

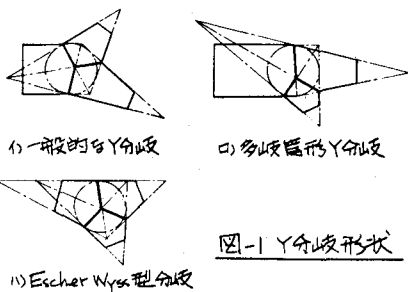
日本鋼管株式会社 正会員 ○宮村隆夫

菅原一昌

松山孝弘

## 1. まえがき

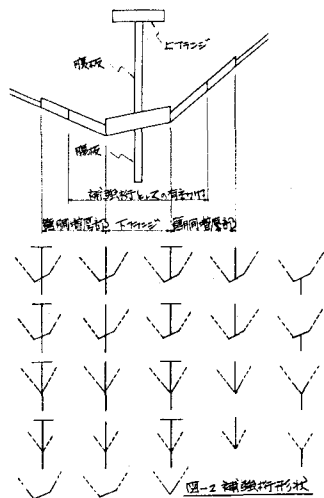
ペンストックの分岐構造は、Y分岐ならびに球分岐構造に大別され、水門設計技術基準<sup>(1)</sup>にその設計法が記述されている。又、Y分岐構造の進化した形として、補強材の面影を残すシクルプレート<sup>(2)</sup>を有するエッシャーワイス型、更に補強材を有しない完全シェル構造のクルップ型等、数多くの研究がなされている。Y分岐構造は、曲げモーメント、軸力、せん断力を受ける桁(U桁、円環桁)により補強されるが、分岐形状、補強材形状の最適化を言うことにより、補強材に伝わる曲げモーメントを零に近づける設計が可能である。本研究では任意形状Y分岐構造の応力解析を行ない、基本的な力学的挙動を把握すると共に将来の最適分岐形状、補強材形状検討の指針を行なった。



## 2. 分岐構造と解析手法

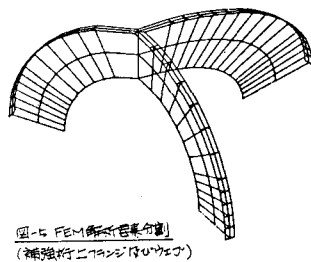
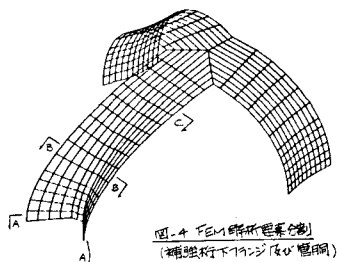
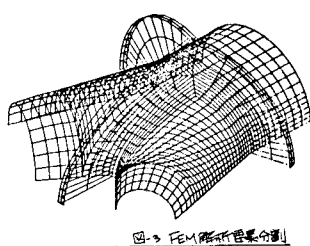
対象とする分岐形状は、図-1に示すものである。又、補強材の断面形状は、図-2に示すものである。解析手法として次の2つのレベルを考えた。

- (1) 梁理論による解析：任意形Y分岐構造の補強材に着目し、古典的な曲り梁理論により補強材のみを解析する。(従来の方法のフロウラム化)
- (2) 有限要素法(SAP-IV)による解析：図-3(図-4、5は、図-3の一部分を示す)に示す様な、管胴、補強材全体の3次元弾性シェル構造のFEM解析を行なう。これは従来の梁理論による解析の妥当性、実用性の検討を行なうと同時に、補強材下フランジ附近の応力状態の検討を行なうことを目的とする。



