

PC スノーシェルターの設計と載荷試験

(試験編)

高	橋	勉*
江	田	均**
平	野	厚†
水	城	康 ††
佐	藤	啓 †††

まえがき

日本の国土面積の約 52% が雪国であり、国民の 18% が雪国生活をしている。また毎年の豪雪対策に投資される費用は 1 兆円と言われており（昭和 60 年度）、防雪計画は重要な防災対策事業の一つである。

道路の防雪計画の中でも、積雪やなだれに対しては従来のスノーシェッドで対処できるが、空中に舞い上がる雪、すなわち地ふぶき、また局所的に吹き寄せられて積もった雪、すなわち吹きだまりに対しては「シェルター」が最も適した施設と言われている。

従来、スノーシェルターは鋼製、または合成樹脂との組合せのもので考えられていたが、自然との調和や安定性、経済性などから、ここにプレキャストコンクリート製スノーシェルターが作製された。

構造形式は、力学的、美観的に優れている「3 ヒンジアーチ」とし、昭和 58 年には実物大モデル試験で公開実験を行い、安全性の確認がなされた。その後、秋田県において我が国初の PC スノーシェルターが、一般国道 341 号玉川に設置（延長 81 m）され実用化されたので、ここに、「試験編」と「設計編」（次号掲載）に分け、報告させていただくことにする。

初めに、PC スノーシェルターの特徴を述べておくこととする。

・PC スノーシェルターの特徴

- 1) 建設費、維持管理費、耐久性を含めたライフサイクルコストが経済的である。
- 2) シェルター内部は、採光窓をとることによって、

* 秋田県仙北土木事務所角館出張所所長

** 秋田県仙北土木事務所角館出張所技師

† ピー・エス・コンクリート（株）仙台支店工務部設計課課長代理

†† ピー・エス・コンクリート（株）仙台支店工務部設計課主任

††† 前田製管（株）本社設計主任

明るさと視距の確保ができる。

- 3) プレキャスト組立方式であるので、工期が短縮できる。
- 4) アーチ部材端に曲げモーメントを生じない 3 ヒンジアーチコンクリートブロックを多数連設し、PC 鋼材で緊結することにより、長手方向を一体剛性の構造体とするため、基礎コンクリートが簡易に施工できる。
- 5) アーチ型のため、無雪期の美観が良い。
- 6) 周囲の景観からの調和を図り外装仕上げも可能である。

