

支承部モーメント荷重に対するラジアルゲート耐荷力の脚柱形状による違い

電力中央研究所 正会員 塩竈 裕三

1. はじめに

ラジアルゲートでは、開閉時に生じる支承部摩擦抵抗モーメントに起因した脚柱の座屈が、設計・管理上特に注意すべき重要な限界状態となっている。

今回、脚柱部の形状の違いが耐荷力に与える影響を確認するため、筆者が提案しているワイヤロープと滑車を用いた載荷機構^{1),2)}によりラジアルゲート模型の耐荷力実験を行った。

2. 実験ケース

図1に模型の形状を示す。既報^{1),2)}で用いた模型形状を基本とし、トラニオンカバー長を既報の269.7mmから、459.7mm、569.7mmへと増加させた模型を用いた。既報で提案したように、トラニオンピンを固定して模型を開閉用ワイヤで引っ張ることで、モーメント荷重を模型に与える。

カバー長を変えることにより、同じ大きさのトラニオンピン周りのモーメントであっても、設計式上得られる脚柱延長上での最大の曲げモーメントの大きさ、あるいは最大の曲げモーメントが生じる断面が変化する。今回の実験は、これらが模型全体の耐荷力に与える影響の確認を意図したものである。

なお、脚柱の曲げ圧縮フランジの面外変形という既報と同様の損傷モードとなるよう、9mmの板厚のトラニオンカバーのうちトラニオンピン近傍では、外面にさらに9mmの鋼板を溶接しこれらの箇所には損傷が生じないようにした。

実験ケースを表1に示す。ケース1-1とケース1-2とでは、カバー長を含む模型形状は同一であるが、水圧模擬荷重がケース1-1は既報のケース0と同程度、ケース1-2はケース1-1より水圧模擬荷重を増加させている。これは、脚柱に作用する軸力が耐荷力に与える影響の確認を意図したものである。ケース2は、カバー長569.7mmの模型に対してケース0と同程度の水圧荷重を与えたケースである。

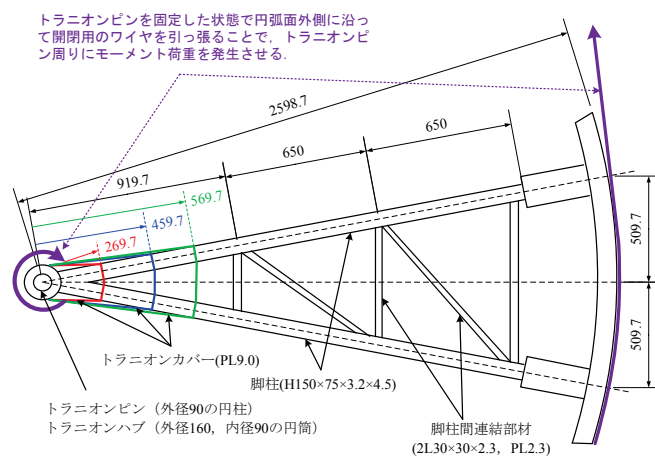


図1 模型形状

表1 実験ケース

ケース名	トラニオン カバー長[mm]	水圧模擬荷重 [kN]
ケース0	269.7	101.5
ケース1-1	459.7	96.9
ケース1-2	459.7	162.0
ケース2	569.7	94.6

* ケース0は既報

3. 実験結果

(1) 脚柱の曲げモーメント分布

図2に、脚柱の曲げモーメント分布について、設計式より求めた設計値および各実験ケースにおける実験値を示す。水平軸は、トラニオンピン中心から脚柱軸に沿った距離を示す。鉛直軸は、トラニオンピン周りのモーメント荷重に対する脚柱各断面の曲げモーメントの比率を示す。なお、各実験ケースについては、ピン周りのモーメント荷重が等しくなる時間断面を取り出して図示しており、このとき脚柱の各断面は弾性域にある。

実験模型の2本の脚柱はそれぞれ同じ断面形状であるため、ピン周りのモーメントは設計式上2本の脚柱へ等分に分配される。そのため、図中の水平軸0mmで設計値は1/2 (=0.5)となる。設計値は、水平

