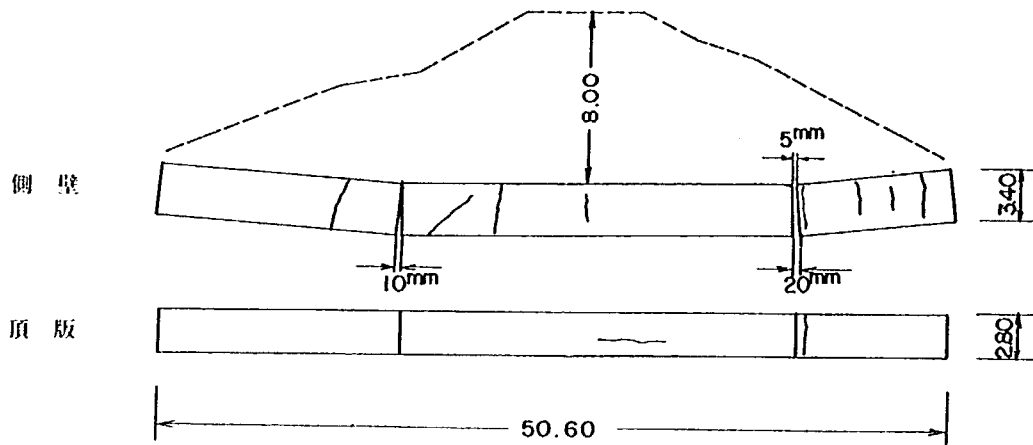
1-1

縮尺 1 / 200

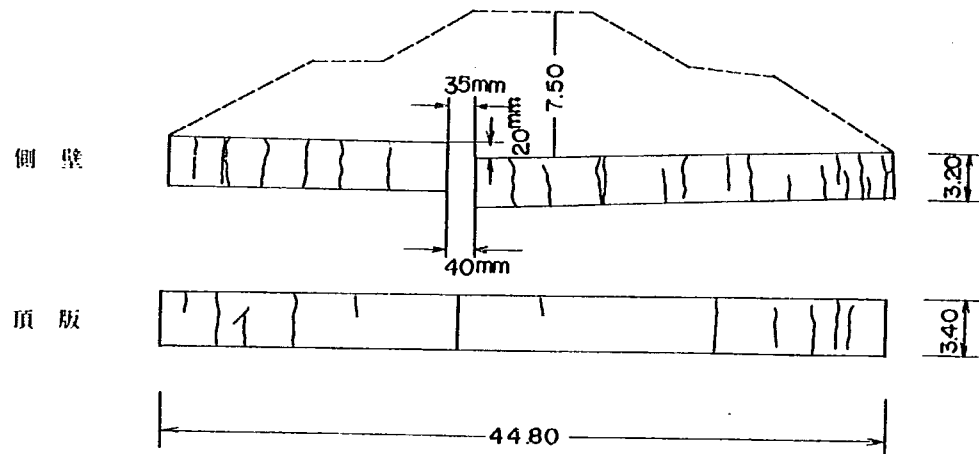


○継手部クラックから漏水があり、なんらかの対策が必要である。

1-2 縮尺 1/200

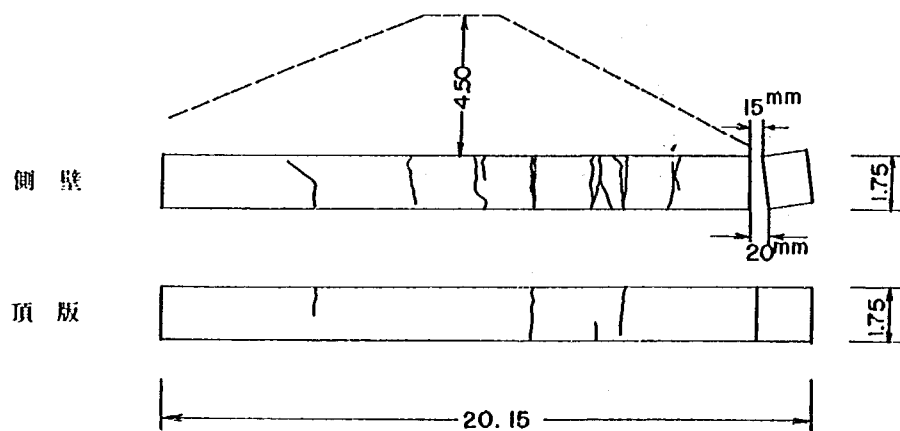


1-3 縮尺 1/200

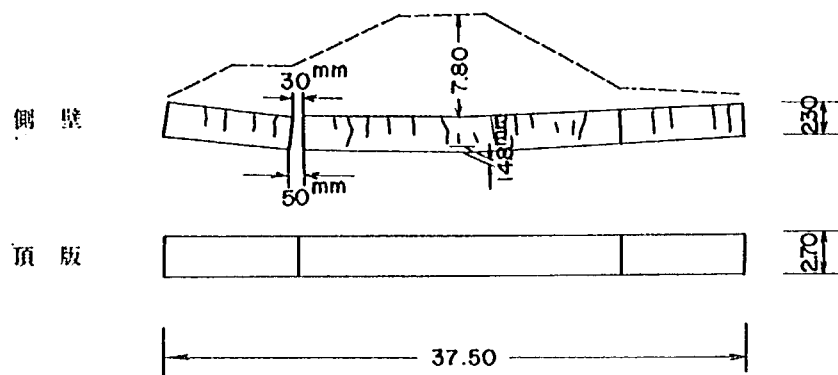


○大きいクラックについてVカットを行い下地にボンドを塗布し、モルタルで補修した。

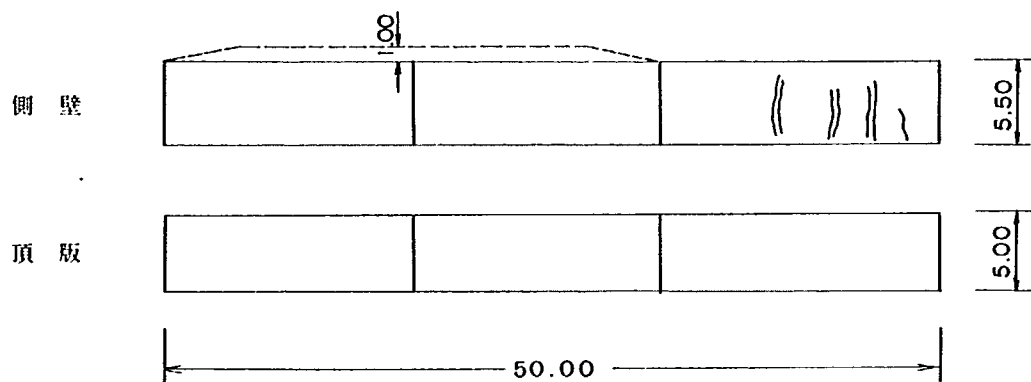
1-4 縮尺 1/400



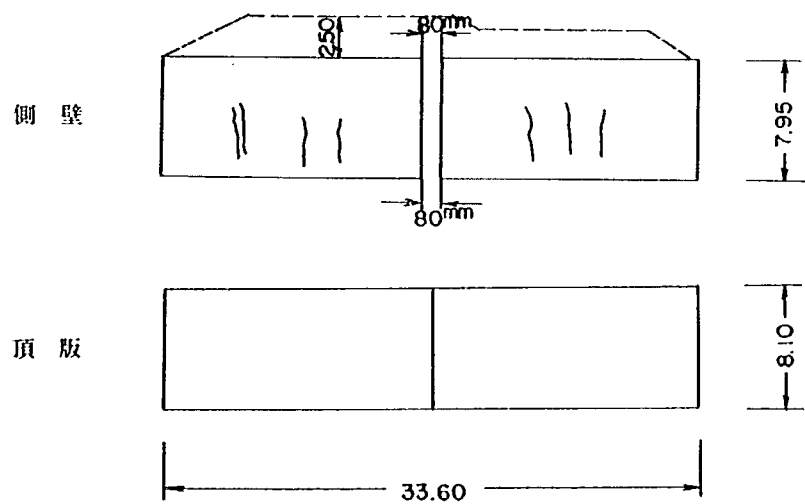
1-5 縮尺 1/200



1-6 縮尺 1/200

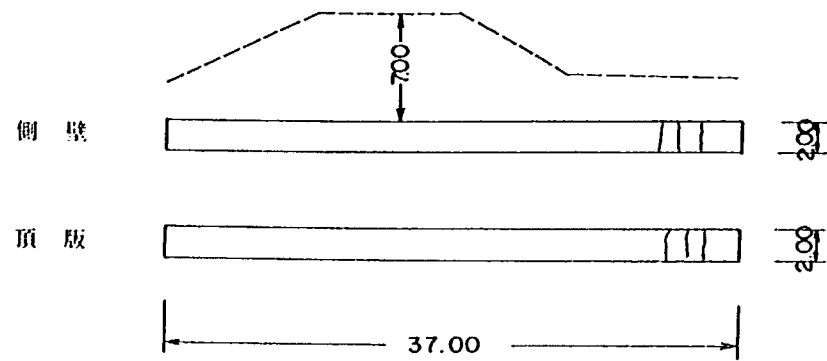


1-7 縮尺 1/200

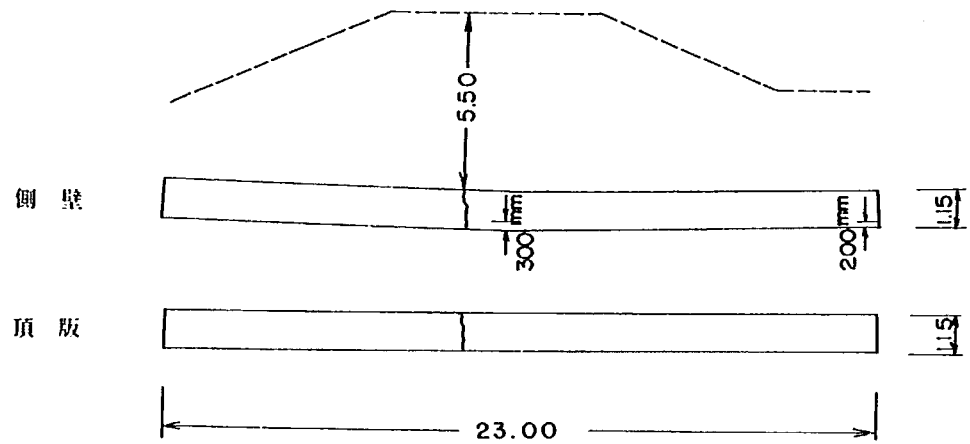


○継手部の開きの対策として、ボックスそのものを補強する方法と基礎地盤の強度を増加させる方法が考えられるが、最も現実的で工費的にも有利と思われるPC棒鋼によるボックスの補強工と目地部の覆工を実施した。