1. 試験目的

本試験では 図-1 のような実構造物を試作し、ピー・エス・コンクリート（株）神町工場にて公開試験を行い、次の事項の確認を行った。

- 1) 構造物に設計荷重を載荷しての安全性の確認試験。
- 2) 3 ヒンジアーチ構造としてのひずみ挙動の確認試験。

2. 実験内容

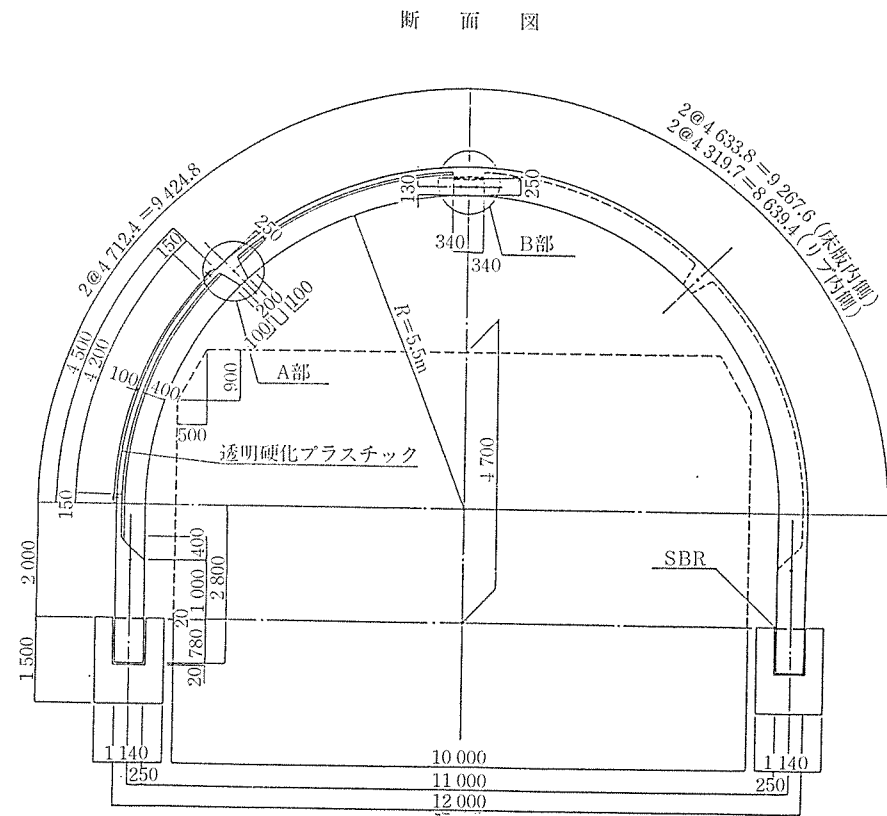
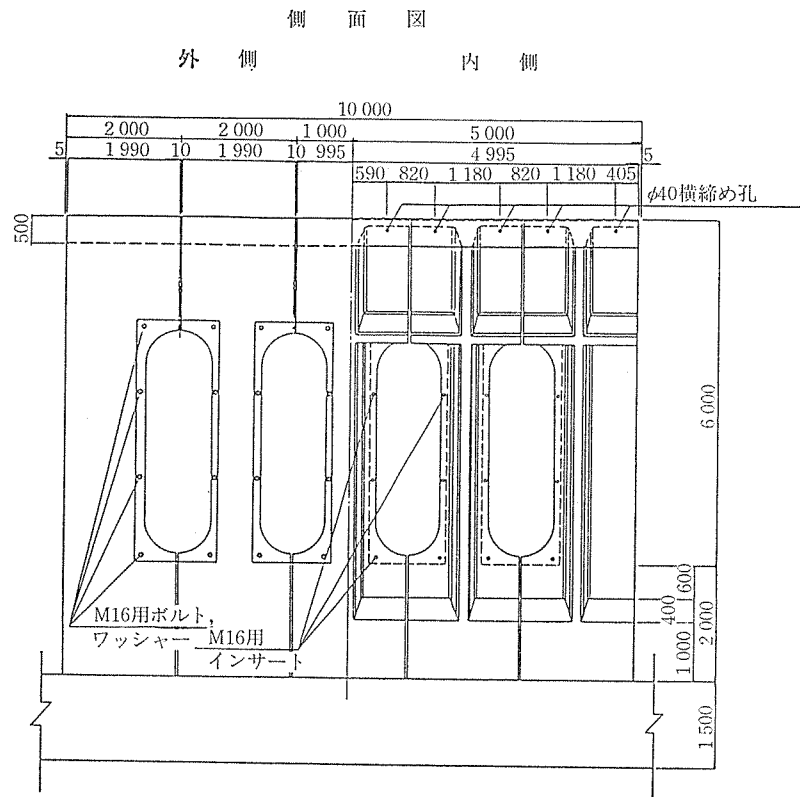
2.1 載荷試験

最大積雪時 4.0 m に見合う載荷試験を行った。供試体はプレキャストブロック 4 組を組み立てた。これを供試体 A とする（図-2）。

載荷方法は、図-2 の B ブロックに、次のように行った。RC スノーシェルター載荷ブロックを左右順序に 2 個ずつ載荷し、計 60 個で全面載荷とする。この時の荷重は最大積雪 4.0 m に見合う 27.36 t である。また、この 60 個のブロックを右側頂上から 2 個ずつ降ろして左 30 個（13.68 t）で半面載荷とした（図-3、図-4）。

