

電力中央研究所 正会員 松浦 真一
電力中央研究所 正会員 中村 秀治
電力中央研究所 沼崎 吉次

1. まえがき

低経済成長下の今日、既設の土木構造物を的確に保守、運用することは重要な課題であるが、構造物によって使用環境が著しく異なるため、個々の特有な条件を考慮した方法が必要になる。電力関係の鋼構造物としては40年以上を経た多数のラジアルゲート、ローラーゲート等がその1つの対象物である。本文では、これら既設ダムゲートの安全性評価と寿命予測評価方法の検討について述べることを主目的としている。これらの技術は、現時点で完成したものとは言い難いが、出来る限り簡便で客観的、数量的表示を目指したものである。

2. 全体計画

個々のゲートの安全性判定は、現時点でのみ行えばよい、実測あるいは解析結果を基準類に照して行えばよいが、一歩踏み込んで寿命予測評価を考える場合、経年変化の把握が新たに加わってくる。従って、測定、解析、データ収録のすべてについて、簡便さが求められる。図1は今回策定した検討フロー図である。過去にダムゲートの安全性調査で蓄積したデータ、経験に基づき、計測法自体の見直し、新技術の開発を行い、同時に過去および将来収録するデータについてその項目を検討する。更にデータベースの作成と簡易構造解析プログラムの開発を行い、安全性判断と寿命予測判断手順を構築し、これらを総合して最終的に寿命予測技術の確立を図るものである。

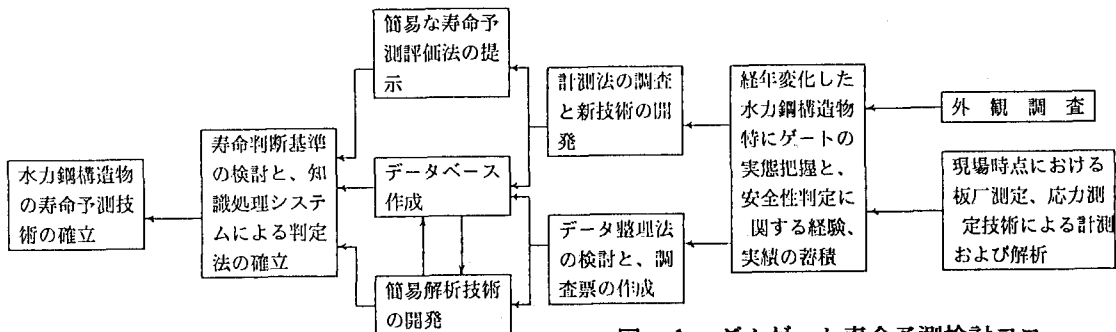


図-1 ダムゲート寿命予測検討フロー

3. 計測方法の調査検討

計測方法の現状調査および将来適用されるべき有望な技術について調査と適用可能性評価を行った。それらのうち、塗膜上から表面腐食形状および板厚を測定する方法をとりあげ、その原理を図2、3に示す。表面腐食と板厚の経年変化は水力鋼構造物の劣化が主として腐食と摩耗によることを考えれば定期的に測定することが望ましいが、一般に塗膜の除去の必要となる点が難点である。渦電流を利用した方法では上記の難点を避けることができ、板厚測定を外観調査の一部として行えるようになると考えられる。

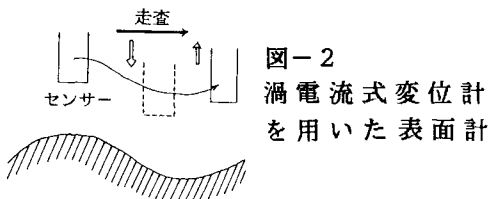


図-2 渦電流式変位計を用いた表面計

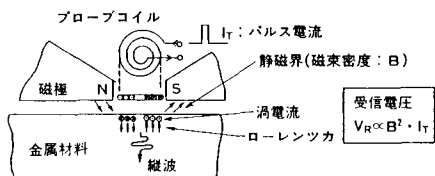


図-3 電磁超音波法の原理

4. 簡易解析コードの開発

古いゲートの場合、相当大まかな設計計算書も残っていない場合が多い。応力、変形、振動、座屈耐力の実態を的確に把握するためには測定、あるいは有限要素解析が必要であるが、相当な費用と時間、人手が必要であり、簡便に行うことはできない。そこで、ゲートの型式を分類し、各各について有限要素解析モデルを作成し、それらを内蔵したプログラムを作成した。これにより、ごく簡単な入力により一定の手順ですべての解析を実施し、結果は図で読み取ることができるようになった。図4はその一例である。

5. データベース作成

古いゲートの安全性判断、寿命予測をより合理的かつ客観的なものとするためには、当該地点の実測結果、解析結果のみでなく、多くの類似地点のデータを参照することが必要になる。そこで、データとして最小限必要な収録項目を整理して調査票を作成し(図5)、その様式でコンピュータに入力し、必要時に検索、統計処理など行えるようにした。このデータベースに収録されたデータは、そのまま上記簡易解析コードへ引渡すことができ、また、解析結果を受け取ることも可能である。