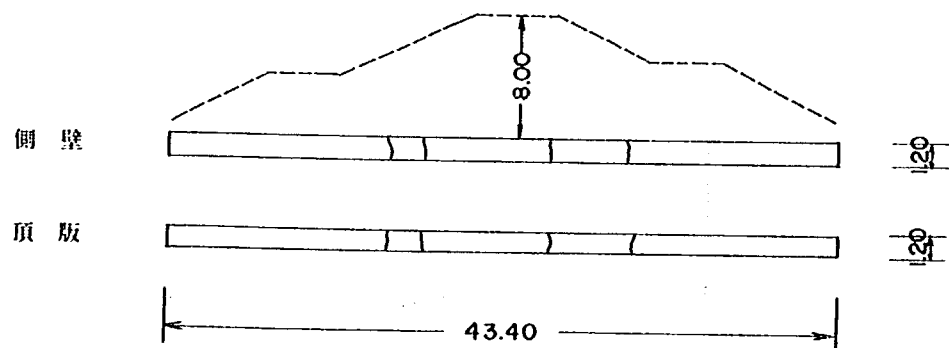
I - 8 縮尺 1 / 200



I - 9 縮尺 1 / 400

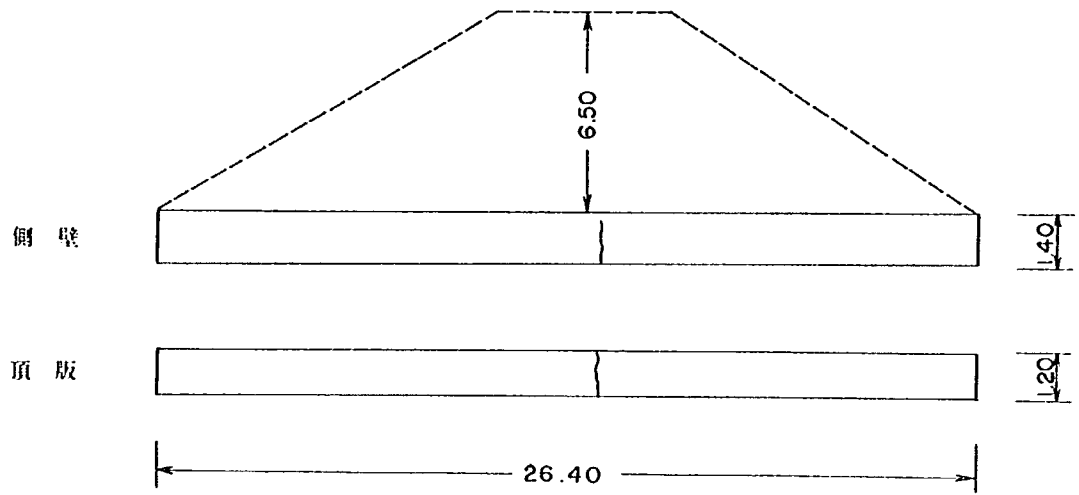


I - 10 縮尺 1 / 200

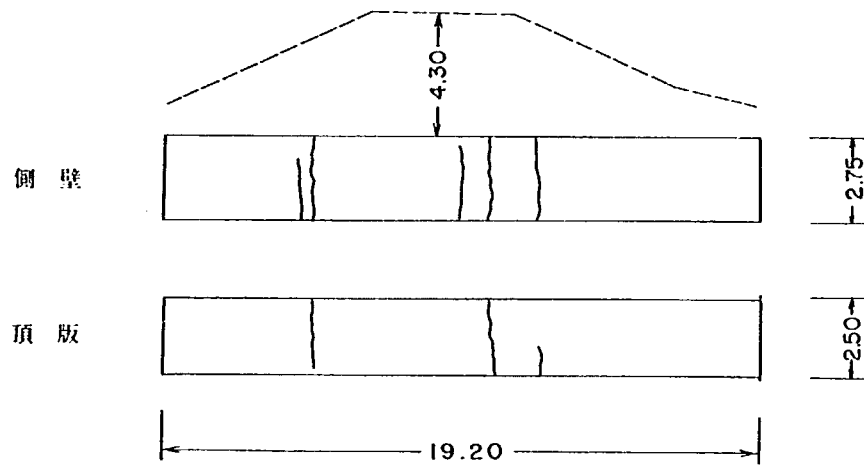


○ひび割れの小さい箇所はボンド填充、ひび割れの大きい箇所はモルタルを塗布し応急措置を行った。

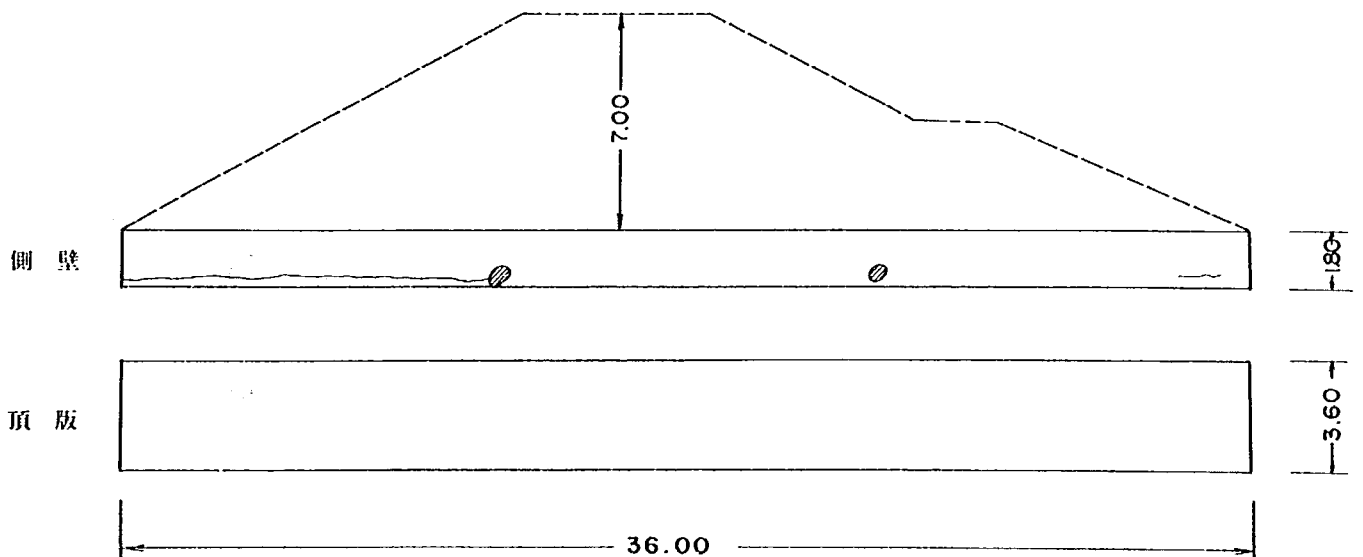
I - II 縮尺 1 / 400



I - 12 縮尺 1 / 400

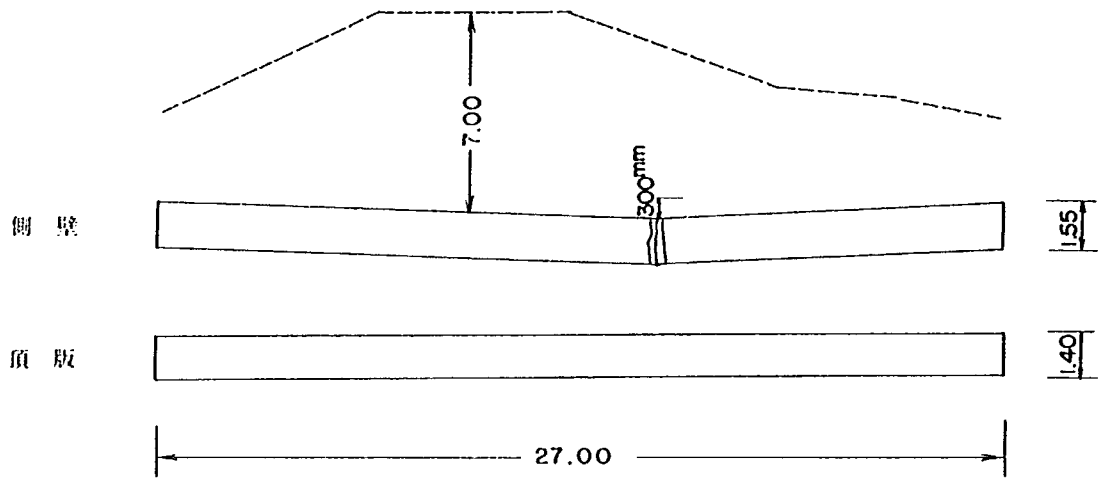


I - 13 縮尺 1 / 400



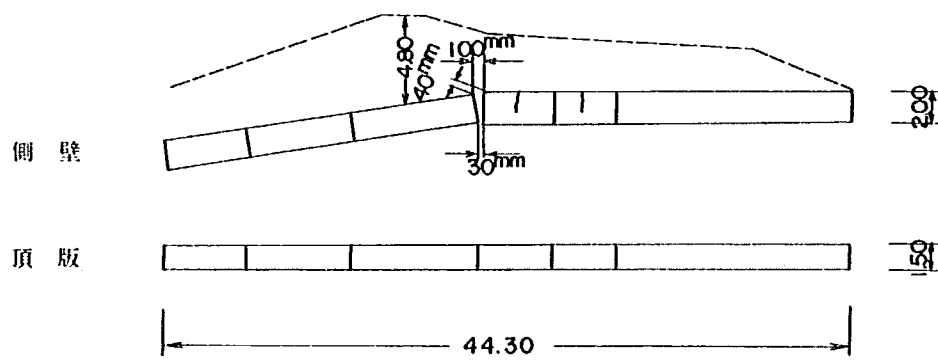
I - 14

縮尺 1 / 400



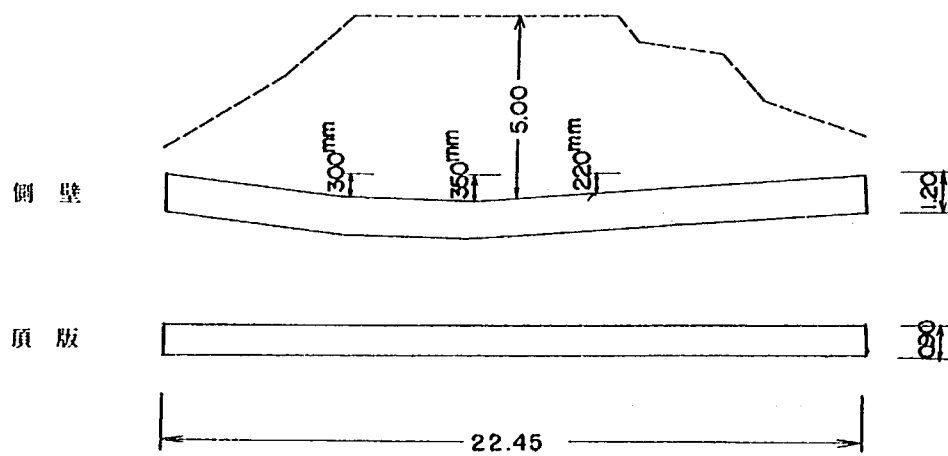
I - 15

縮尺 1 / 200

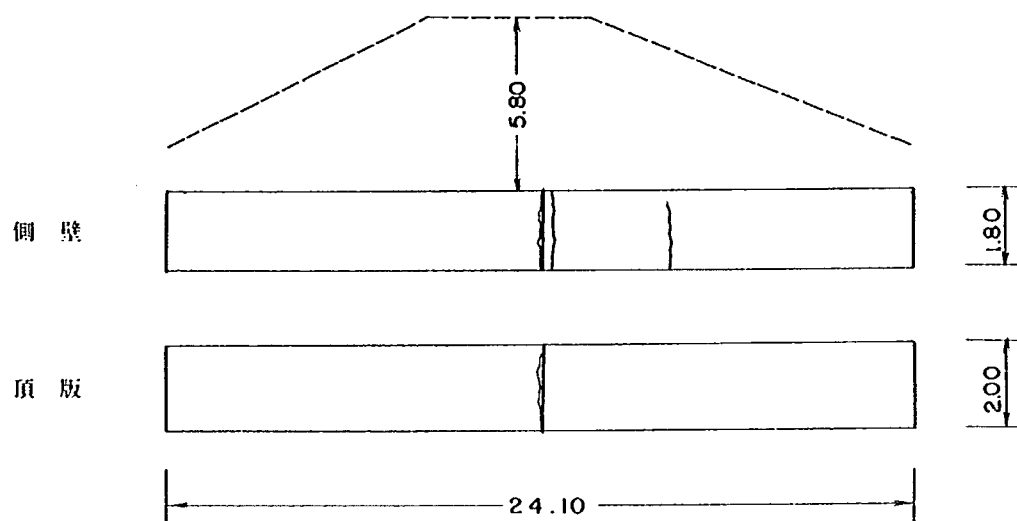


I - 16

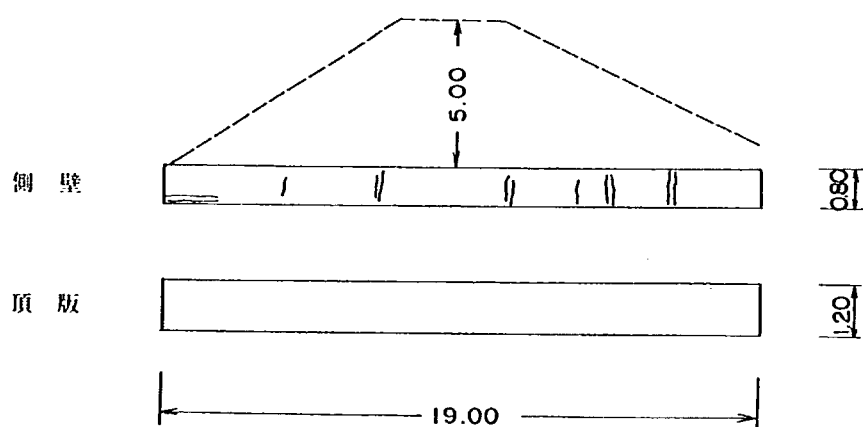
縮尺 1 / 400



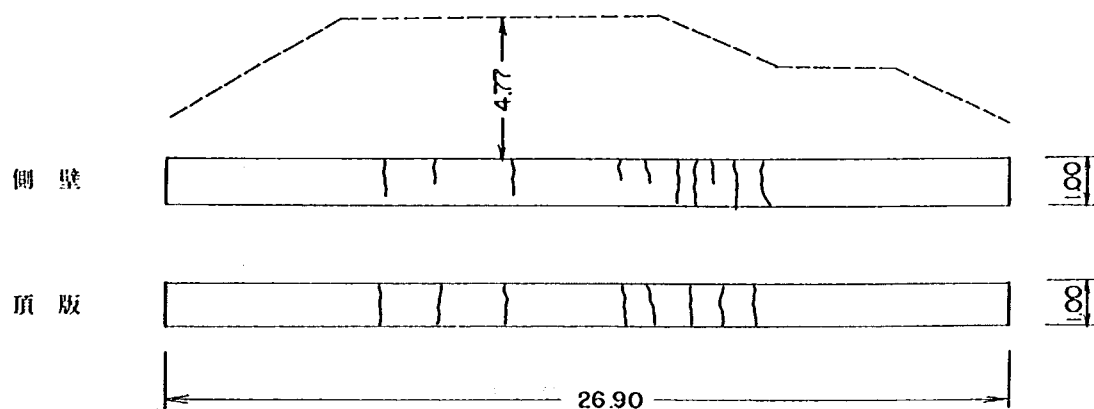
I - 17 縮尺 1 / 400



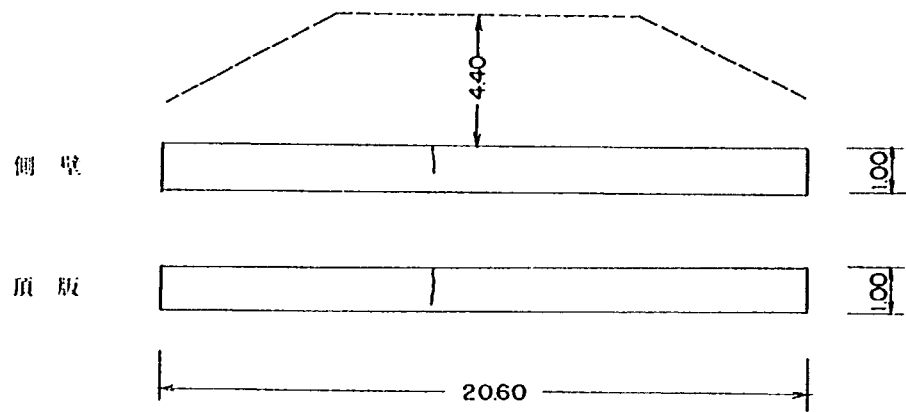
I - 18 縮尺 1 / 400



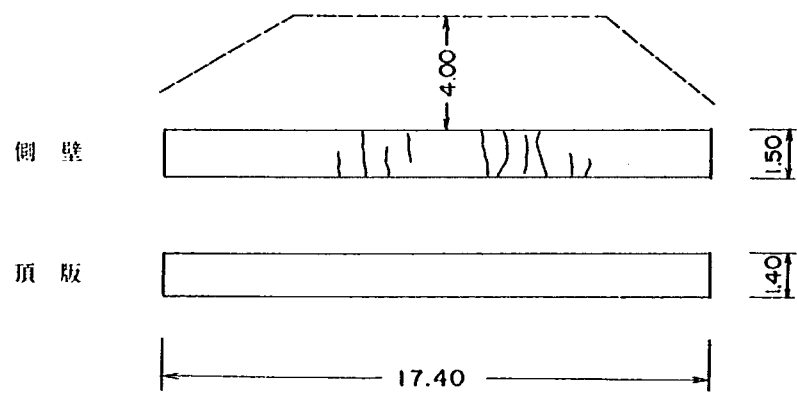
I - 19 縮尺 1 / 400



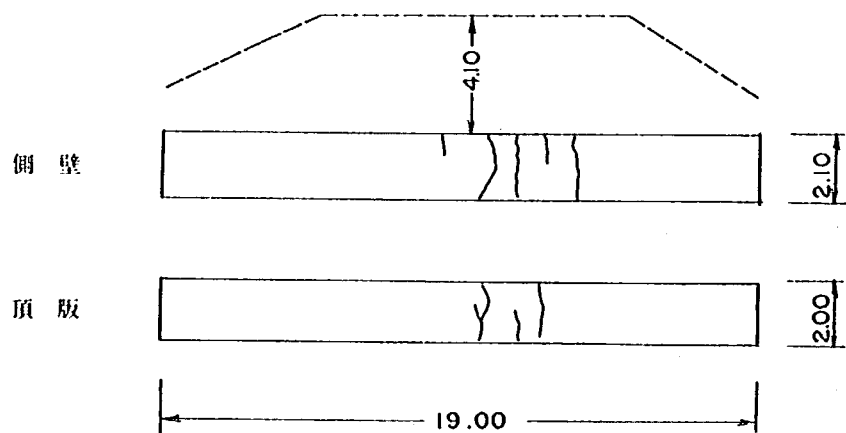
1 - 20 縮尺 1 / 400



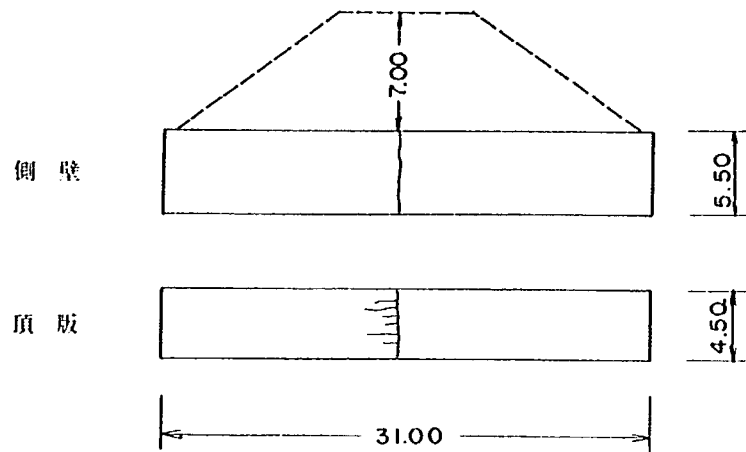
1 - 21 縮尺 1 / 400



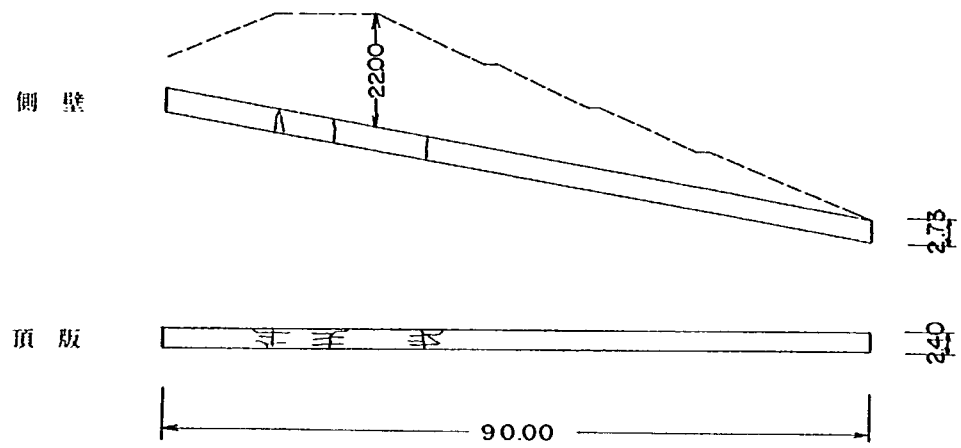
1 - 22 縮尺 1 / 400