2.2 地震試験

供試体は、供試体 A を用い（図-2）、図中の A ブロッ



主構断面図

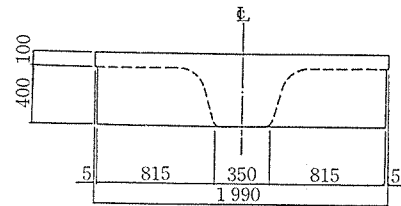


図-1 供 試 体

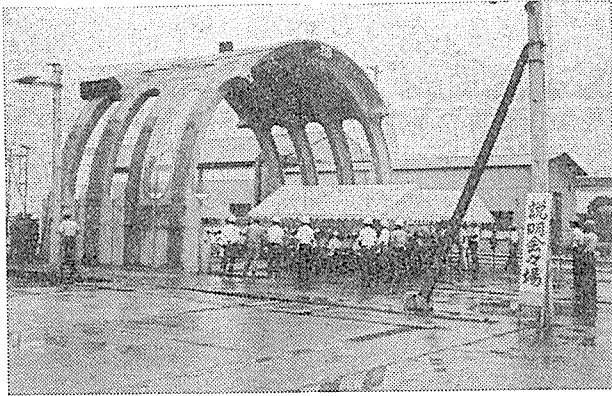


写真-1 公開試験

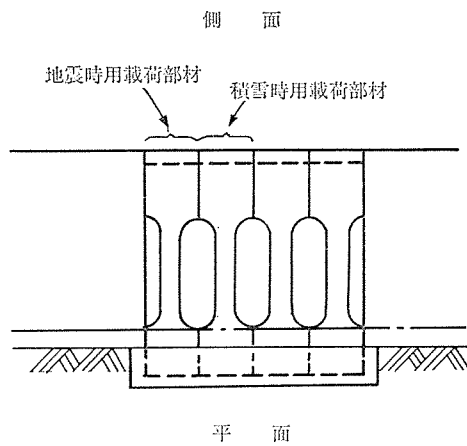


図-2

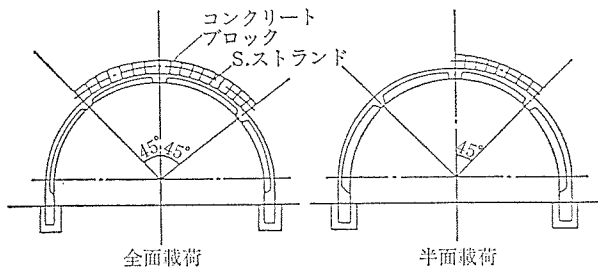
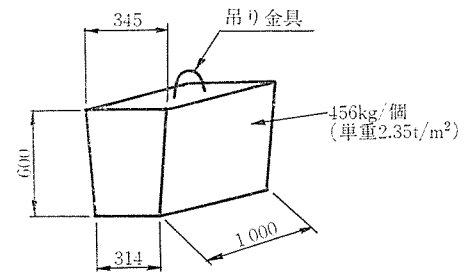
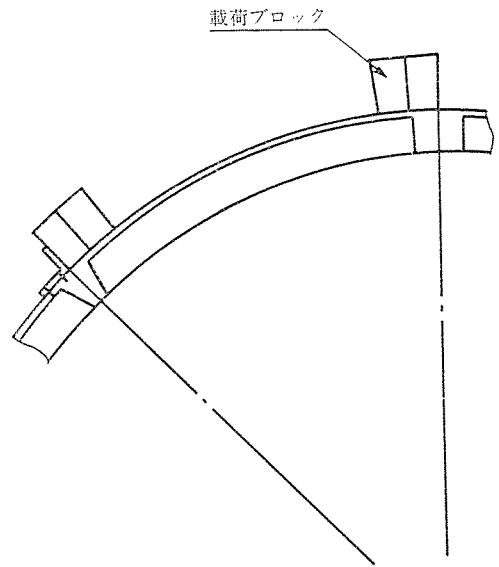


