

熊本大学 正員 崎元達郎
大成建設 " 安藤 肇
不動建設 " 青木正明

1) まえがき; 従来の許容応力度設計法に比較して、構造物の耐荷カマ最終状態を規準にする極限強度設計法の方が、より合理的に安全性を確保することになる。圧縮材を主部材とするアーチ橋のような構造物については、溶接による残留たカマ製作不整による面外初期たわみが存在する事を考え合わせると、アーチリブの弾塑性域における面外強度が橋全体の耐荷力を決定する重要な因子の一つとなる。従来、アーチの弾性面外座屈については、種々の理論解法ならびに実験的研究が発表されているが、弾塑性域における面外座屈については、また、理論解法は確立されておらず、実験的研究も少ない。本報告は、溶接箱型断面を有する2-ヒンジ円弧リブアーチ供試体により、弾塑性面外座屈実験を行い、その性状について述べたものである。

2) 予備試験; 板厚4.5mm(公称)の使用鋼材

表-1 材料の機械的性質

(SS-41)についての引張試験結果(JIS-5号)を表-1に示す。また、本実験のアーチリブと同一断面寸法、溶接条件の残留たカマ測定用供試体を別途製作し、機械的切断によるたカマ解放法により、残留ひずみを測定した。残留たカマの測定値の分布と、自己つり合条件ならびに二軸対称化により補正した修正分布を図-1に示す。修正分布の最大圧縮残留たカマは、ウェブで0.41%、フランジで0.15%となっている。

	板厚	ヤング係数	降伏たカマ	降伏ひずみ	引張強度	伸び
Mill Sheet	4.5mm	—	2900 kg/cm^2	—	4300 kg/cm^2	40.0%
実測値	5.1mm	1.98x10 ⁶ kg/cm^2	3180 "	2000 μ	4430 "	36.7%

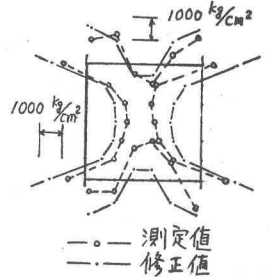
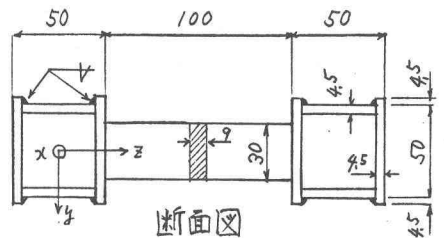


図-1 残留たカマ分布

3) アーチ供試体; アーチ供試体の設計断面寸法と形状寸法を図-2に示す。

荷重として鉛直等分布荷重が作用する場合を想定し、載荷装置は支間方向8等分負に集中荷重を作用させる構造とした。また、下路橋を想定してアーチ支間を格付線上で荷重装置の面外変位を拘束している。実験装置全景を図-3に写真で示す。

4) 面外初期たわみの測定; 供試体を載荷フレームに設置した状態で初期たわみの測定を行った。測定は、両支束付近のアーチウェブ側面に張りわたした細糸とアーチの8等分負のウェブ側面から下ろした下げ振りの細糸との距離を読取顕微鏡(最小読み0.01mm)で読み取った。測定値は、二波形を示し、その最大値(北リブで1/550、南リブで1/440)は、必ずしも、示す書の規定1/1000以下を満足していない。



5) ひずみおよび変位の測定; 供試体の主要断面において

フランジ、ウェブとも3点づつ、一断面に12本の軸方向ストレインゲージを配した。

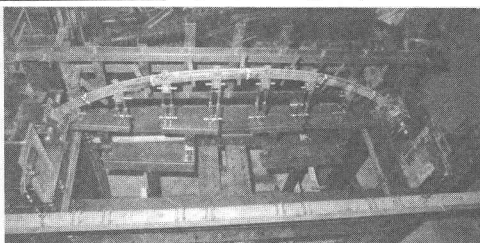


図-3 載荷装置

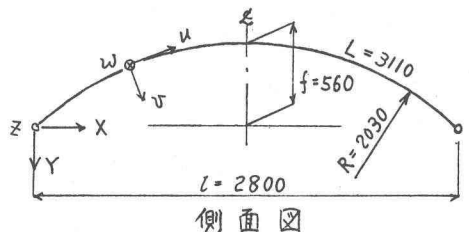


図-2 供試体寸法

後に示す塑性域の分布図(図-8)は、溶接残留ひずみと荷重による付加ひずみの和が降伏ひずみを越えた部分を降伏と判定して得られた。面外変位は、支間8等分点の7断面に固定したアームに上下20cm離して取付けた変位計により測定し、上下測尺の変位の平均で面外変位を、上下測尺の変位の差より断面回転角を計算した。測定の一部は、X-Yレコーダー-ゲーターレコーダーにより動的に記録した。