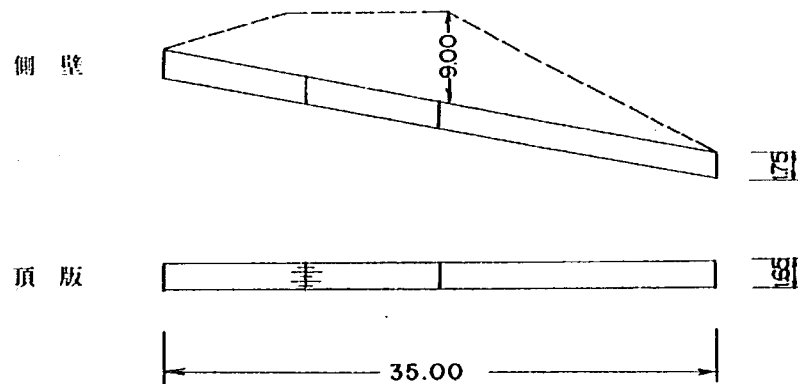
1 - 23 縮尺 1 / 200



1 - 24 縮尺 1 / 100

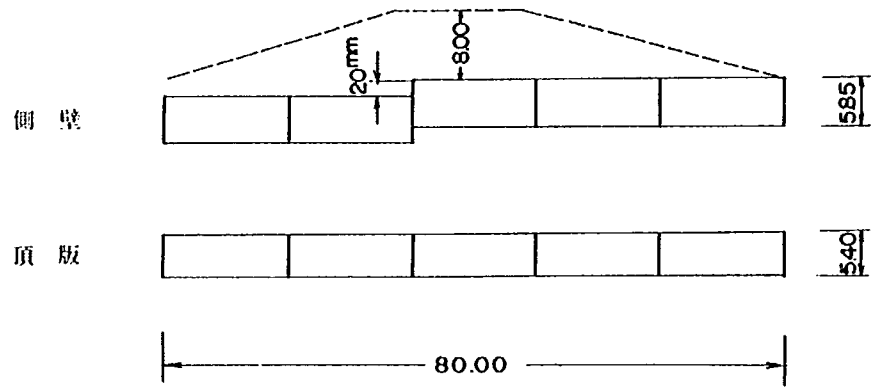


1 - 25 縮尺 1 / 200



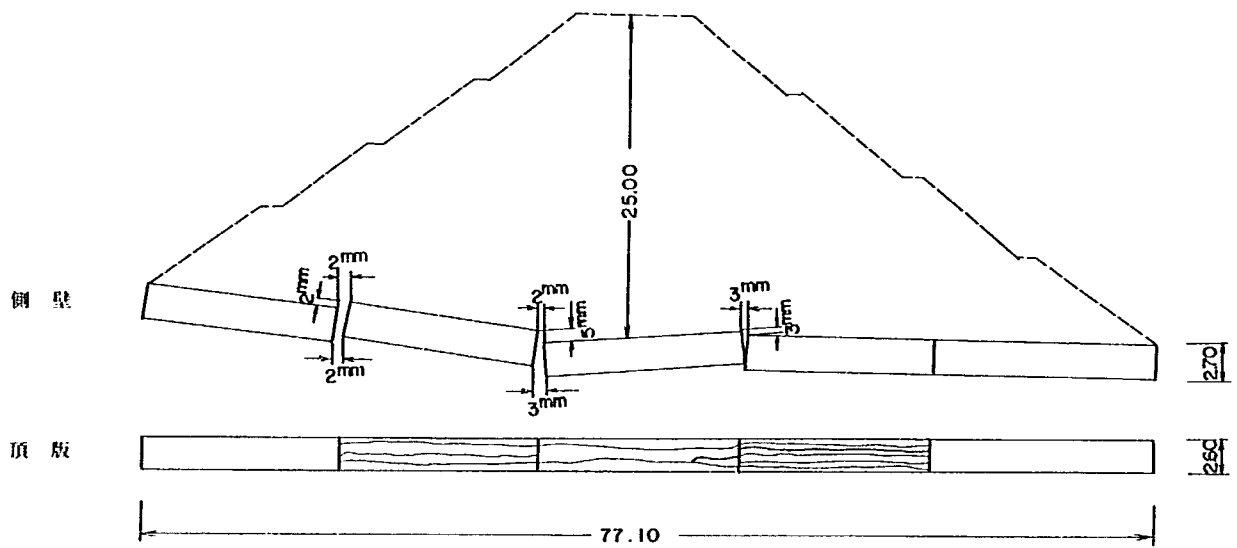
I - 26

縮尺 1 / 100



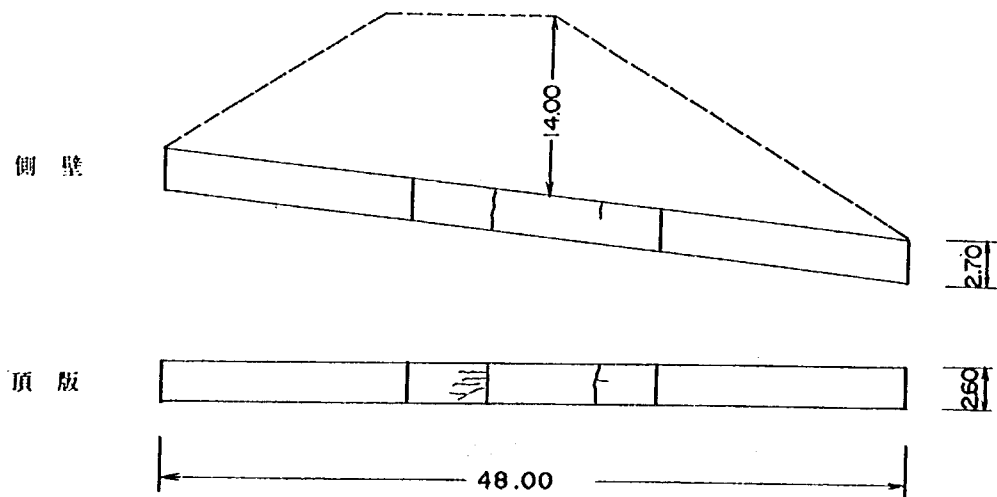
I - 27

縮尺 1 / 200



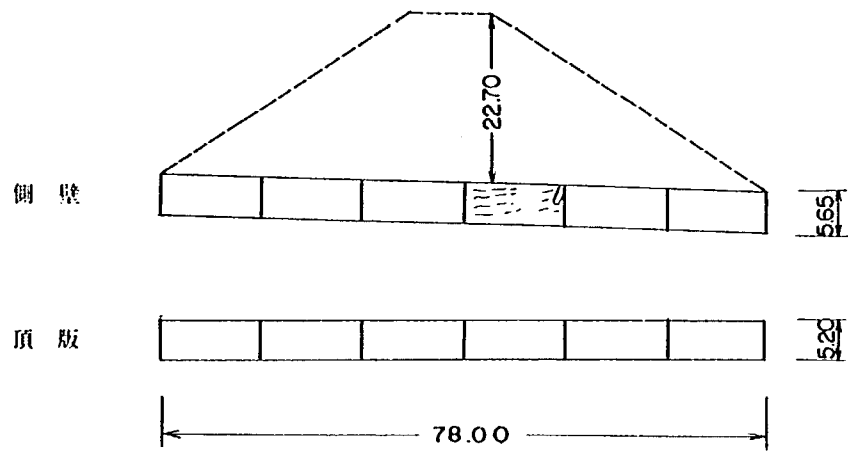
I - 28

縮尺 1 / 200



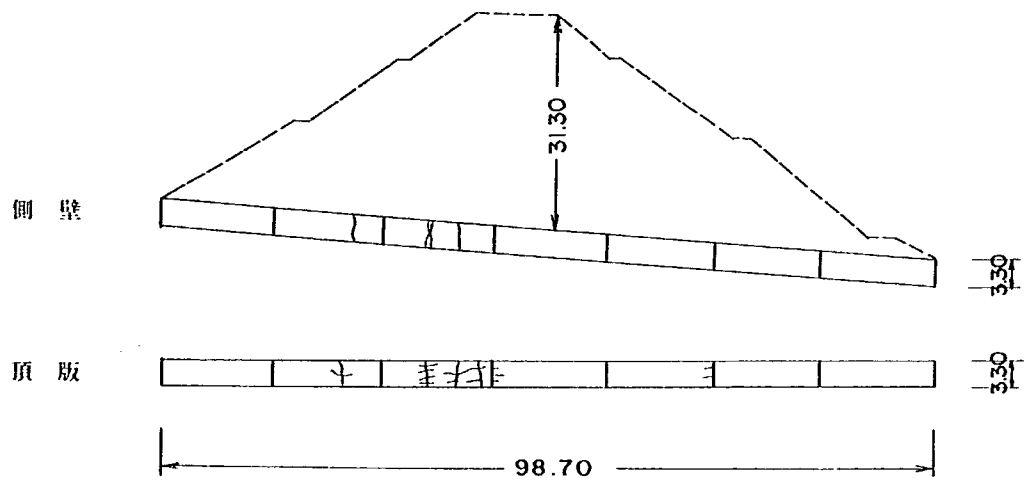
1 - 29

縮尺 1 / 100



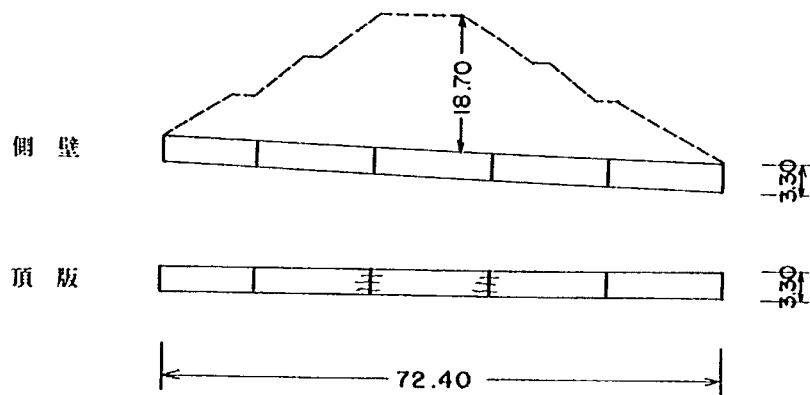
1 - 30

縮尺 1 / 100

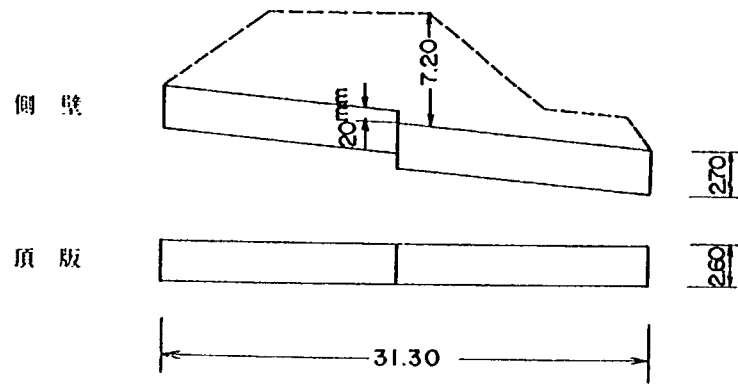


1 - 31

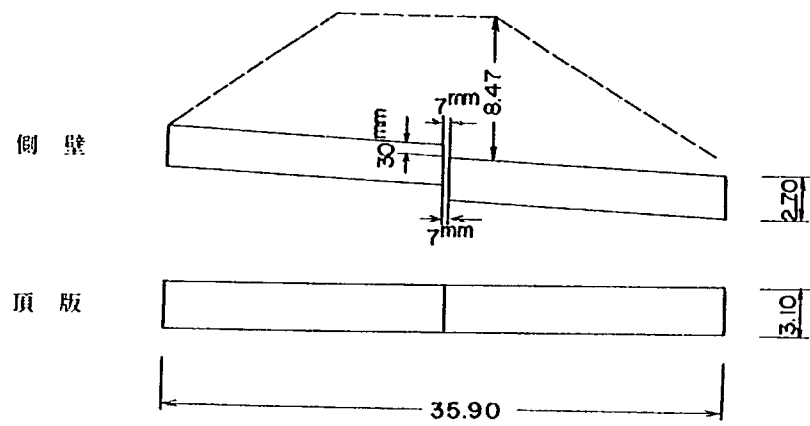
縮尺 1 / 100



I - 32 縮尺 1 / 200

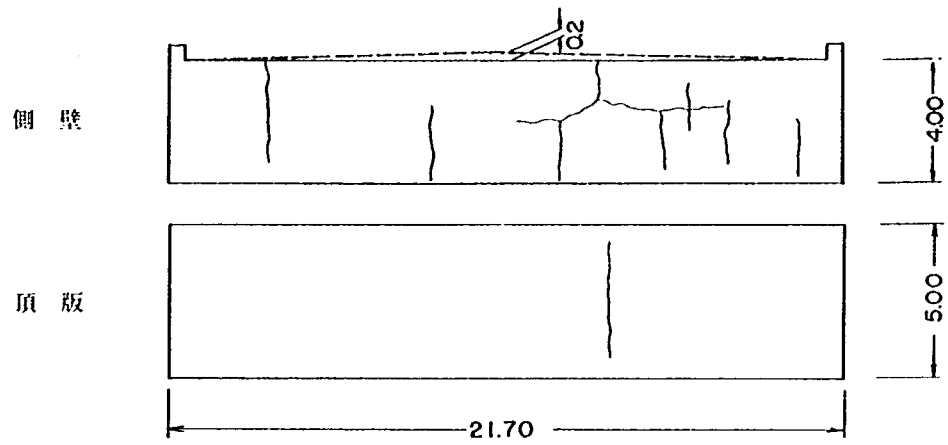


I - 33 縮尺 1 / 200



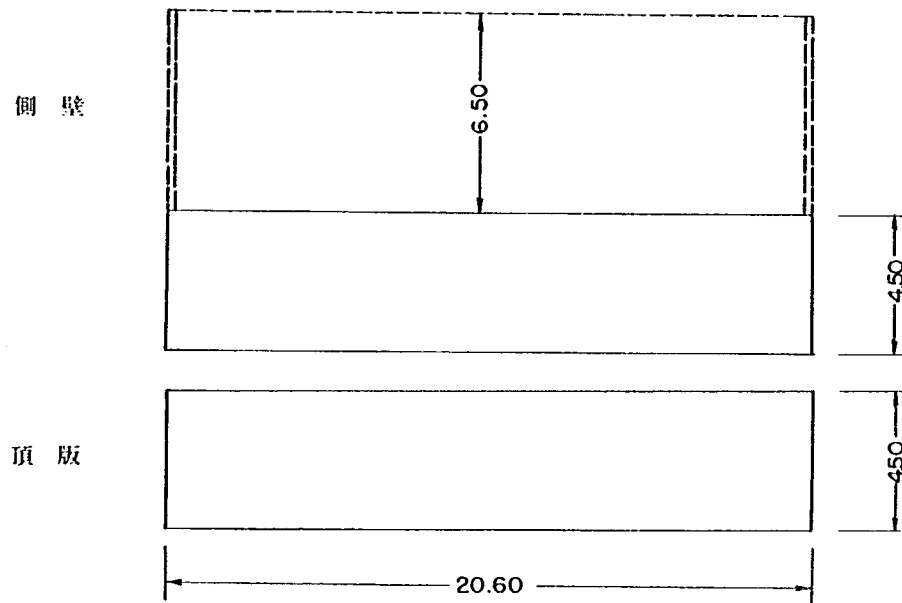
2 - 1

縮尺 1 / 400



2 - 2

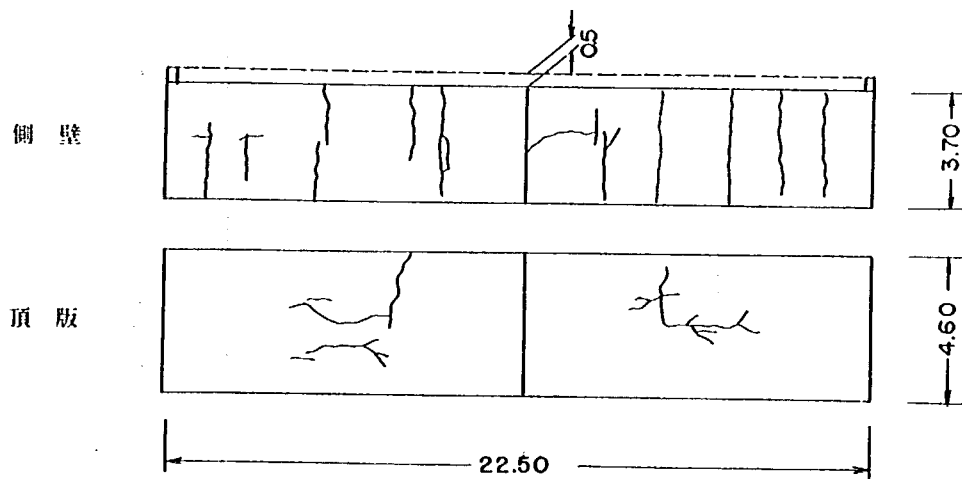
縮尺 1 / 400



○ボックス内部はモルタル吹き付けにより処理されている。

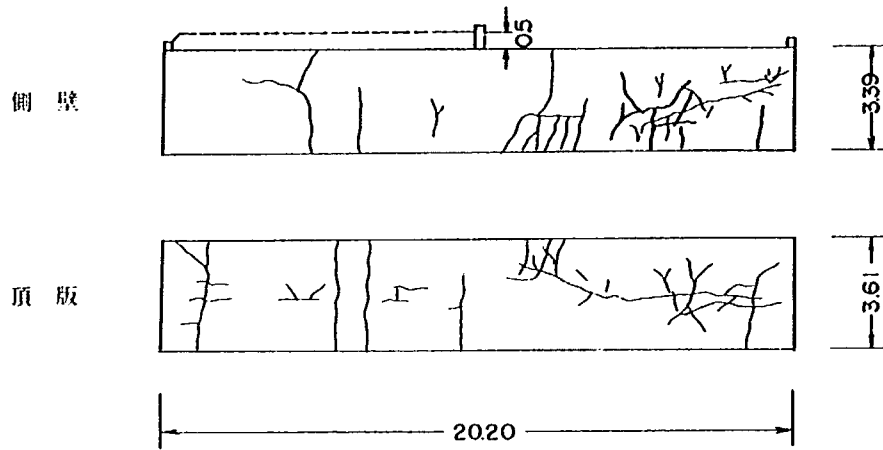
2 - 3

縮尺 1 / 400



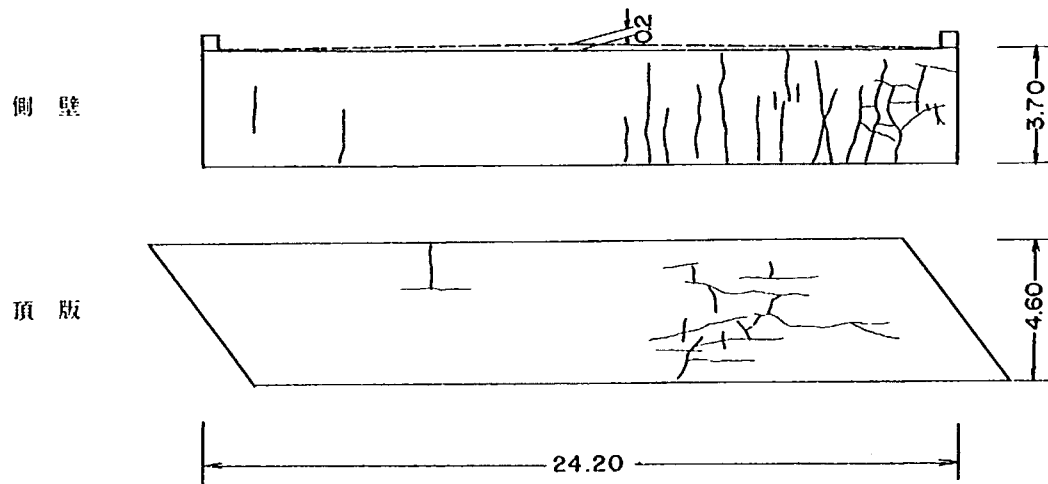
2 - 4

縮尺 1/400



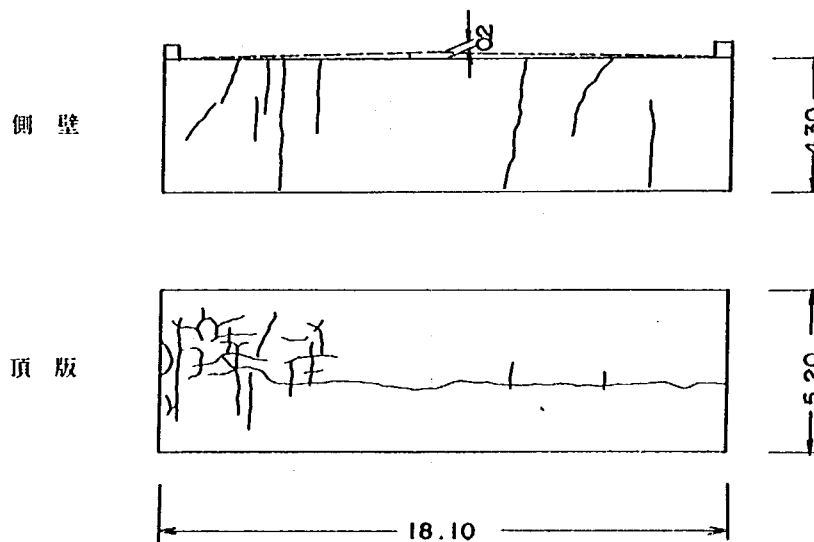
2 - 5

縮尺 1/400