図-3 荷重方法



製作数 60個

図-4 荷重ブロック詳細

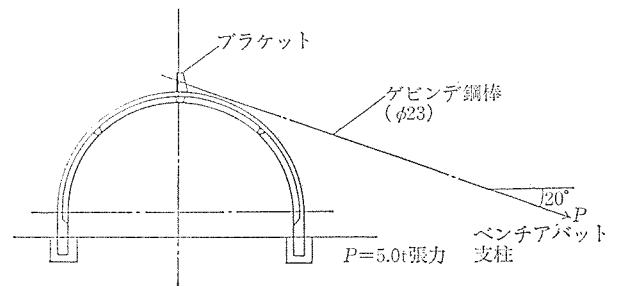


図-5 地震試験

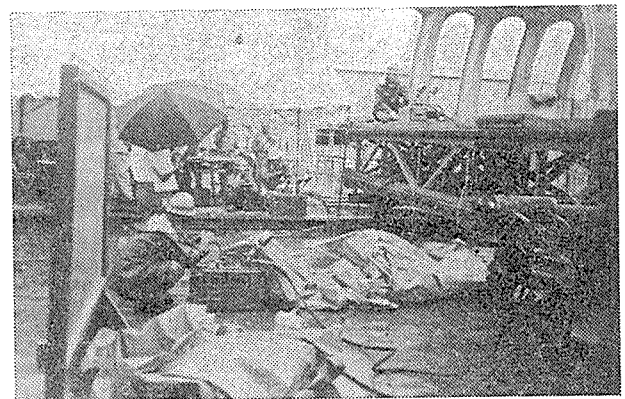


写真-2 耐力試験

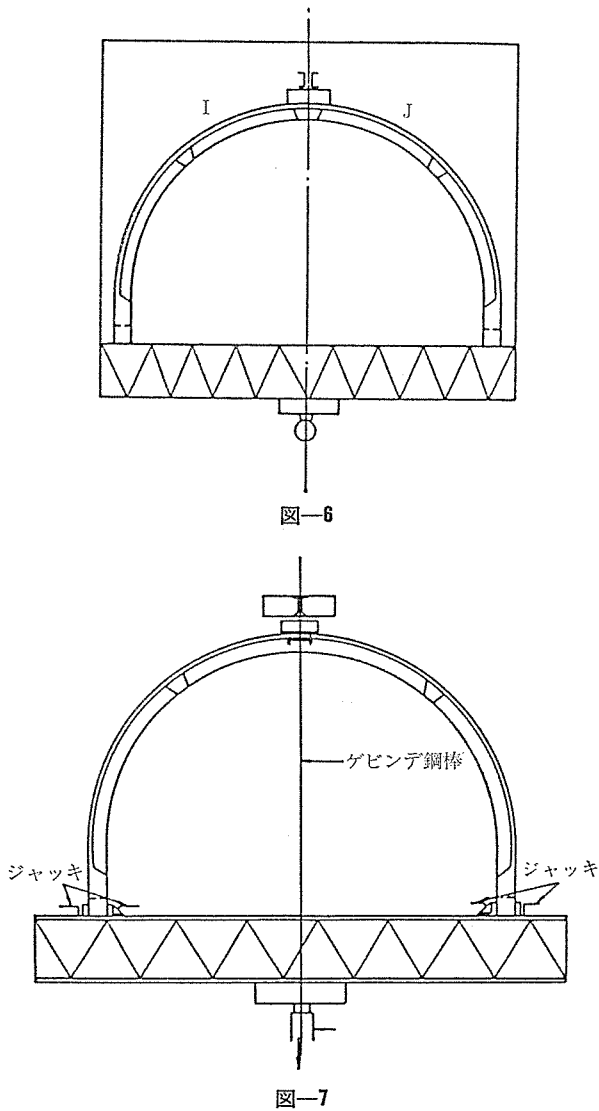


図-6

図-7

くに地震荷重を載荷する。

地震水平震度は $K_h=0.17$ を考慮し、スノーシェルター頂上にブラケットを設け、ゲビンデ鋼棒 $\phi 23$ を 20° の方向に 1t おきに 5t まで 2 回繰り返して載荷した(図-5)。