## 3. 解析モデルと荷重状態

図-6に解析モデルを示す。これは当社が昭和47年に施工した東京電力中津川1号発電所のY分岐である<sup>(2)</sup>。荷重状態は水圧試験時である。



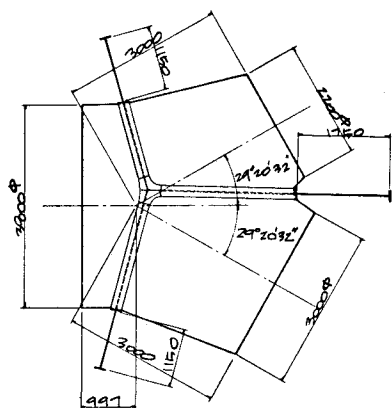


図-6 東京・中津川1号電所Y分岐

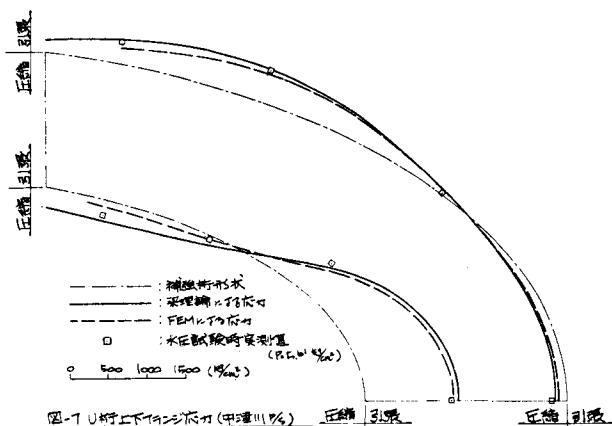


図-7 U桁上下フランジ応力(中津川1号)

#### 4. 解析結果と考察

(1) 図-7は補強桁(U桁)の上下フランジ応力について、梁理論、FEM、水圧試験結果を比較したものである。3者はよく一致しており、かつ梁理論による解析結果が安全側であることから、実用上はこれで充分と思われる。

(2) 図-8は、図-4に示す断面A、B、Cについて補強桁下フランジ附近の応力分布を表わしたものである。図より断面間の応力分布形状に著しい差異が認められる。下フランジ及びその附近の管胴は、補強桁ウエブ取付位置を線支持されたスキフプレートとしての応力と、その反力を荷重として受ける補強桁の下フランジとしての応力が作用する。スキフプレートとしての応力は、下フランジ及びその附近の管胴の曲率半径に比例すると思われる。断面Aでは曲率半径が小さく桁の曲げ応力が卓越しており、断面B、Cと進むにつれてスキフプレートとしての応力が大きくなると考えれば、図-8の応力分布状態が説明できるとと思われる。

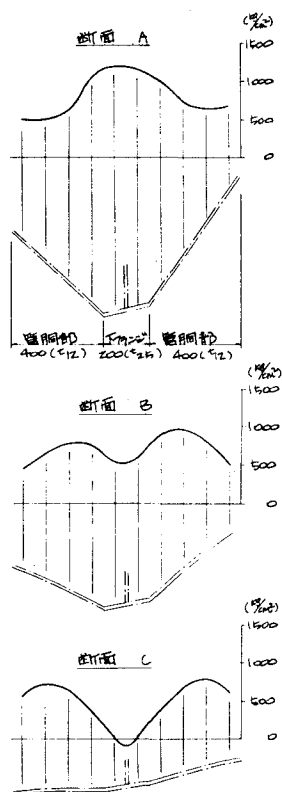


図-8 U桁下フランジ附近応力(中津川1号)

#### 5. あとがき

Y分岐補強桁、特に下フランジ附近の応力は、補強桁としての応力とスキフプレートとしての応力の重ね合せとして把握できるとと思われる。本研究により、補強桁としての応力は曲り梁理論により安全側に設計できることがわかった。スキフプレートとしての応力について単純なモデル化が可能と思われ、今後研究を進めたいと考えている。

#### 6. 参考文献

- (1) 水門鉄管協会：水門鉄管技術基準 水圧鉄管継ぎ道補 分岐管，1978-2
- (2) 松山孝弘，片野敏雄：中津川1号電所水圧鉄管工事報告 水門鉄管NO. 77 1972-9