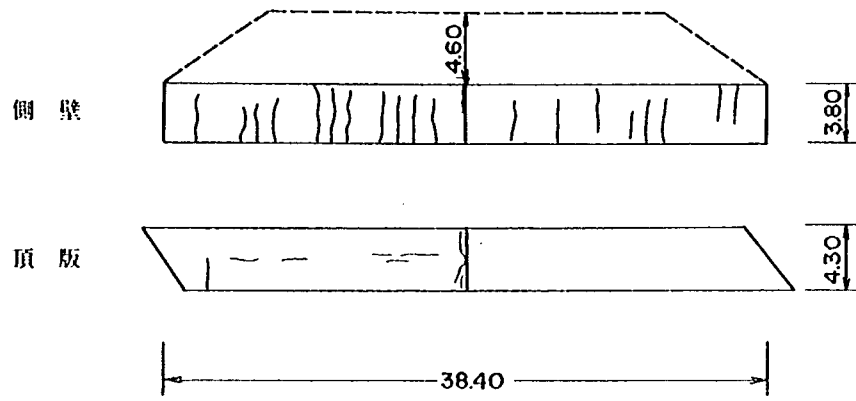


2 - 6

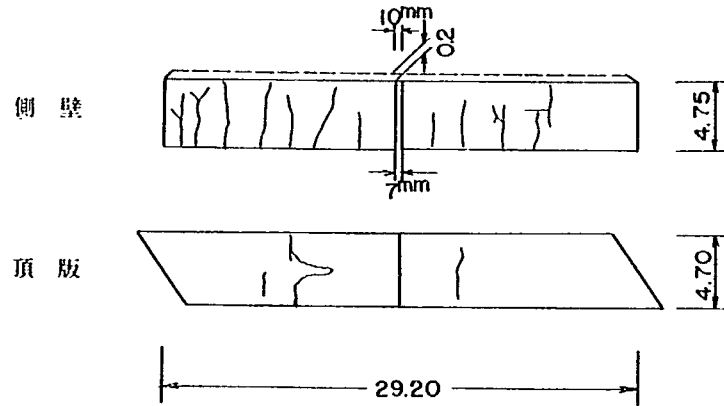
縮尺 1/400



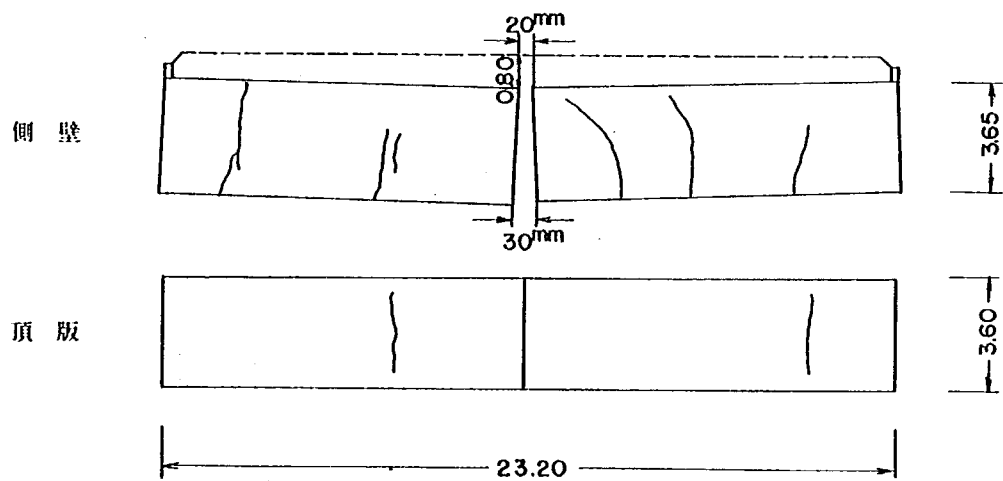
2 - 7 縮尺 1/200



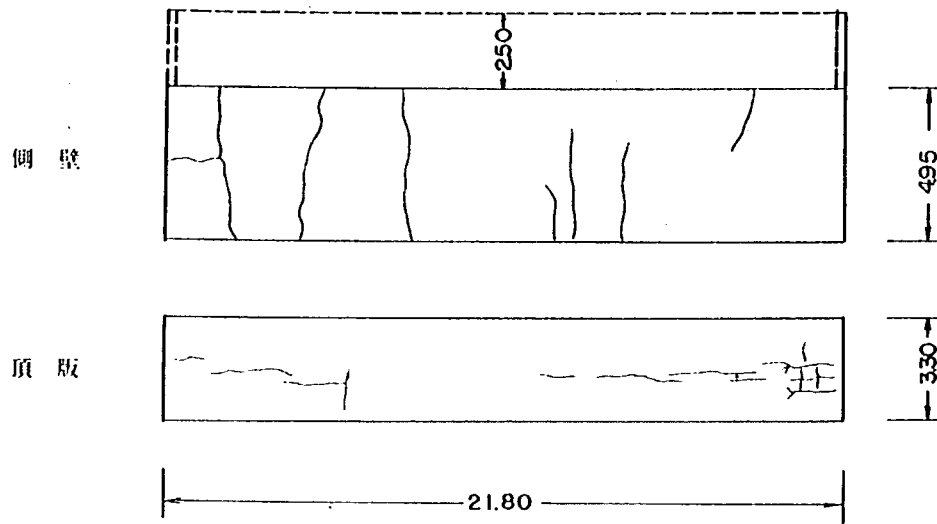
2 - 8 縮尺 1/200



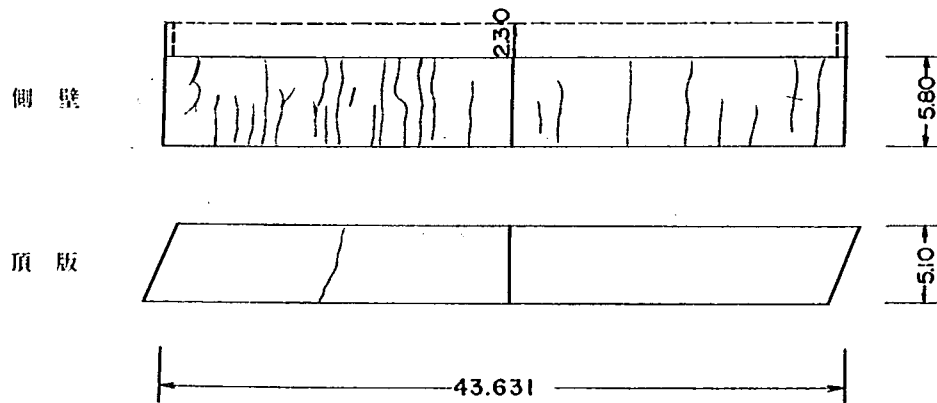
2 - 9 縮尺 1/400



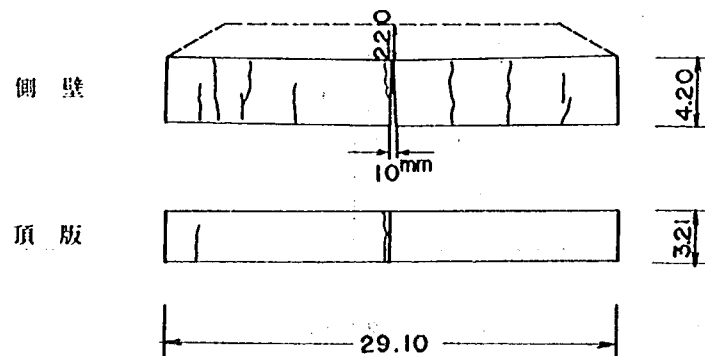
2 - 10 縮尺 1 / 400



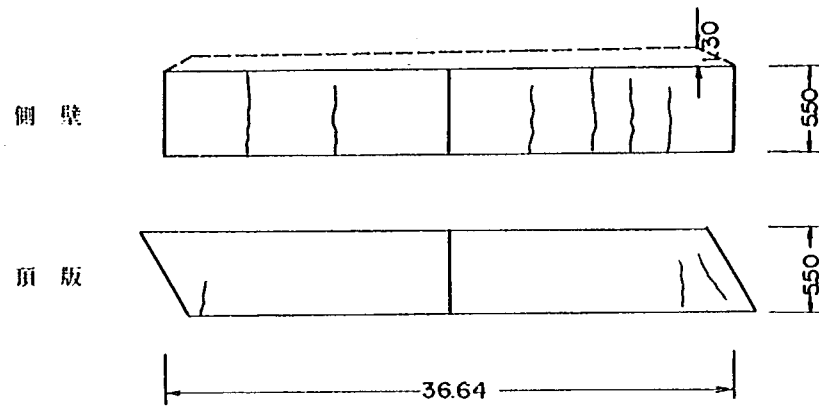
2 - 11 縮尺 1 / 200



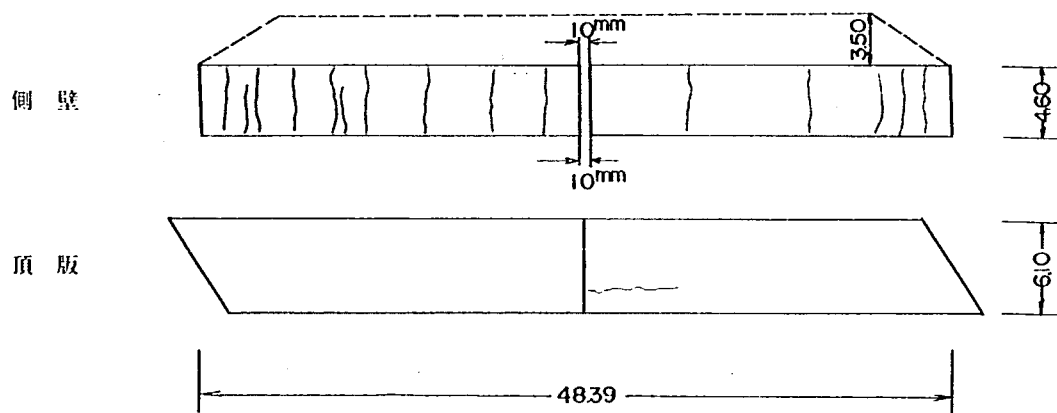
2 - 12 縮尺 1 / 200



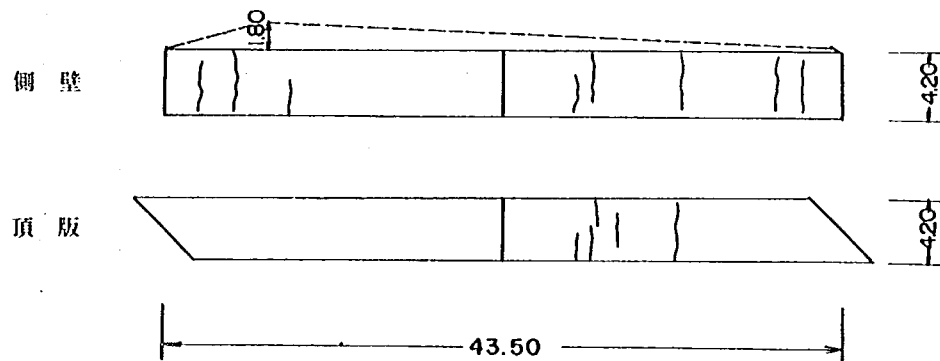
2 - 13 縮尺 1 / 200



2 - 14 縮尺 1 / 200

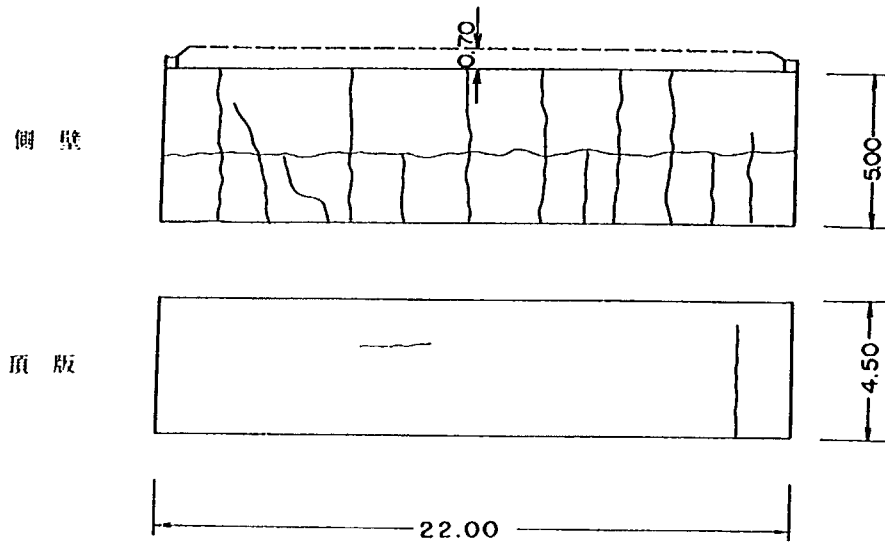


2 - 15 縮尺 1 / 200



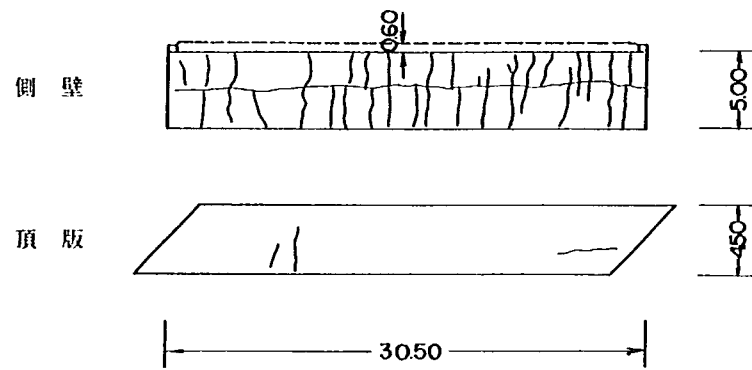
2 - 16

縮尺 1 / 400



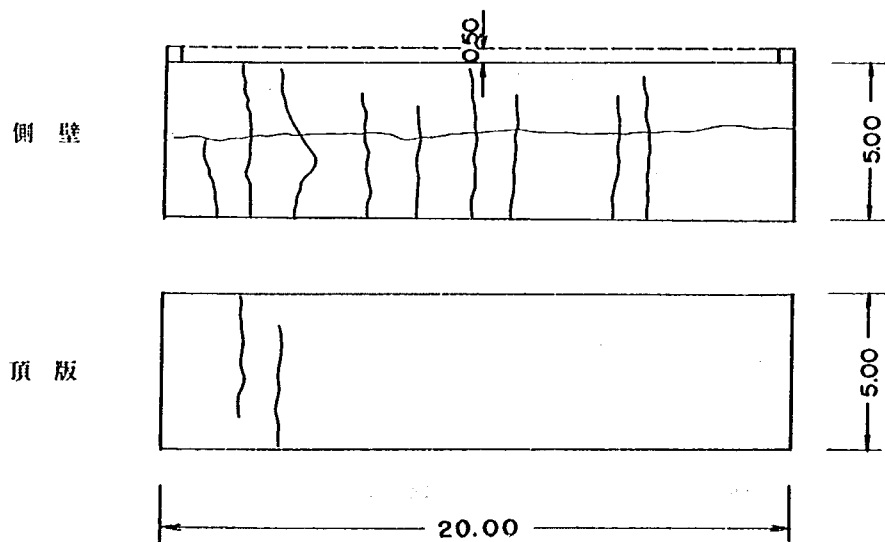
2 - 17

縮尺 1 / 200



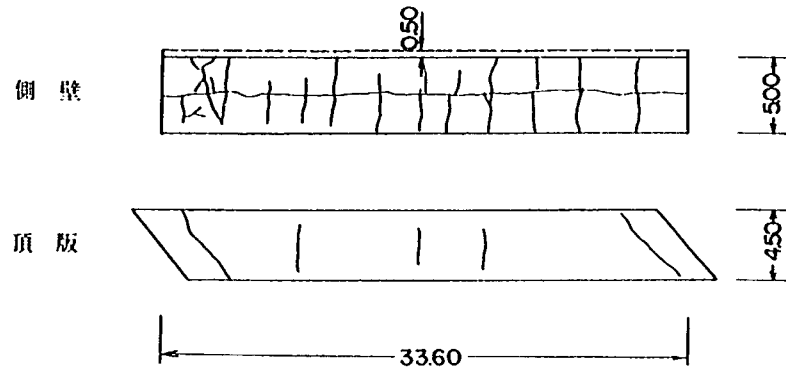
2 - 18

縮尺 1 / 400



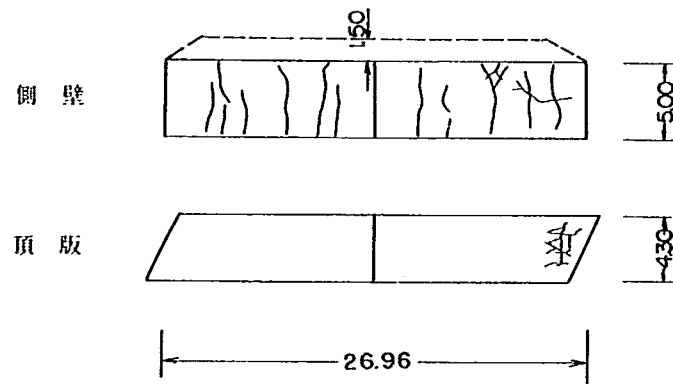
1 - 19

縮尺 1 / 200



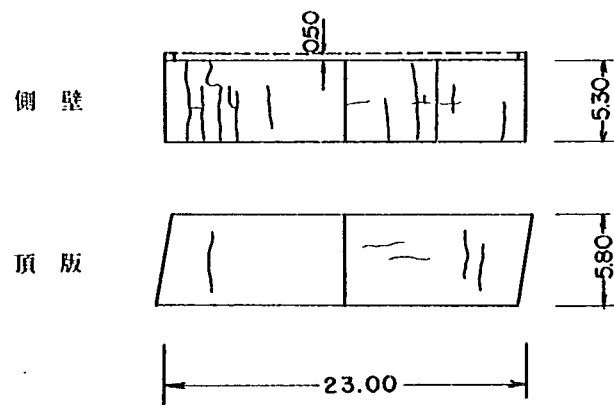
2 - 20

縮尺 1 / 200



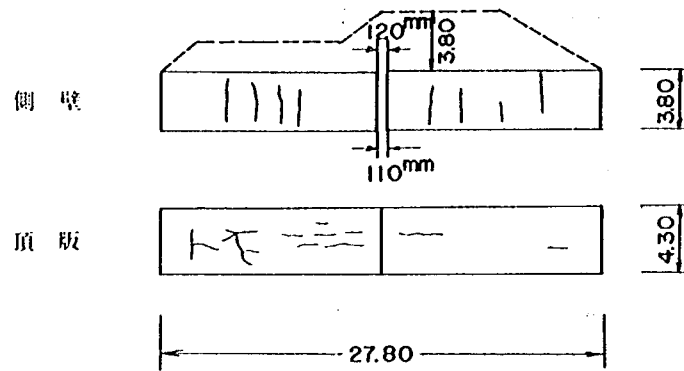
2 - 21

縮尺 1 / 200



2 - 22