荷重はゲビンデ鋼棒の伸び量で調節した。

2.3 耐力試験

供試体は、プレキャストブロック1個を水平に配置し、基礎部にエレクトリオンガーダーを固定した。これを供試体Bとする(図-6)。

載荷方法は頂上の中心にゲビンデ鋼棒を設け、ジャッキにより7サイクルに渡って 45t まで載荷した。この試験は破壊を目的としている。

荷重は地震試験同様ゲビンデ鋼棒の伸びにより調整した(図-7)。

3. 測定方法

3.1 供試体 A

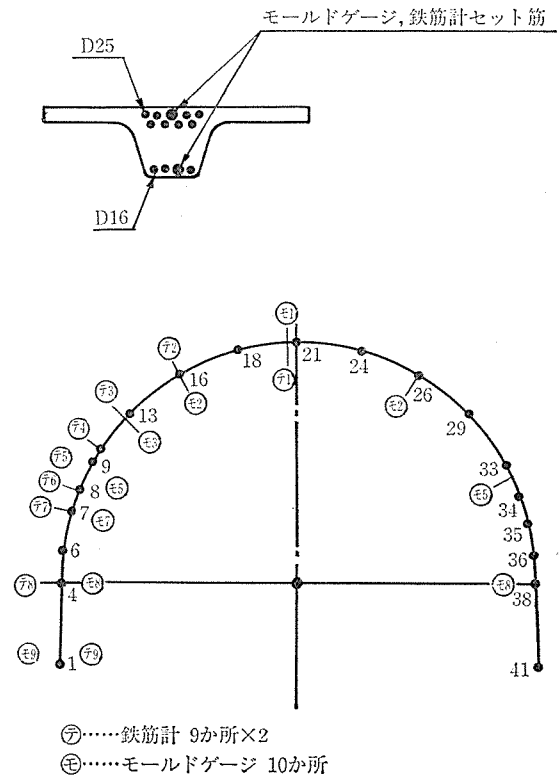


図-8 供試体Aひずみ計設置位置

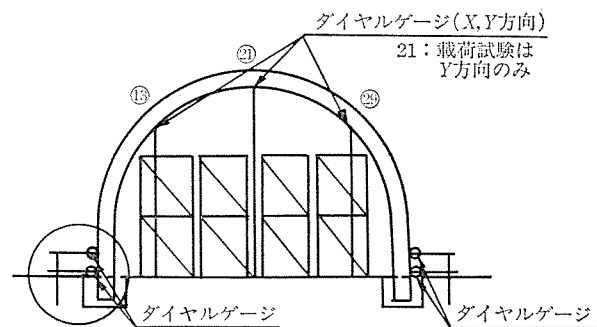


図-9 供試体Aダイヤルゲージ設置位置

(1) ひずみ測定

ひずみ測定は、主梁鉄筋に鉄筋ゲージを貼り、コンクリート内にモールドゲージを埋め込んで行った(図-8)。

(2) 変位測定

各載荷時の変位は、変位計およびダイヤルゲージを用い、X、Y方向の変位について測定した。

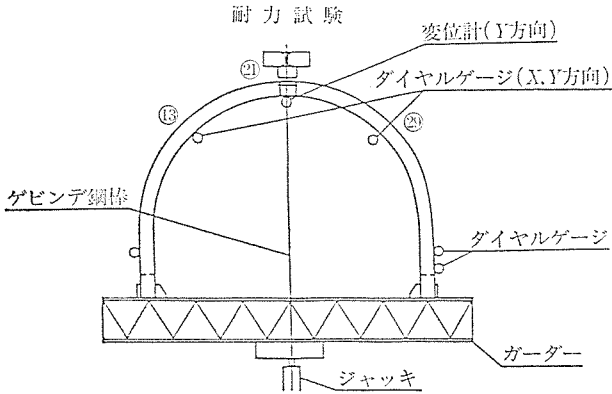
その位置は、部材節点の ⑬、⑳、㉑ 点の3か所である。基礎部は地上 10cm および 110cm の位置で測定した(図-9)。