6) 実験結果ならびに考察; 図-5に荷重-変位, 荷重-ひずみ図を示す。弾性限荷重 $P_{1/2} \approx 20^t$ を過ぎると荷重-面内変位曲線は、わずかに線型性を失うが、全般にわたる変化なく、 $P_{1/2} = 25.5^t$ 付近より、面内変位, 面外変位とも、比較的急な増加を示し、 $P_{1/2} = 27.5^t$ で面外方向に急激に変形を生じると共に耐荷力を失った。図-6に示すように、初期たわみは、ほぼ左右

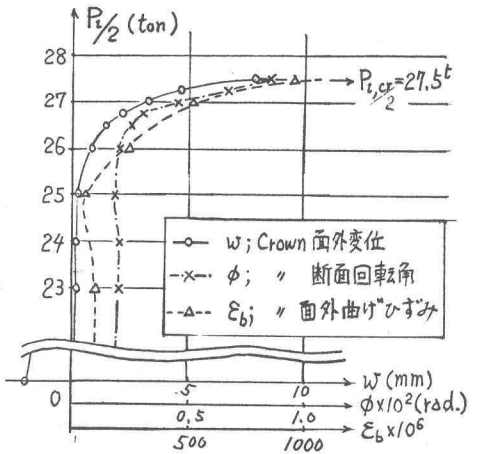


図-5 荷重-変位, 荷重-ひずみ曲線

対称の二波形であったが、北側(図の上側)への変位が増大して一波形に近ずき、最終つり合状態

$P_c = 55^t$ でもかううじて二波形を示しているが、測定の直後急激に変位一波形となった。除荷後の残留変位は、図-6の・印の如くなり、弾性座屈の波形に類似しているが、左右非対称性に初期たわみの影響を残している。図-7の写真からも解るようにCrownから西(写真の左)へ25cm程度の所に大きな曲がりを生じている。図-8は、最終つり合状態 $P_c = 55^t$ におけるひずみの断面内分布と軸方向分布から算定した塑性領域の分布図である。軸力と面内曲げにより0.1L, 0.9L付近の下フランジ, Crownの上フランジ付近が降伏しており、面外曲げにより北ウェブの東から $3/4$ たがけて、南ウェブのCrown付近が降伏している。いずれも細長い島状を示し、

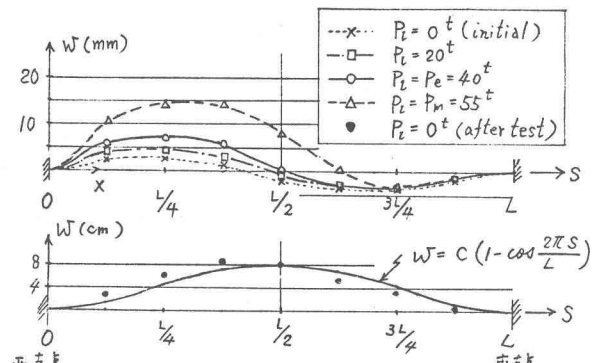


図-6 面外変位モード

塑性域の分布状態には、二次的な曲げの影響も大きいことが解る。いずれも、曲げ部材に特有の塑性ヒンジの形成には至らない。本研究は、昭49年度科学研究補助金(奨励)を受けた。また、有益な御討議をいただいた大阪大学小松定夫教授ならびに御支援をいただいた熊本大学平井一男教授に心から謝意を表します。

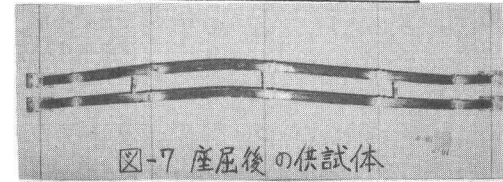


図-7 座屈後の供試体

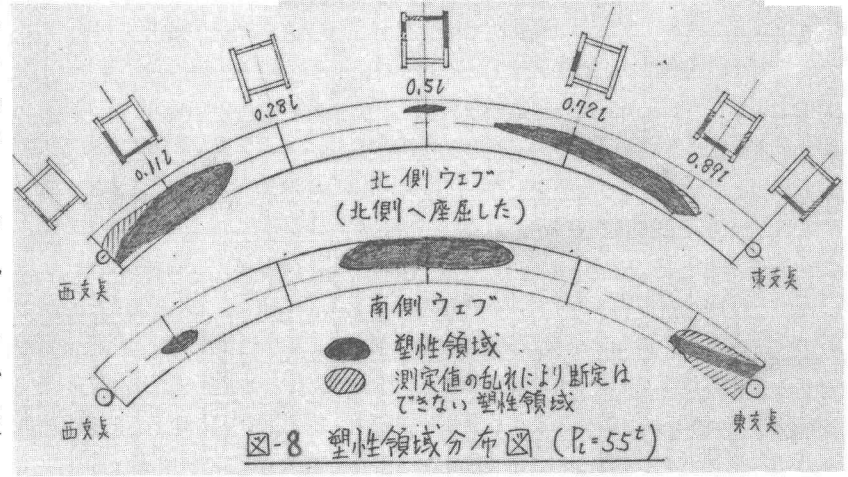


図-8 塑性領域分布図 ($P_c = 55^t$)