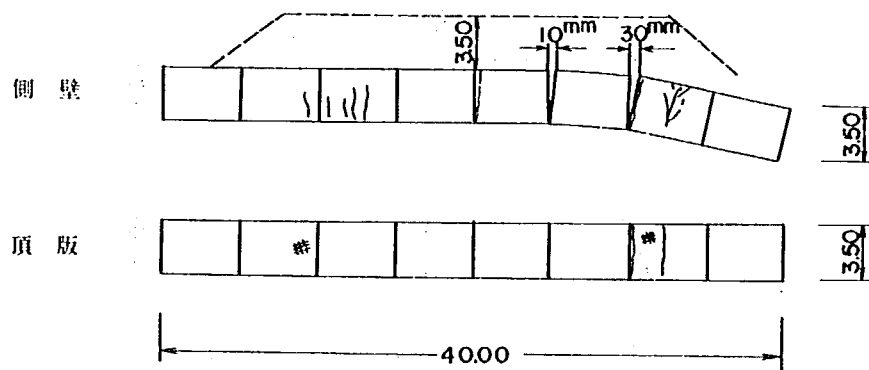
縮尺 1 / 200



○継手部の開きについての対策が必要である。

2 - 23

縮尺 1 / 200

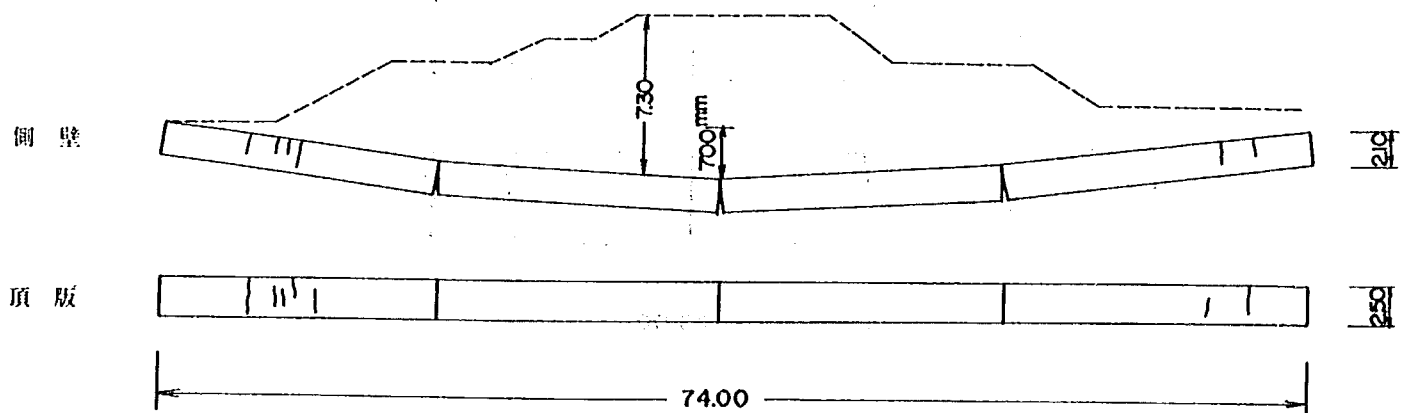


○推定ではあるが当初コルゲート管のみであったものが著しく変形したため中央部のみコンクリートを打設したと思われる。

○大きなクラックに対しては樹脂系モルタル等の注入による補修が必要である。

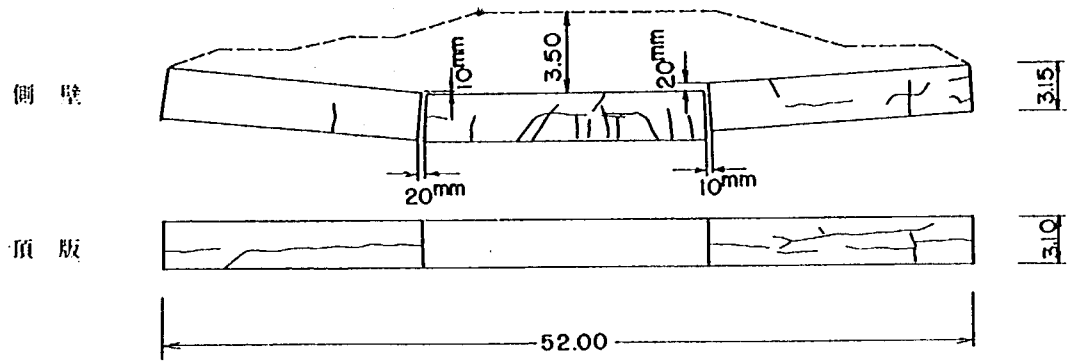
2 - 24

縮尺 1 / 200



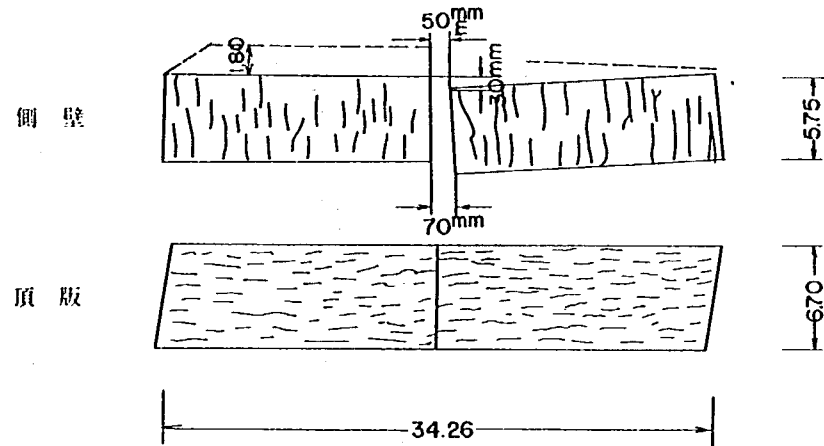
2 - 25

縮尺 1 / 200



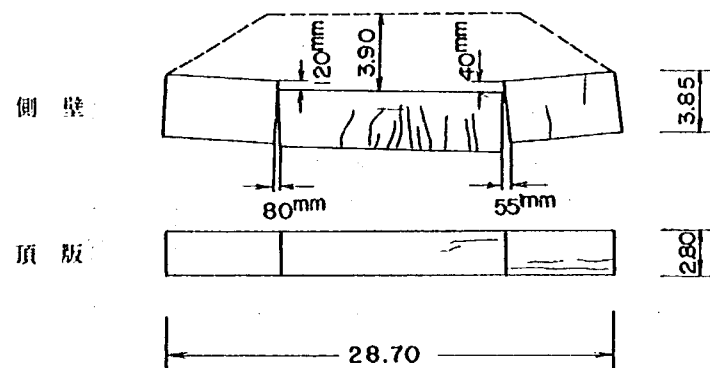
2 - 26

縮尺 1 / 200



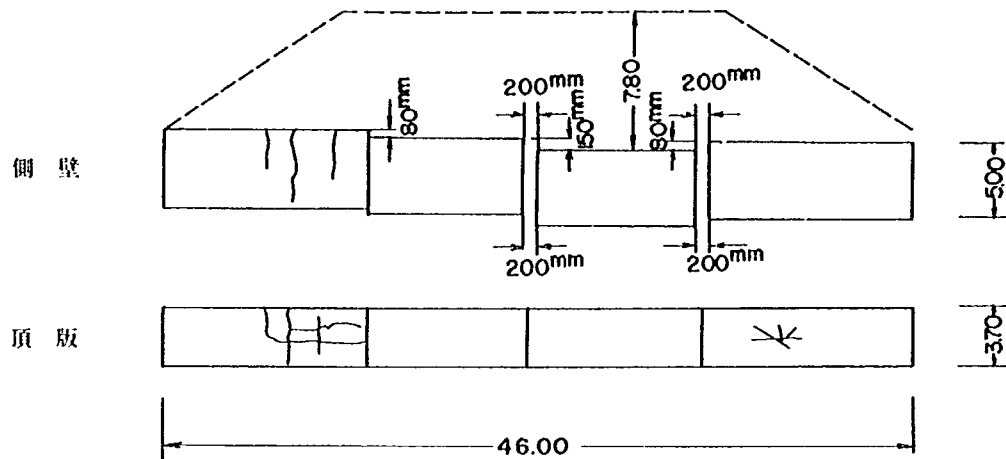
2 - 27

縮尺 1 / 200



2 - 28

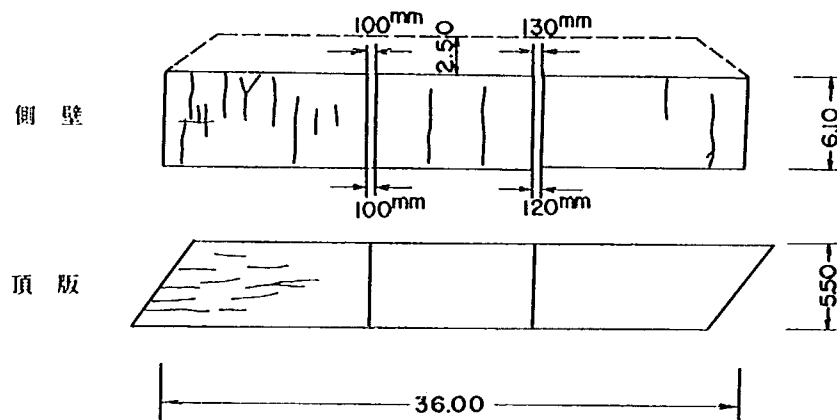
縮尺 1 / 200



○継手部の段差・開きについて対策が必要である。

2 - 29

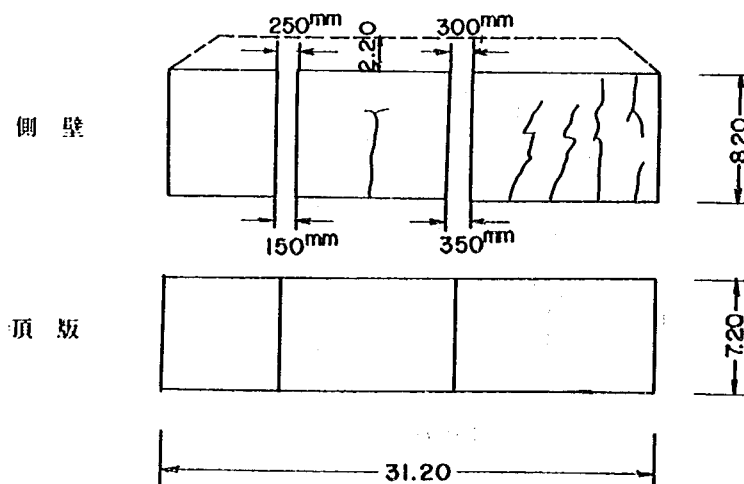
縮尺 1 / 200



○継手部の開きにコンクリート間詰等の補修が必要である。

2 - 30

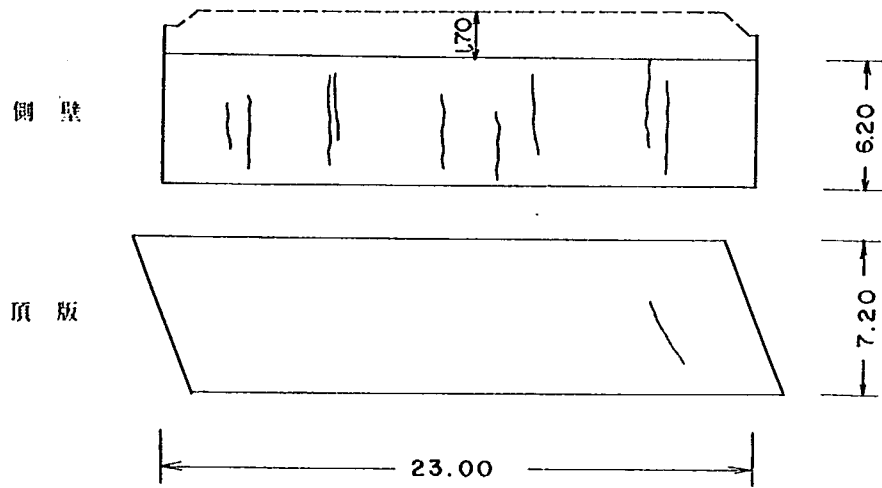
縮尺 1 / 200



○継手部の開きにコンクリート間詰等の補修が必要である。

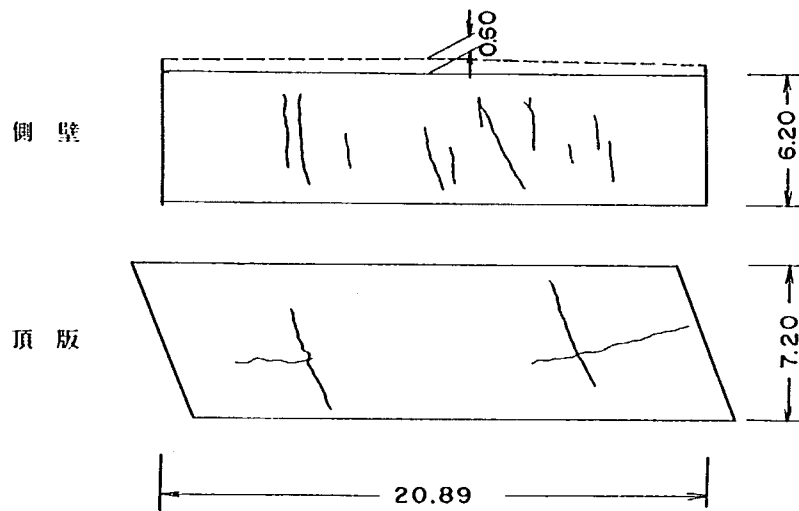
3 - 1

縮尺 1 / 300



3 - 2

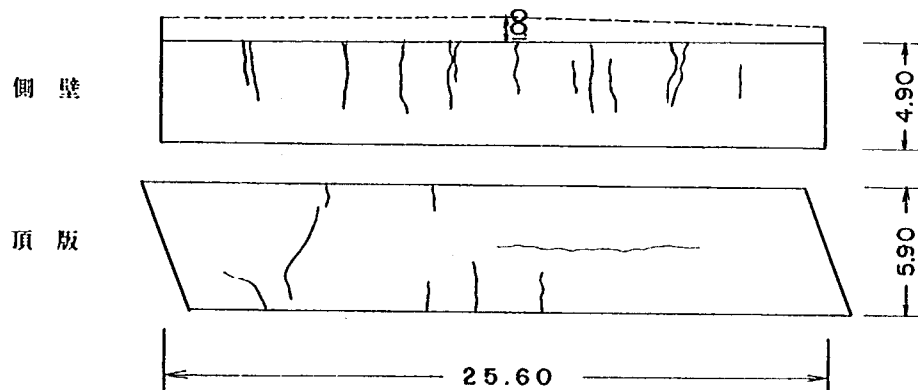
縮尺 1 / 300



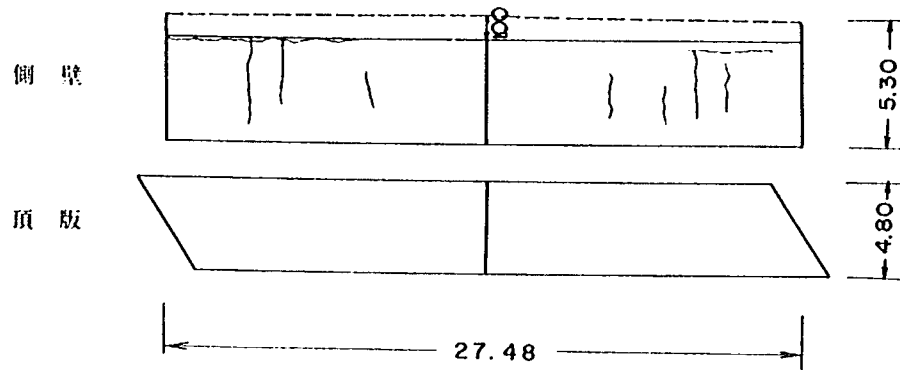
○頂版部に鉄筋の露出している部分が見られるので
腐食防止の措置が必要である。

3 - 3