(3) クラック測定

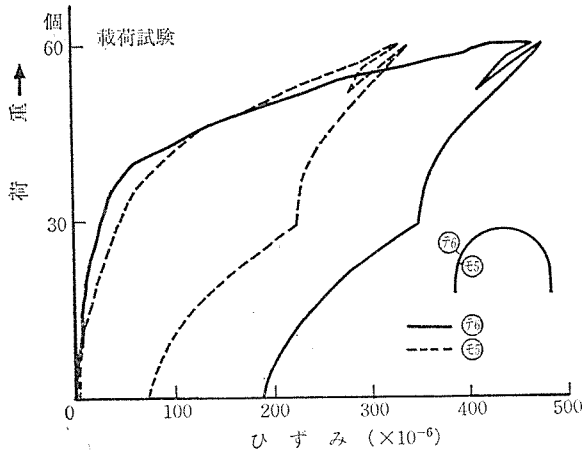
目視による。

3.2 供試体 B

供試体Bは変位測定とクラック測定で、測定位置は供試体Aと同様である(図-10)。



図—10 供試体 B変位測定

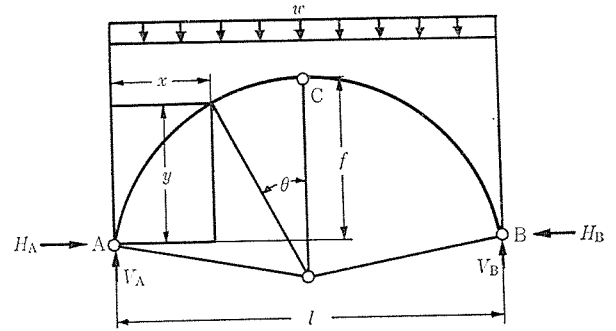


図—11 荷重とひずみの関係

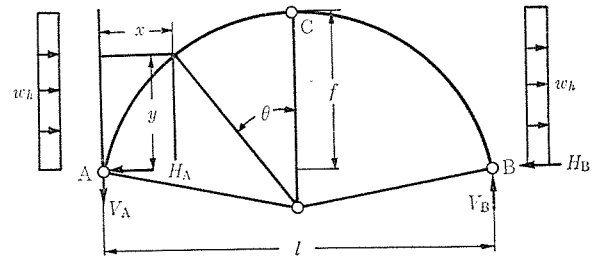
4. 試験結果と考察

4.1 載荷試験

(1) 荷重とひずみの関係(図—11)
 載荷試験時の鉄筋およびコンクリートのひずみは各測点によって相違があるが、全般的にはブロック載荷 40 個程度(荷重 18.24 t 程度)まで荷重とひずみの関係は直線的に変化しているが、荷重がブロック 40 個以上の載荷では、ひずみの増加割合が大きくなり、荷重-ひずみ曲線はカーブを描くようになる。ブロック全載時の鉄筋のひずみから求められる応力の最大値は荷重 27.36 t に対し、 1014.3 kgf/cm^2 で降伏点を下回っているので、この折点は鉄筋の降伏によるものではなく、供試体にひびわれが入り剛性が低下したために生じたものと考えられる。これは部材断面が T 形で、フランジ部が引張側、ウェブ部が圧縮側であるため、断面積の大きいフランジ部にひび



