

III-17 アーチ応力に及ぼす基礎およびサドルの影響について

正員 京都大学 工学研究所 丹羽義次
 正員 京都大学 工学部 森 忠次
 準員 京都大学 工学研究所 寒川重臣

要旨 近年水力開発の進展とともに、基礎岩盤の悪い地質にアーチダムの建設が計画されるようになった。このためにはアーチダムの応力状態を特に詳細に究明して、その安全性を検討する必要がある。この見地から本研究は基礎的考察として、2次元的に水平アーチ要素について取扱ひ、水圧荷重のみを対象として、基礎の弾性係数がアーチの応力状態に及ぼす影響並びにサドルの付加によるアーチ応力の改善効果について、理論的並びに実験的考察を行った。

1 理論的考察：種々の条件を満足する完全な解析を行うことは極めて困難であるが、こゝでは図-1に示すI, II及びIIIの系列のサドルを対象とし、構造力学的に基礎条件を種々変化して計算を行い、アーチの応力状態を系統的に解明した。この場合基礎の変位量を規定する係数を定める必要があるが、

本計算ではサドルの部分をアーチの一部と考え、アーチ管と等しい高さ及び径のサドルを付した場合の q/b (Vogtの著位式参照)をとり、その他はサドルの径 a に比例して、 q/b を変化して係数を定める。この場合弾性係数比 E_c/E_r (コンクリートと岩盤の弾性係数比)は

1, 2, 5, 10 及び 20 とし、クラウンと θ 45°, 60°, 75°, 90° 及び アバット の各角について、おのおの上下流側への応力を求めた。

a) 中心角 $2\theta=100^\circ$, 厚 s /中心線半径 $=0.3$ の場合

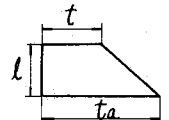
クラウンと $\theta=50^\circ$ 角の上下流側応力と E_c/E_r 及びサドルの径 a との関係をIの場合について例示すれば図-2, 3 のようである。これより基礎岩盤の弾性係数如何によつては径 a の断面の大径のサドルを設けること、最も有利であるとは云えない。

いま E_c/E_r と5 と考えれば、クラウン上下流側応力については、径 a の如何にかかわらず、高 s 0.75 のBサドルが比較的に有利であり、高 s の如何にかかわらず径 a による効果はあまりない。

b) 中心角 $2\theta=120^\circ$, 厚 s /中心線半径 $=0.15$ の場合

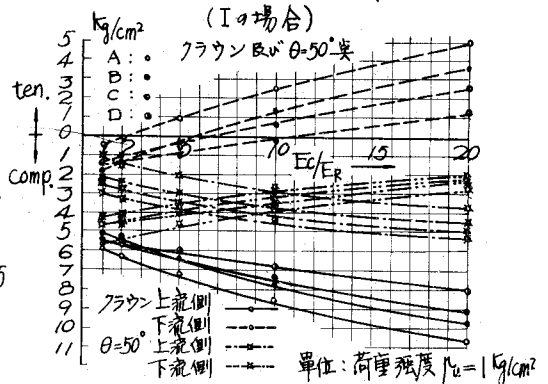
クラウンにおける応力状態は、前者の場合と逆の傾向を示す。すなわち E_c/E_r が3 以下は、クラウンにおけるモーメントは前者と符号相反し、上流側圧縮応力は E_c/E_r の増大とともに減小し、下流側応力は常に圧縮の状態、 E_c/E_r の増大とともにその応力値を増大する。

図-1 サドルの種類



	A		B		C		D	
	t_a/t	l/t	t_a/t	l/t	t_a/t	l/t	t_a/t	l/t
I	1.25	0.50	1.25	0.75	1.25	1.00	1.25	1.25
II	1.50	0.50	1.50	0.75	1.50	1.00	1.50	1.25
III	2.00	0.50	2.00	0.75	2.00	1.00	2.00	1.25

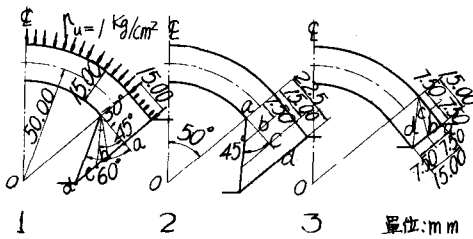
図-2 アーチ応力と E_c/E_r の関係



一方 $\theta=60^\circ$ 度上下流側応力は常に圧縮であつて、前者と異なり E_c/E_R の如何にかかわらずモーメントの方向は不変である。下流側応力は前者よりもはるかに大きな値を示し、上下流側応力とも E_c/E_R によつてあまり変化しない。サドルの効果については、能力の大きさに多少の相違が認められるが、アーチ中心角の大きさが最適であるため、サドル効果は特に問題とならない。

2 実験的考察：充弾性的方法によつて実験を行った。すなわち基礎岩盤にはゴム板、堤体コンクリートにはアラルダイト樹脂 ($E=30,000 \text{ kg/cm}^2$) を用い、両者の弾性係数比 E_c/E_R を 1, 2, 7 及び 15 とした。アーチは中心角 $2\theta=100^\circ$ 、高さ/半径=0.3 とし、これに付加するサドルは図-4 に示す3系列を採用した。なお1及び2系列についてはアーチとサドルを切り離して実験を行った ($E_c/E_R=1.0$ の場合)、前者との比較考察を行った。その結果、クラウン及び $\theta=50^\circ$ 度の上下流側応力とも E_c/E_R の関係は1の場合について例示可能な図-5 のようである。実験結果の応力状態は、計算結果とほぼ等しい傾向を示す。1, 2 の各場合の結果より、 E_c/E_R を5と考へれば、クラウンと流側応力については、松中

図-4 模型の種類



中心角 $2\theta=100^\circ$ 、高さ/中心線半径=0.3

45° の場合、高さ0.75のサドルが比較的有效であり、高さ1.0の場合、松中1.58のbサドルが比較的有效である。また下流側応力については、松中 45° の場合、高さ1.0のcサドルが最も有効であり、高さ1.0の場合、松中1.58のbサドルよりやや小さいものが有効であることが明らかになった。

3 結論：以上の結果を総合すれば、高さ0.75、松中1.5のサドルでクラウンの応力状態の見地から最も有効であるものと考へられる。しかしこの場合松中に生じる応力の改善効果は小さく、高さを高くする中心角の増大による応力の改善効果が卓越することに注目しなければならない。 E_c/E_R が大きい場合にはサドルの座中の松中もかなりの効果がある。なおアバウトの non radial の応力避けるべきであり、本主のみによるアーチ応力の改善には、アーチとサドルを切り離すことは好しくないことと認められた。

図-3 アーチ応力とサドル板厚との関係 (I の場合)、クラウン及び $\theta=50^\circ$ 度

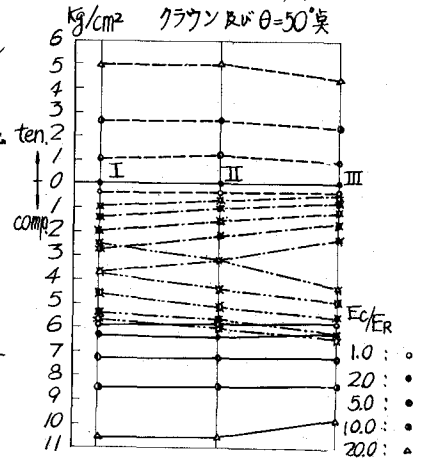


図-5 アーチ応力と E_c/E_R の関係 (1 の場合)