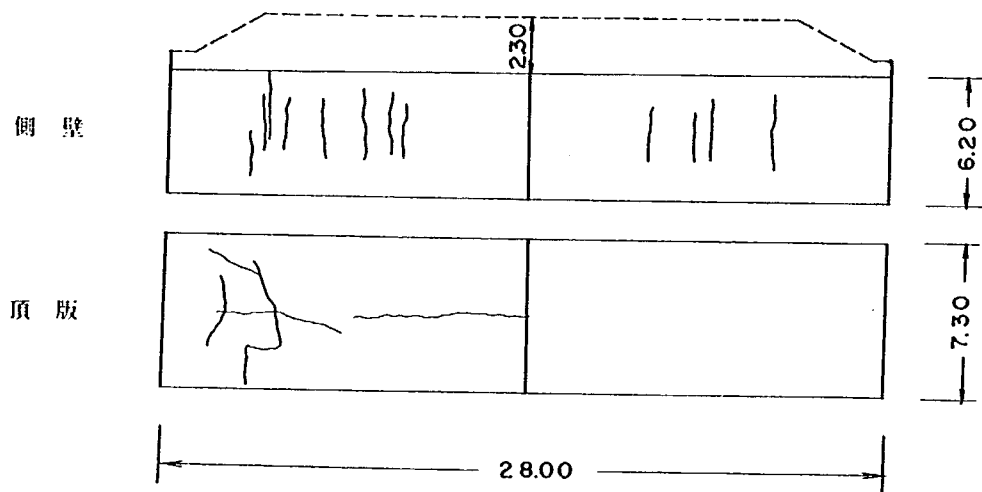
縮尺 1 / 300



3 - 4 縮尺 1 / 333

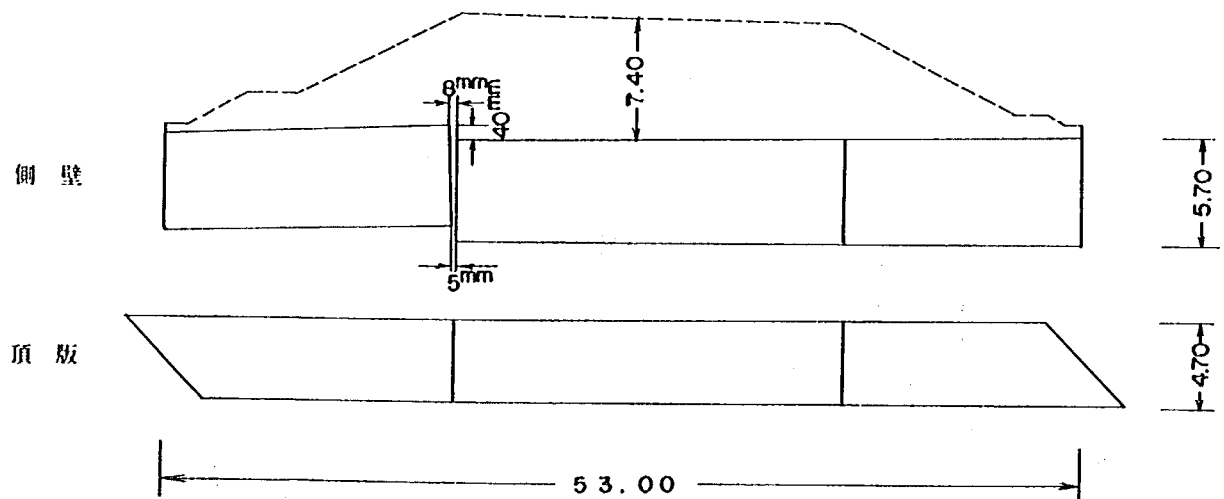


3 - 5 縮尺 1 / 300



○側壁の漏水防止の対策が必要である。

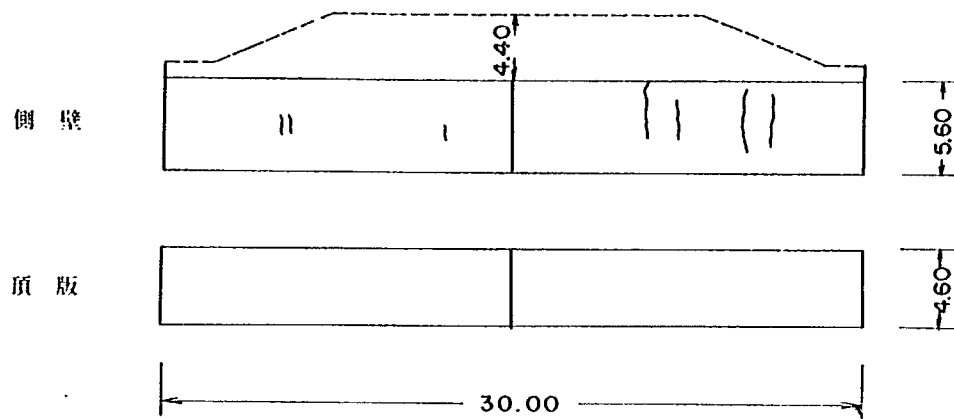
3 - 6 縮尺 1 / 450



○継手部の開口部にモルタル充填後、樹脂などで上塗りを行う工法等を考慮する必要がある。

3 - 7

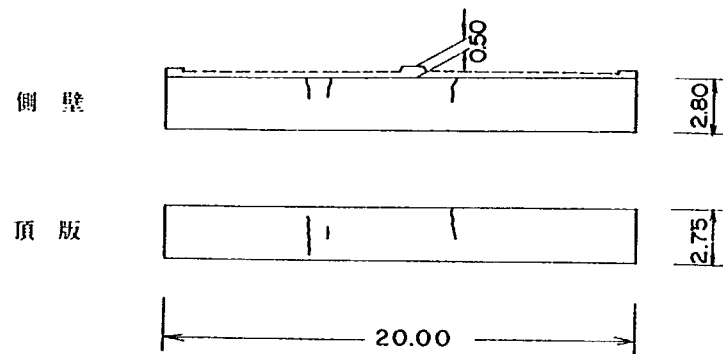
縮尺 1 / 333



○クラックからの漏水防止の対策が必要である。

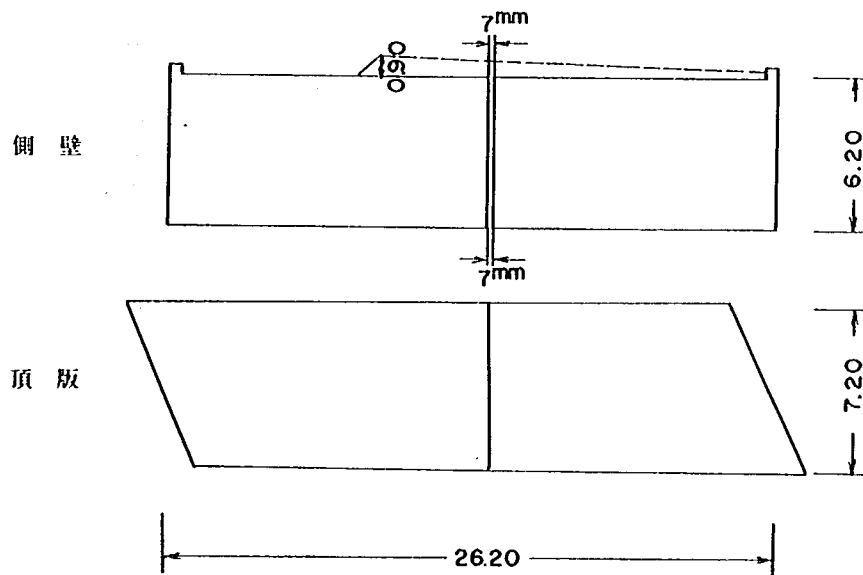
3 - 8

縮尺 1 / 333



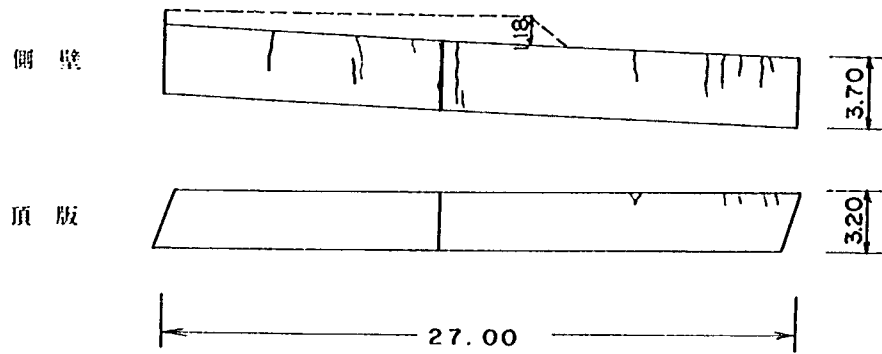
3 - 9

縮尺 1 / 300



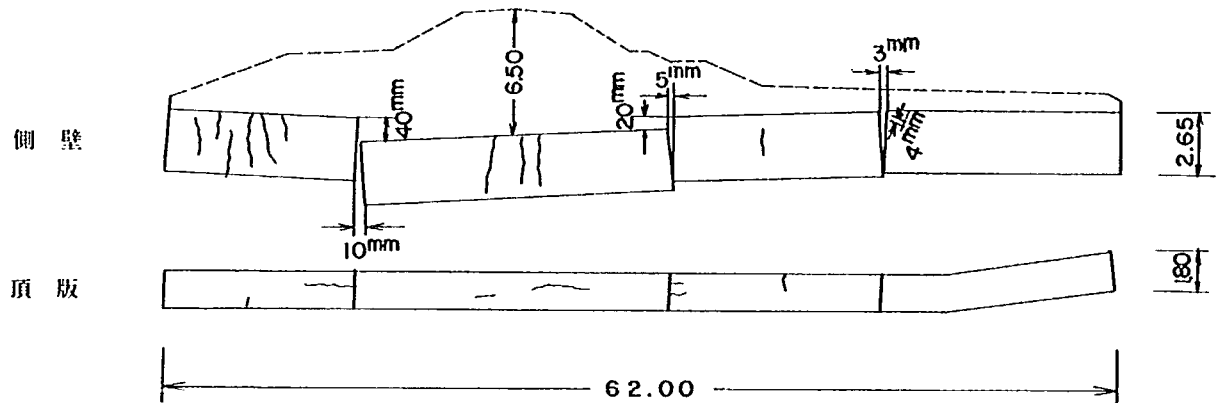
3 - 10

縮尺 1 / 333



3 - 11

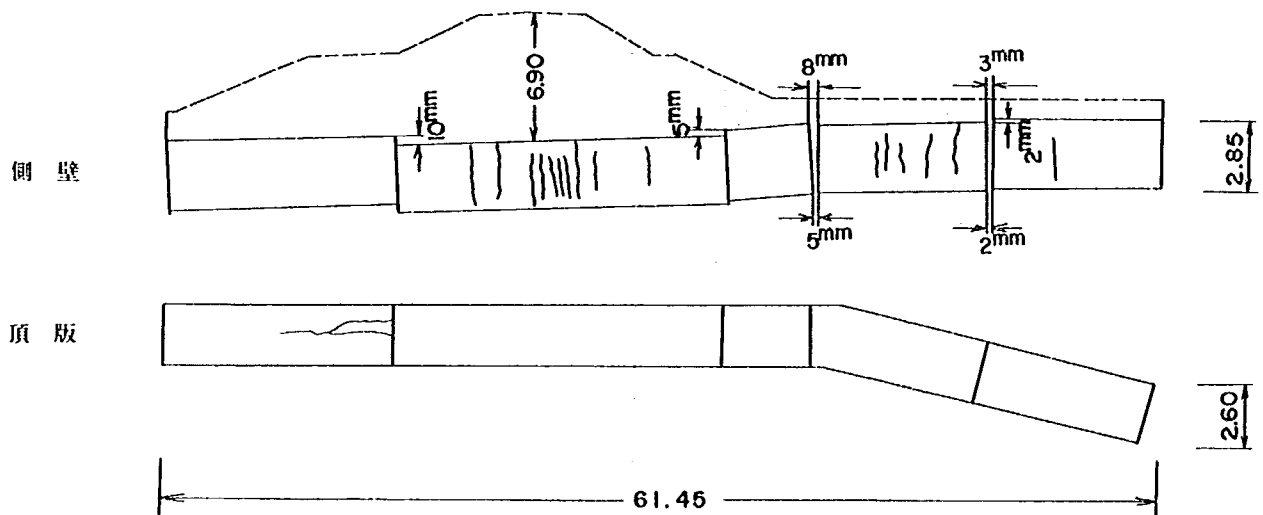
縮尺 1 / 500



○継手部の段違いについては進行していくようなら対策が必要である。

3 - 12

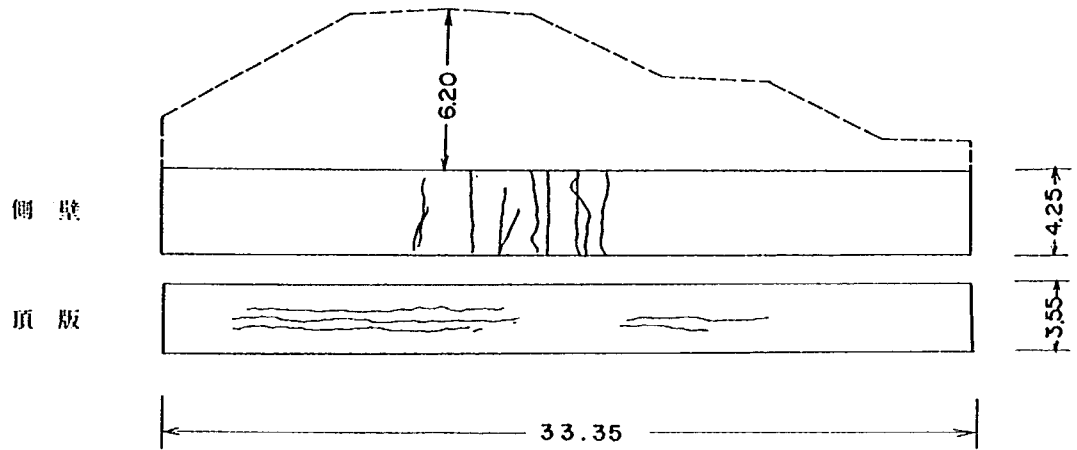
縮尺 1 / 400



○クラックや継手部の損傷は進行するようなら対策が必要である。

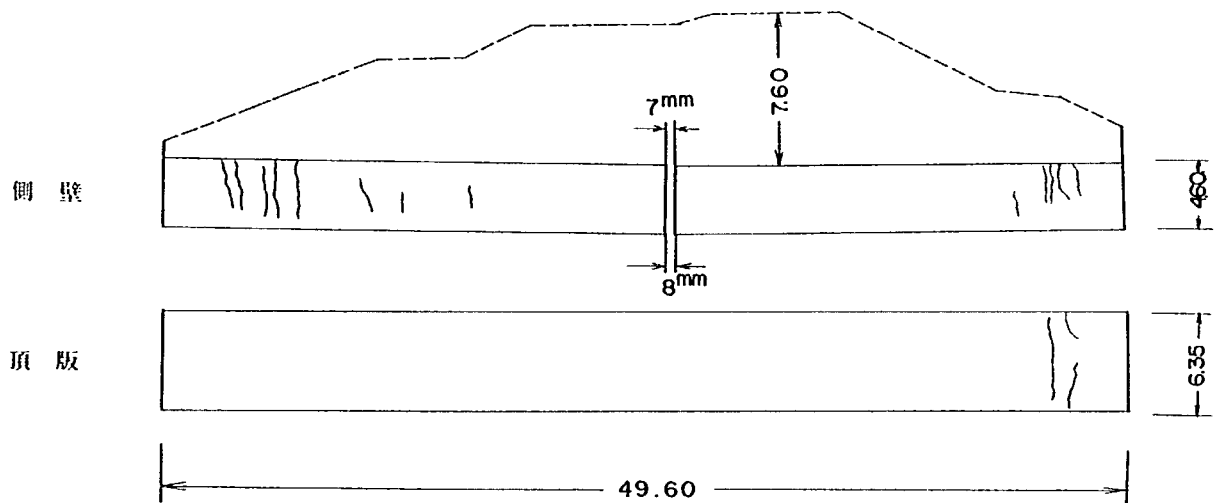
3 - 13

縮尺 1 / 300



3 - 14

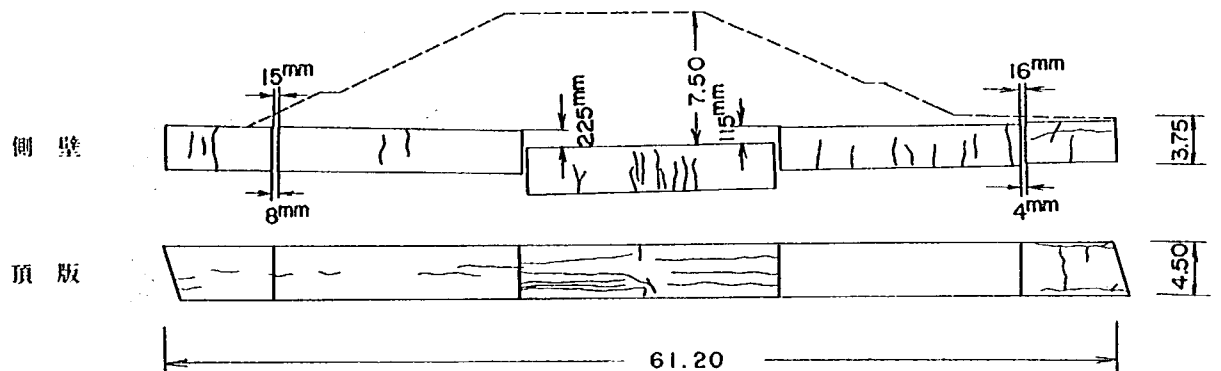
縮尺 1 / 250



○樋管点検時のひび割れは、進行状況、施工方法等について調査してから、ひび割れの開口部をVカットし、レオボンドで埋め、ひび割れの内部にポリウレタン樹脂を注入した。

3 - 15

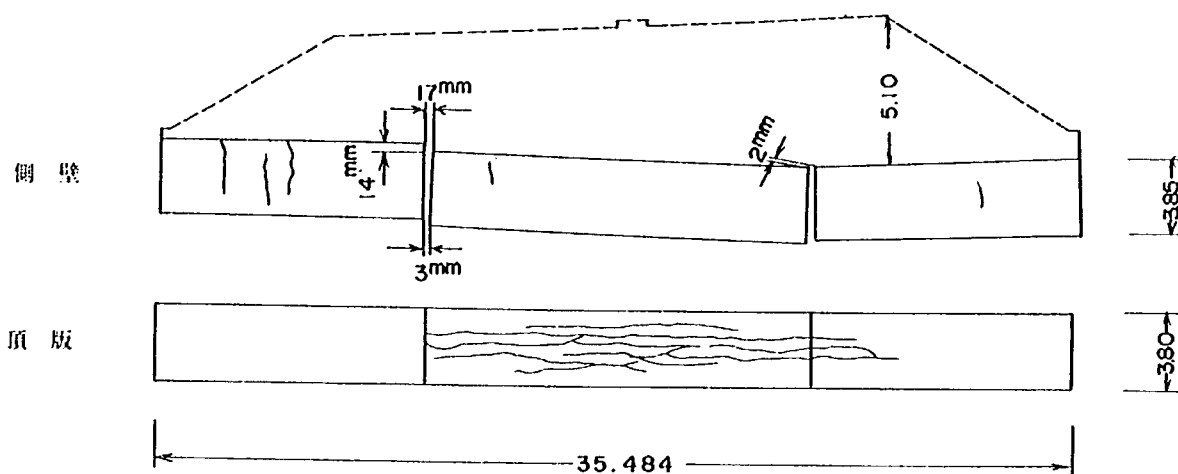
縮尺 1 / 500