図—12 垂直荷重構造モデル



図—13 水平荷重構造モデル

われが入りコンクリートの引張力に対する抵抗が下がり剛性が減少するためと考えられる。

4.2 理論値と試験値のモーメントの比較

(1) 構造モデル

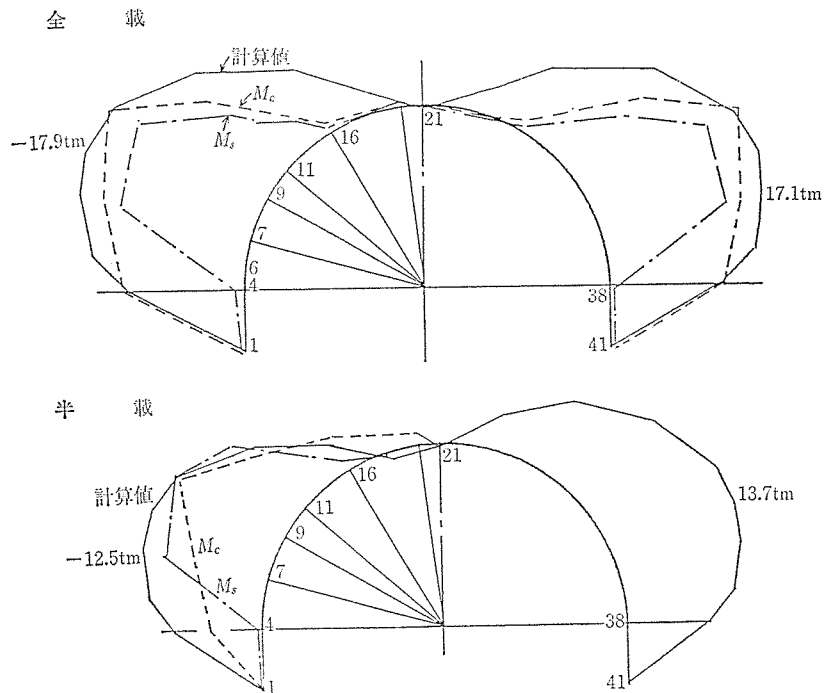
① 垂直荷重に対して

図—12 に構造モデルを示す。

② 水平荷重に対して

図—13 に構造モデルを示す。

(2) 曲げモーメント図と変位



図—14 載荷試験モーメント図

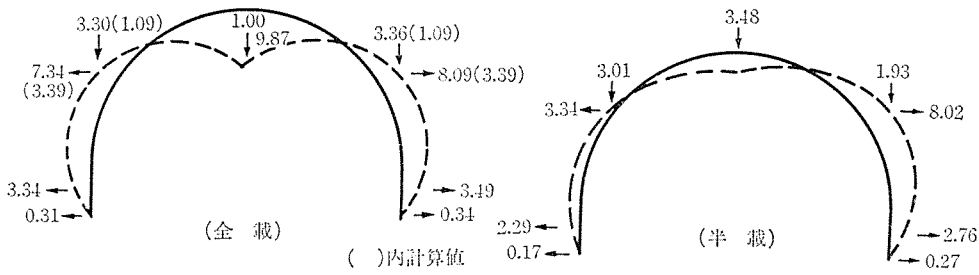


図-15 載荷試験変位図

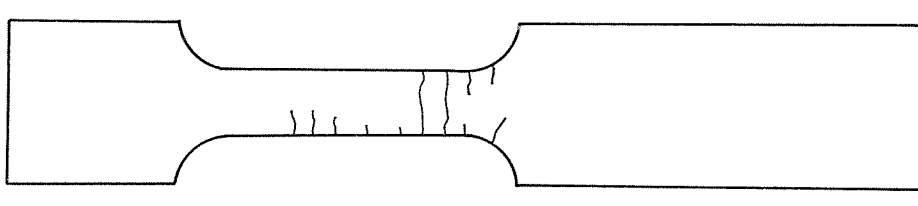


図-16 載荷試験体ひびわれ状況

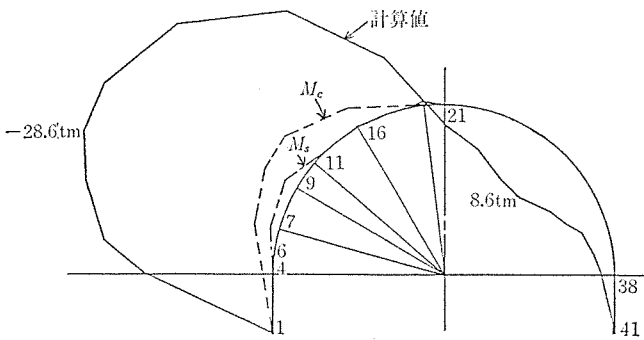


図-17 地震試験モーメント図

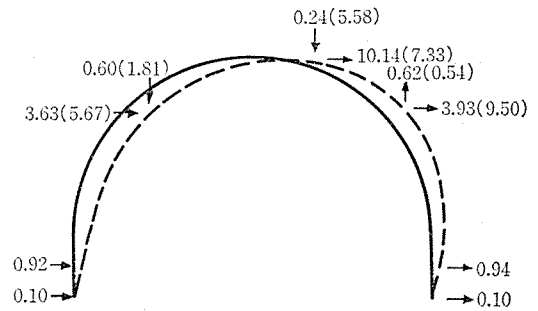


図-18 地震試験変位図

・載荷試験

図-14 による。

載荷試験で、全載での測定値から求めたモーメントはほぼ理論値内である。この時、鉄筋のひずみから求めたモーメントとコンクリートのひずみから求めたモーメントに相違が生じている。

鉄筋のひずみから求めたモーメントは頂部付近と基礎から 2m の点で低い値となっている。これは荷重により圧縮力が部材に作用したため鉄筋のひずみが小さいと考えられる。全体的にコンクリートのひずみから求めたモーメントが上回り、理論値に近い値を示している。また、半載において残留ひずみが含まれているためか頂部付近では理論値を上回っている。