キーワード ダムゲート、耐荷力実験、曲げモーメント分布、トラニオンカバー、摩擦抵抗

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 一般財団法人 電力中央研究所 構造工学領域

Tel : 070-6568-9672, Fax : 04-7183-2962, E-mail : shiogama@criepi.denken.or.jp

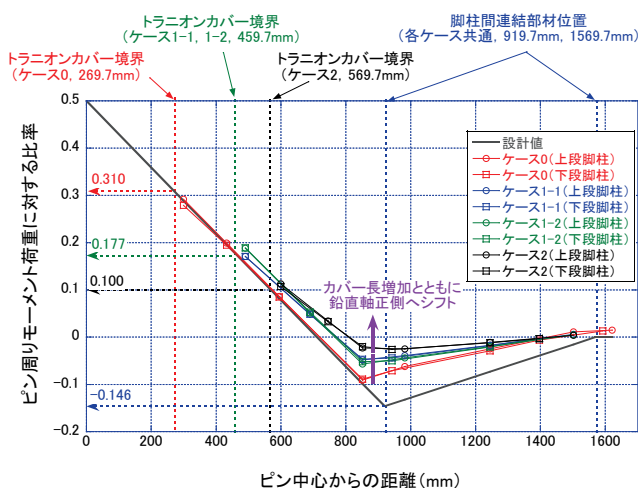


図2 脚柱のモーメント分布

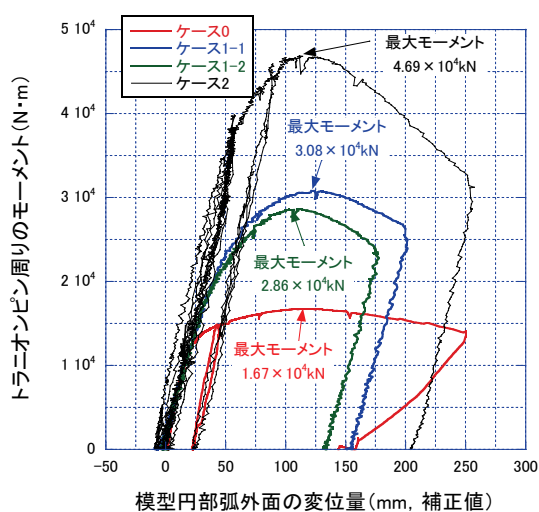


図3 模型の変位量とモーメントの関係

表2 カバー境界での脚柱曲げモーメントと耐荷力

ケース名	カバー境界での曲げモーメントの逆数	耐荷力
ケース0 (基準ケース)	1.00	1.00
ケース1-2	$1.75(=\frac{1}{0.177}/\frac{1}{0.310})$	$1.71(=\frac{2.86 \times 10^4}{1.67 \times 10^4})$
ケース1-1	$1.75(=\frac{1}{0.177}/\frac{1}{0.310})$	$1.84(=\frac{3.08 \times 10^4}{1.67 \times 10^4})$
ケース2	$3.10(=\frac{1}{0.100}/\frac{1}{0.310})$	$2.81(=\frac{4.69 \times 10^4}{1.67 \times 10^4})$

軸 919.7mm の脚柱間連結部材位置で負の極値 -0.146 をとり、次の連結部材位置で 0 となる。

ケース 0 では、水平軸 919.7mm の脚柱連結部材位置より左側で、設計値と実験値がよく一致しているが、これより右側で比率の絶対値が小さくなっている。ケース 0 からケース 2 にかけてカバー長が増加するにつれて、脚柱連結部材近傍の曲げモーメント

が鉛直軸正側ヘシフトし、脚柱延長にわたる曲げモーメント分布も鉛直軸正側ヘシフトしていた。

脚柱の応力照査では、曲げモーメントが極大となる断面を取り出して照査を行う場合がある。ケース 2 のようにカバー長が長くなると、設計式上得られる最大曲げモーメント位置は、カバー境界から連結部材位置へ移動する。図 2 の実験結果では、連結部材位置での曲げモーメントは設計式より小さく、ケース 2 のような形状のゲートでは、連結部材近傍断面に対して安全側の照査になっている可能性がある。

(2) 耐荷力

図 3 に、実験中の模型円弧面での変位量とトラニオンピン周りのモーメントの関係を示す。水平軸が変位量で、トラニオンピンの弾性変形や固定治具の遊びによる回転量を除去した補正量となっている。

トラニオンピン周りのモーメントの最大値を実験模型の耐荷力と考えると、カバー長が長くなるほど耐荷力が大きくなるとの結果を得た。また、カバー長が同じで、脚柱軸力が異なるケース 1-1 とケース 1-2 では、軸力が大きなケース 1-2 で耐荷力が小さくなるとの結果を得た。

図 2 によれば、いずれのケースもカバー境界で脚柱の曲げモーメント最大となり、耐荷力は同曲げモーメントの大きさの逆順となっていた。ケース 0 を基準として、設計式によるカバー境界での曲げモーメントの逆数の比率および耐荷力の比率をまとめると表 2 となる。カバー境界での曲げモーメント比率で各ケース間の耐荷力の比率が概ね説明できていると考える。

ケース 1-1 とケース 1-2 における脚柱軸力の影響など、今後ケース間の差に関して詳細に検討を行い、実験によらない簡便なラジアルゲート開閉時の脚柱耐荷力照査法を構築していく予定である。

参考文献

- 1) 塩竈裕三：ラジアルゲート開閉時における脚柱耐荷力の実験法。構造工学論文集, Vol.58A, pp.62-72, 2012.
- 2) 塩竈裕三：ラジアルゲート開閉時の限界状態に関する検討－耐荷力実験方法の提案－。電力中央研究所研究報告 N11018, 2012, 印刷中。