○継手部にアクリルアルマイド系薬液日東SS-30R同単品以上 m^3 中アクリル840ℓ
セメント（普通ポルトランド）500kgのモルタルを117 m^3 注入した。

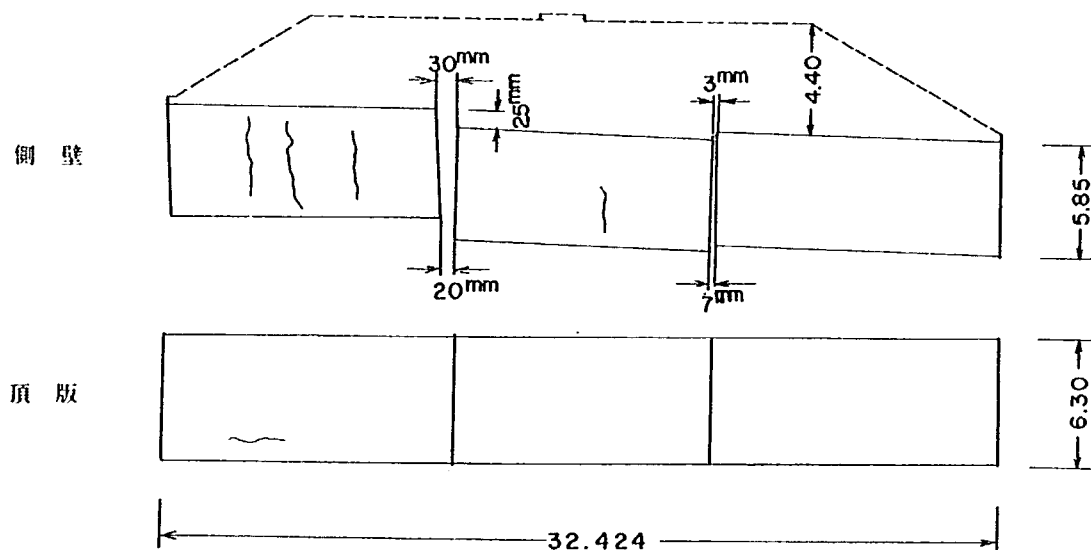
3 - 16

縮尺 1 / 300



3 - 17

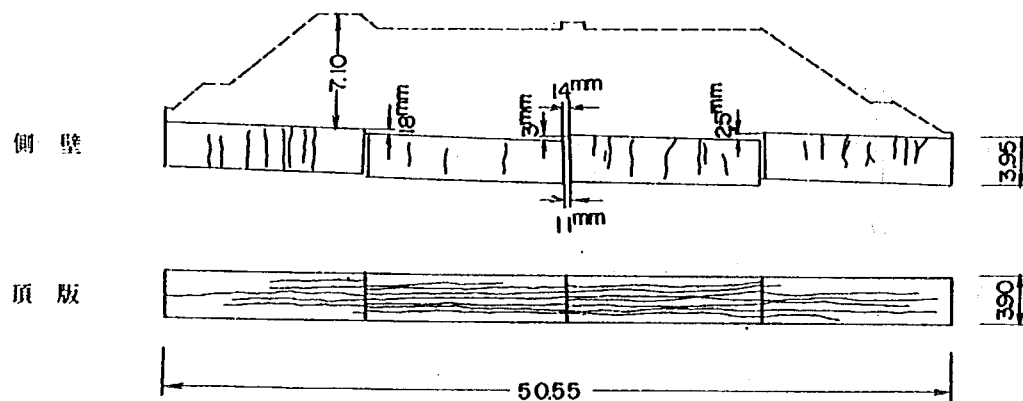
縮尺 1 / 500



○継手部の変形については進行するようならば対策が必要である。

3 - 18

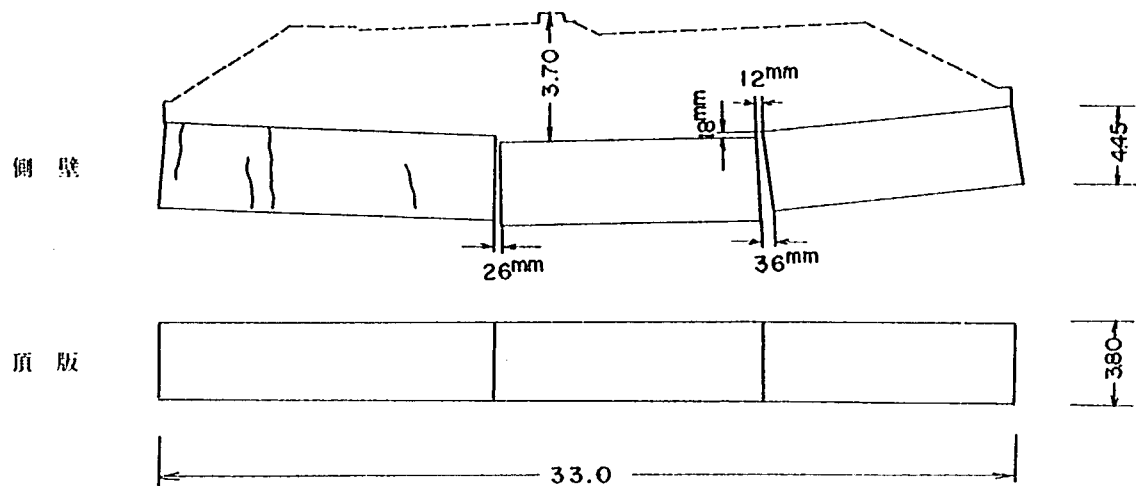
縮尺 1 / 500



○継手部の開きにはモルタル塗布を行ったようであるが一部剥利脱落して開口している。

3 - 19

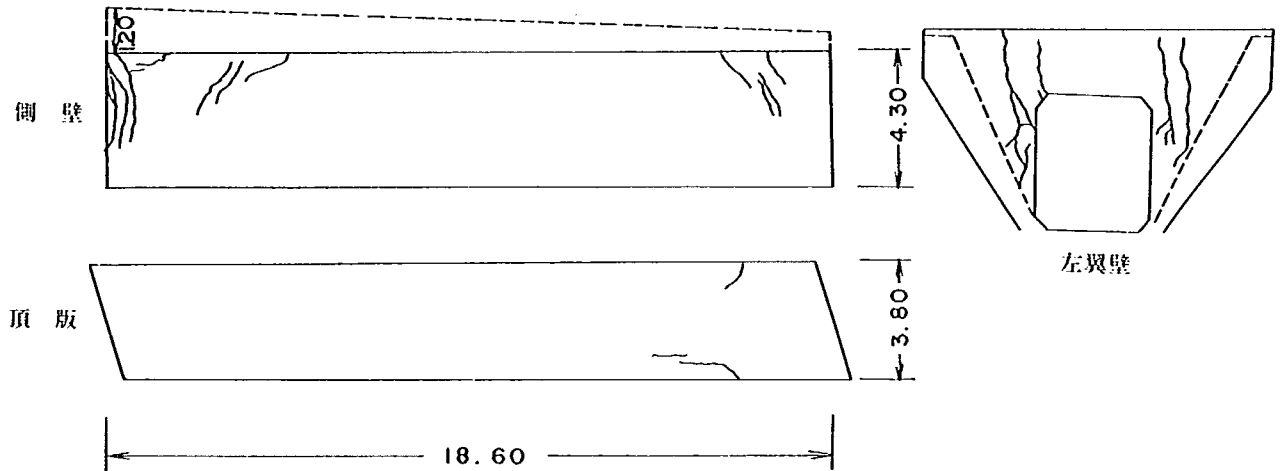
縮尺 1 / 300



○継手部分の変形は進行していくようなら対策が必要である。

3 - 20

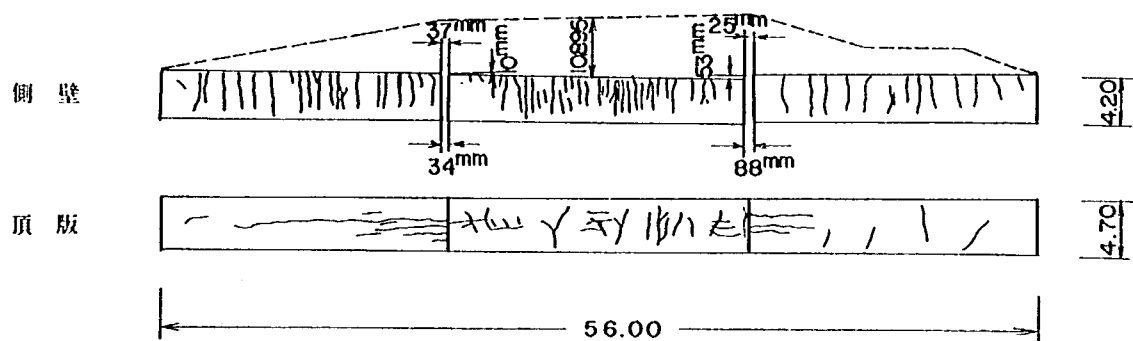
縮尺 1 / 500



○翼壁部のクラックについては補修が必要である。

3 - 21

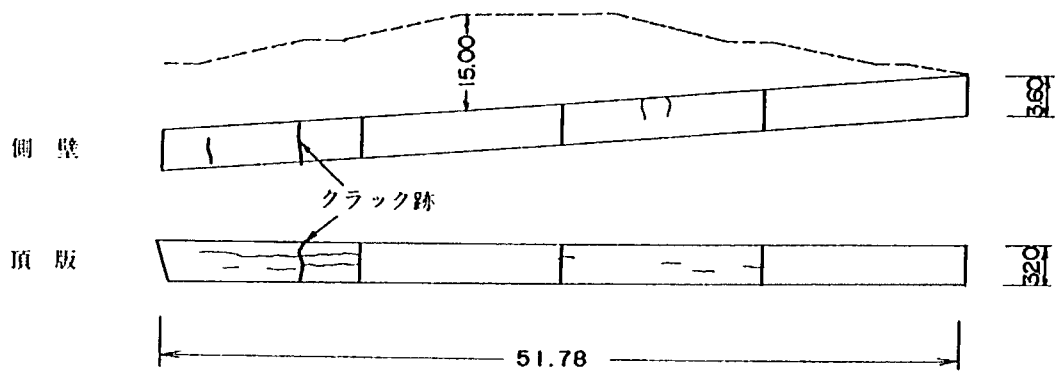
縮尺 1 / 500



○カルバートの沈下が激しく代替ボックスを造成している。

3 - 22

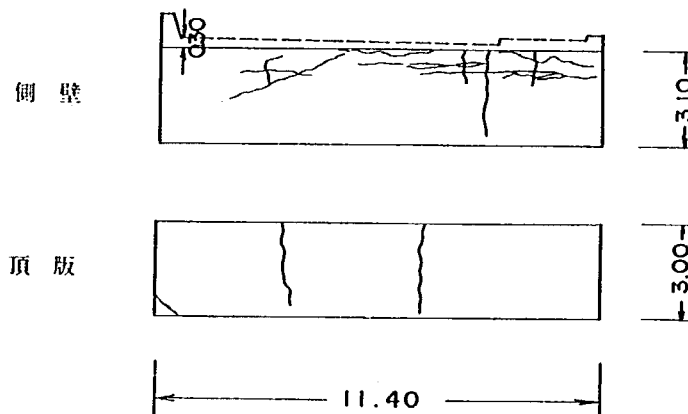
縮尺 1/500



○発見したクラックについて2ヶ月間観測したが変化がみられなかったのでセメントミルクを18.3m注入し、クラック箇所をVカット補修した。

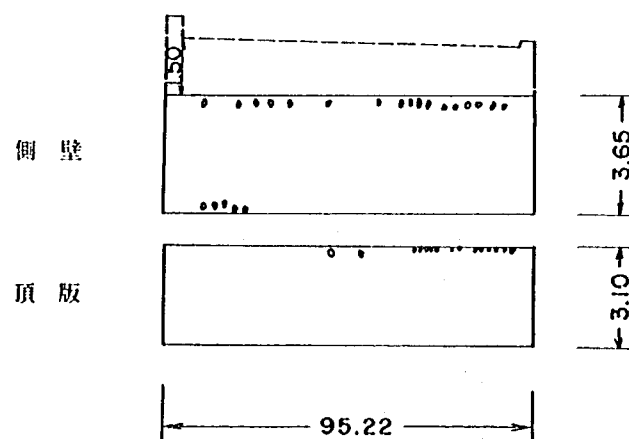
3 - 23

縮尺 1/500



3 - 24

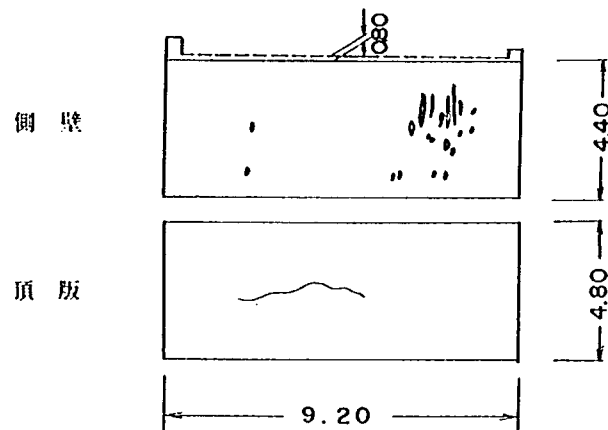
縮尺 1/500



○ハンチと側壁下部に見られる鉄筋露出部分は、海岸通り抜けボックスということもあって腐食がかなり進んでいる。またかぶりの少ない部分も腐食が進んでコンクリートが浮いている状態である。今後もまだ腐食が進むと考えられるので早急に腐食防止の対策が望まれる。