・地震試験

地震試験では理論値をかなり下回るモーメントしか生じていない。ここでも載荷試験と同様にコンクリートのひずみから求めたモーメントが鉄筋のひずみから求めた

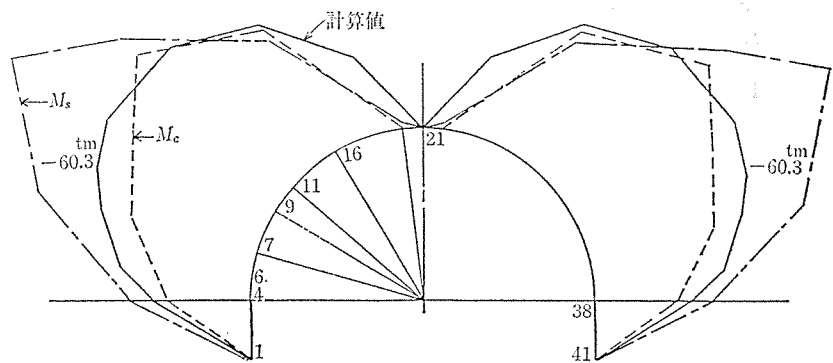


図-19 耐力試験モーメント図

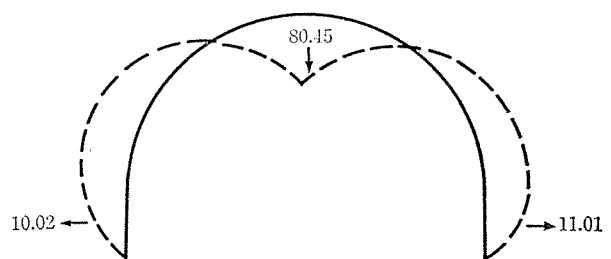


図-20 耐力試験変位図

◇報 告◇

モーメントを上回っている。

・耐力試験

耐力試験では、繰返し荷重を載荷し、残留ひずみがかかり生じたため、理論値のモーメントを上回っている。この時、載荷試験、地震試験と異なり、鉄筋ひずみから求めたモーメントが上回っている。これは荷重により鉄筋が降伏点応力度を超えたためと考えられる。

5. ま と め

各測定におけるひずみより求めた部材のモーメントは、3 ヒンジアーチとして計算して理論値と比較的近似

している。

載荷試験におけるひびわれ発生本数も多くはなく、最大ひびわれ幅は 0.15 mm と小さく一般的に耐久性等に関して問題となるものではないが、ひびわれ発生面が外側であるため、耐久性を高めるために防水工を施すが、0.1 mm 以下のひびわれ幅におさえる設計がより良い方法と思われる。

最後に、本実験の計画からデータのまとめまで、東北学院大学松本助教授、他研究室の方にご指導いただきましたことに心から感謝いたします。

【昭和 61 年 2 月 21 日受付】

◀刊行物案内▶

最近のプレストレストコンクリート構造物の設計、施工と 30 年の歩み

本書は、全国七都市で開催された第 14 回 PC 技術講習会のテキストとして編纂されたもので、各題目とも広範囲な内容でとりまとめられました。特に本四連絡橋では折込図面を多く挿入するなど、予定を超える頁数となりましたが、誠に見応えのある貴重な技術資料であると考えられます。PC 技術者にとっては是非一冊手元に備えておきたい図書です。ご希望の方は代金を添えて（社）PC 技術協会（〒102 東京都千代田区麴町 1-10-15）宛お申し込み下さい。

体 裁：A 4 判 192 頁

定 価：3 500 円

送 料：450 円

内 容：(A) PPC の勧め——設計計算法，PPC 適用例（箱断面橋，屋根梁，沈埋トンネル）。(B) アンボンド PC フラットスラブについて——荷重釣合法による PC 鋼材の配置，設計荷重，架構応力の計算，柱列帯と柱間帯へのスラブ梁モーメントの配分，必要 PC 鋼材量と引張補強筋の配置，長期荷重に対するたわみ量の検討と最小スラブ厚さ，柱周パンチングシアに対する検討，耐火性と PC 鋼材かぶり厚さ，アンボンド PC フラットスラブの曲げ破壊時の性質，結言。(C) PC 円形構造物の現況——Ⅰ) 序論，Ⅱ) 水槽（PC タンクの分類，設計，施工），Ⅲ) 消化槽（概要，設計，施工），Ⅳ) LNG・LPG 貯槽（低温液化ガス用 PC 構造の実績，LNG 地上式貯槽の PC 防波堤，LPG 地上式貯槽の PC 外槽，LPG 半地下式貯槽の PC 外槽），Ⅴ) 原子炉格納容器（概説，PCCV の構造と特徴，PCCV の構造形式の選定，PCCV の設計・品質保証）。(D) 本四連絡橋児島一坂出ルートにおける PC 橋について——児島一坂出ルートの概要，PC 橋の構造形式および施工法。(E) PC げた橋の新しい連続化工法——連結部の接続方法，連結部の設計，阪神高速道路堺線における試験工事の施工報告。(F) プレストレストコンクリートの 30 年——PC の沿革（橋梁，建築，容器類，海洋構造物，その他），PC 工場製品の沿革，PC 橋の塩害対策。