3 - 25

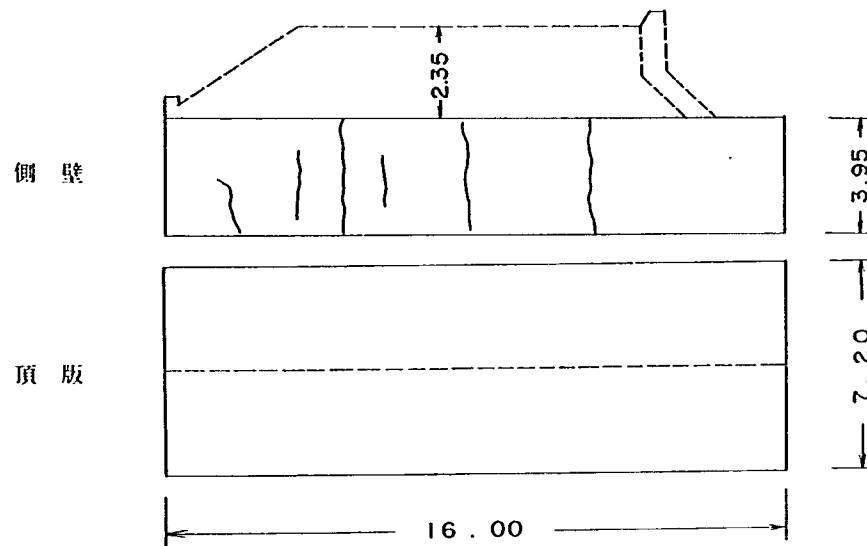
縮尺 1 / 500



○ひび割れは軽微であるが、側壁の鉄筋露出部分の腐食はかなり進んでいてかぶりの少ない部分では腐食の為コンクリートが浮いている状態である。まだまだ腐食は進むと思われるので早急に腐食防止の措置を取るべきである。

3 - 25

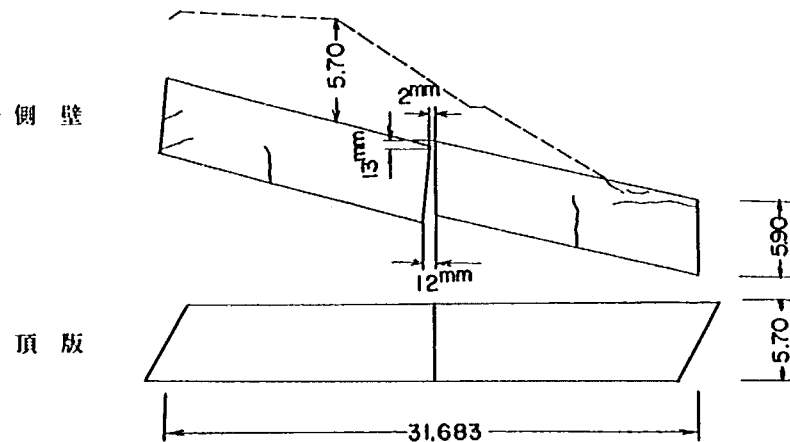
縮尺 1 / 500



○1～2mm程度のクラックについてはVカットしてモルタルを注入するなどの補修も必要かと思われる。

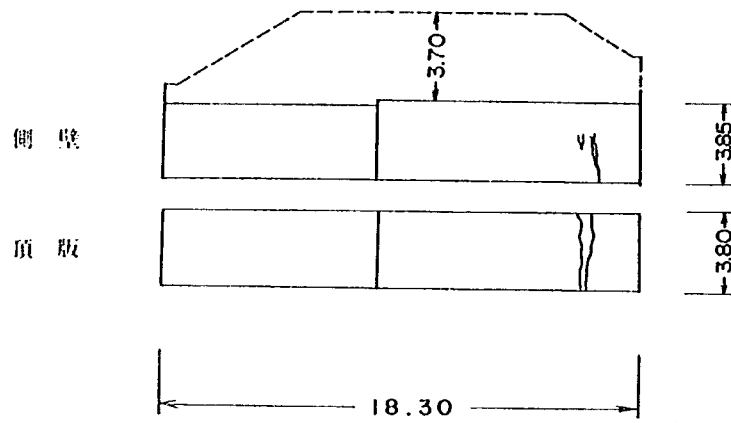
3 - 27

縮尺 1 / 333



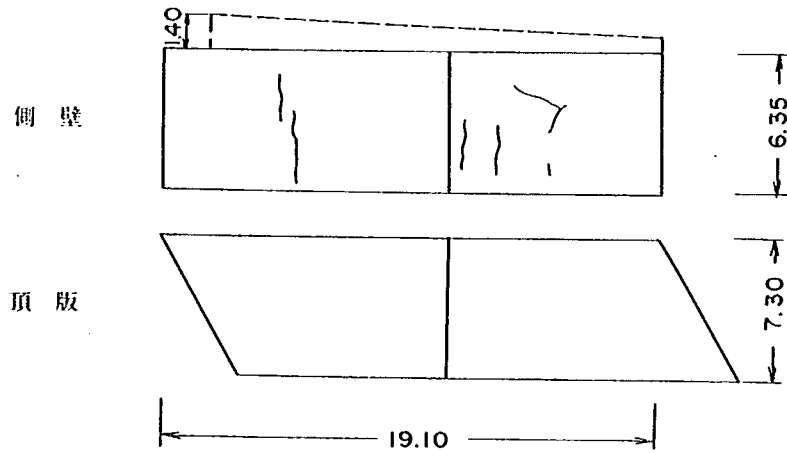
3 - 28

縮尺 1/300



3 - 29

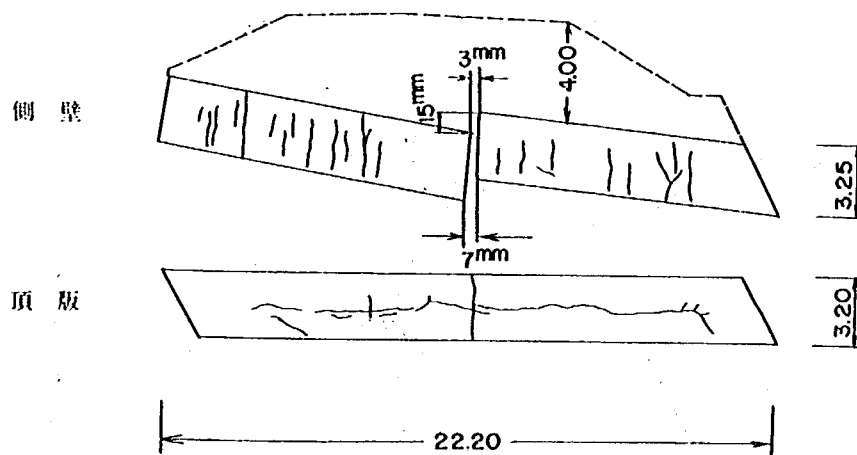
縮尺 1/300



○クラックからの漏水対策が必要である。

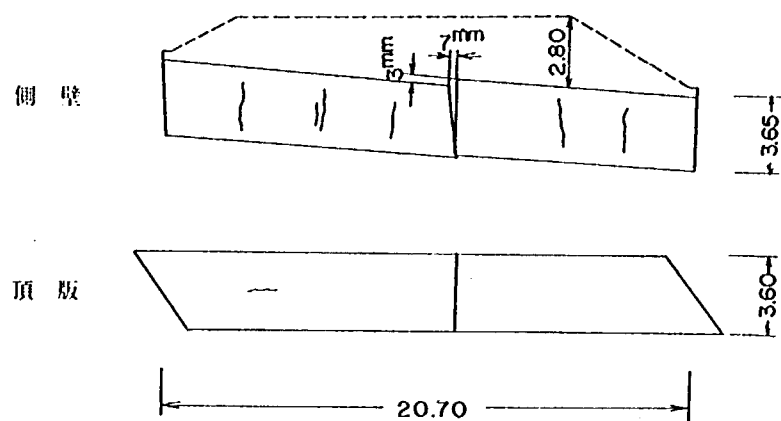
3 - 30

縮尺 1/300



3 - 31

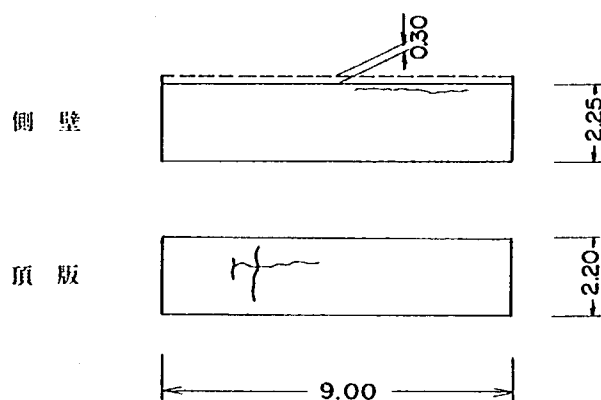
縮尺 1 / 300



○継手部の漏水については今後同様な条件でカルバートを築造する場合、継手部分に止水板を入れる等の対策が必要であると思われる。

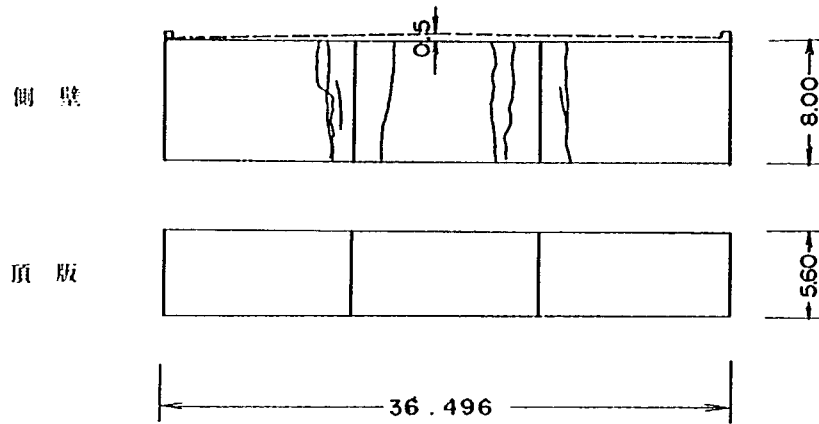
3 - 32

縮尺 1 / 300



4 - 1

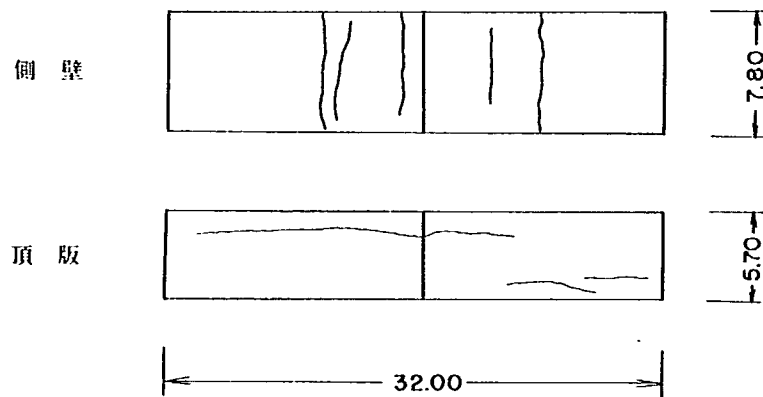
縮尺 1 / 500



○ 4 mm のひび割れ箇所については鉄筋の腐食の原因となるので早急な対策が必要である。

4 - 2

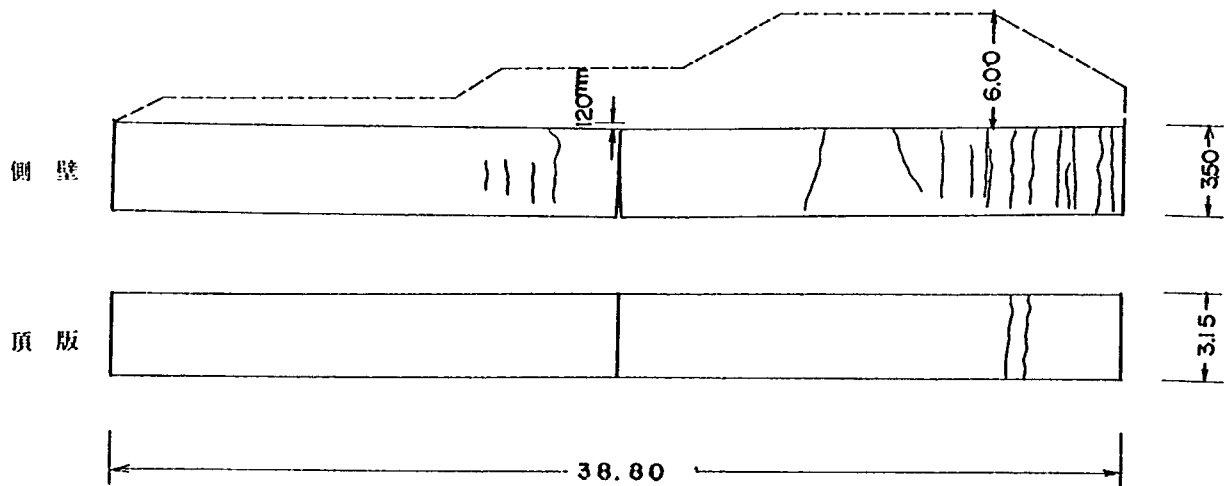
縮尺 1 / 500



○ BICS 工法 (ショーボンドグラウト工法) によりひび割れの補修を行った。

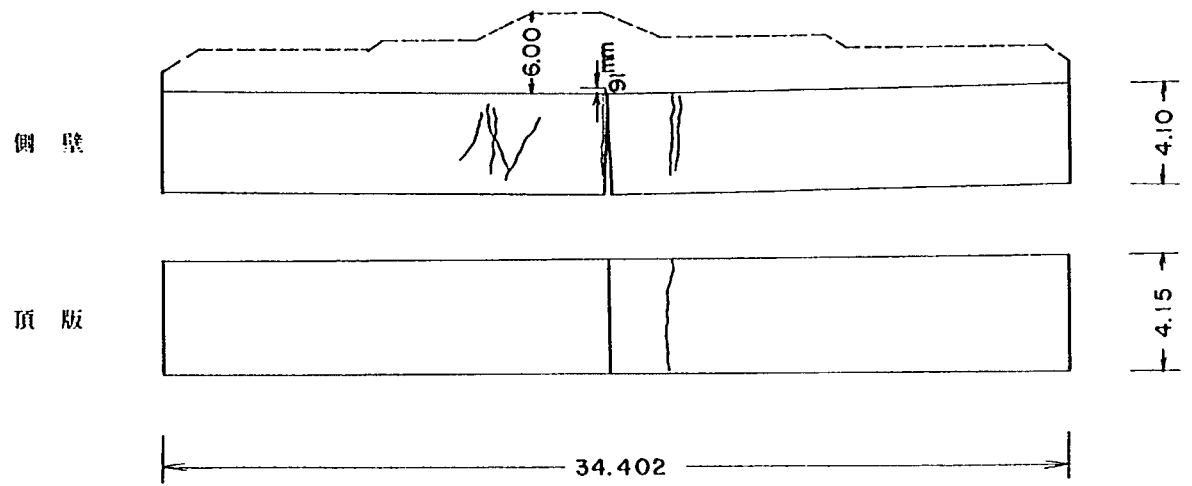
4 - 3

縮尺 1 / 300



4 - 4

縮尺 1 / 300



カルバートの損傷に関する
実態調査

土研資料第1898号
昭和58年3月(1983)
久楽勝行・護摩堂満
竹内辰典

キーワード：カルバート，損傷

要旨 建設省所管の既存のカルバートに関して損傷事例の収
集を行い，カルバートの損傷の実態や損傷に影響を与える要因
などについて検討を加えた結果を報告するものである。



郵便はがき

3 0 5 - □ □

40円切手
はいて下さ
い。

茨城県筑波郡豊里町

大字旭一番地

建設省土木研究所
土質研究室
御中

No. _____

配布先氏名
配布先住所



No. _____

土木研究所資料第1898号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

○