6. 寿命判断基準の検討と知識処理システムによる判定法の確立

現時点において、寿命判断基準として採用する事項および内容は未検討であるが、それらが定められた時点において、主観の排除と効率化を求めて知識処理システム(エキスパートシステム)を適用することを検討中である。
既設ダムゲートに適したデータ取得と収録、解析、判定のそれぞれについて検討し、適用あるいは作成作業を行うことにより、寿命予測技術の確立が図られるものと考えている。

参考文献

(1)沼崎：ダムゲート(扉体)の調査要領および評価判定方法、電研報告384011、昭和59年9月 (2)中村、他：ラジアルゲートの安全性調査、判定に関する電算機システムの開発、電研報告383041、昭和58年12月 (3)中村、他：ローラーゲートの安全性調査、判定に関する電算機システムの開発、電研報告、近刊 (4)松浦、他：水力鋼構造物の計測法の現状と表面腐食計測法の開発、電研報告、近刊 (5)中村、他：ダムゲートの安全性判定および寿命予測のためのデータベース、電研報告、近刊

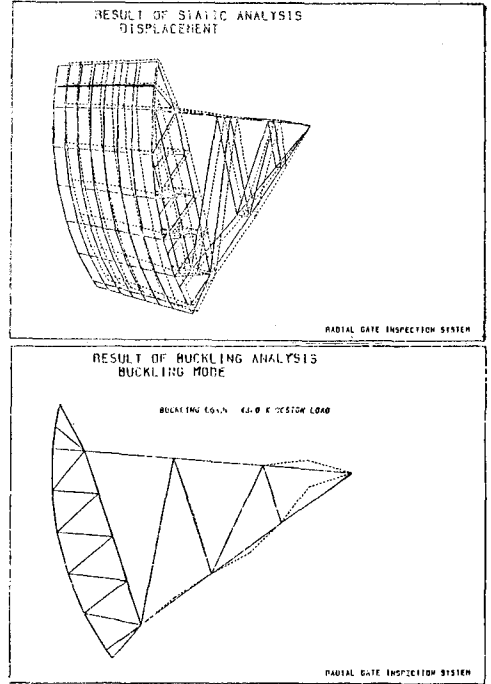


図-4 解析コードの適用例

データベース作成用ラジアルゲート調査票

調査票記入欄		昭和 年 月 日		
ゲ	ゲートを名			
イ	河川名	川水系	川	
ロ	船橋間、高さ、門数	m.	m.	
ハ	設計水深、設計揚力、設計流量	m.	m ³ /sec	
ニ	ゲート重量	Ton		
ホ	材質、許容応力(軸方向引張)	SS	kg/cm ²	
ヘ	水密方式			
セ	巻上方式			
チ	製造会社			
リ	使用開始年月	昭和 年 月	年	
ル	使用状況	使用中(経過年数)	又は 更新(昭和 年)	
レ	採査方式	1. リベット	2. 深埋	3. 併用
ロ	型	1. 門型	2. 型	3. その他
ハ	断面形状	1. H断面	2. ラス柱	3. その他
ニ	断面間連絡部材	1. 2段	2. 3段	
ホ	断面間連絡方式	1. Hラス	2. Kラス	3. ラーメン
ヘ	断面形状	1. H断面	2. Hラス	3. 鋼型
セ	段数	1. 2段	2. 3段	3. 4段
チ	断面形式	1. Hラス	2. ラーメン	3. 板折
リ	別添	1. 5列以下	2. 7~9列	3. 10列以上
ル	腐食(塗装状態)	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
レ	中層フランジ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ロ	中層フランジ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ハ	ウェブ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ニ	下層フランジ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ホ	ウェブ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ヘ	下層フランジ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
セ	ウェブ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
チ	スキャンプレット背面	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
リ	板折	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ル	補助桁	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
レ	断面間トラス	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.		
ロ	漏水	1. 無い 2. 殆んど無い 3. 有る 4. かなり多い		
ハ	溜り水	1. 無い 2. 殆んど無い 3. 有る 4. かなり多い		
ニ	漏洩	1. 無い 2. 殆んど無い 3. 有る 4. かなり多い		
ホ	局所的変形	1. 無い 2. 殆んど無い 3. 補助部材にある 4. 主要部材にある		
ヘ	操作状態	1. 無い 2. 注意すべし 3. 特定の箇所で変動 4. かなりよく変動		
セ	片吊り	1. 全く無い 2. おおむね有る 3. 有る 4. かなり片吊り		
チ	水質、波(塩)砂害	1. 非常に良い 2. 良い 3. あまり良くない 4. 悪い		
リ	塩害関係	1. 全く無い 2. 殆んど無い 3. 有る 4. しばしば有る		
ル	波浪水の影響	1. 無視できる 2. 考慮が必要 3. 慎重な考慮が必要 4. 重大である		
レ	下流域の影響	1. 無視できる 2. 考慮が必要 3. 慎重な考慮が必要 4. 重大である		
ロ	管理者の心理、信頼度	1. 不安無い 2. やや不安 3. しばしば不安になる 4. 大いに不安		
ハ	過去のトラブル	1. 全く無い 2. 小事故 3. 中事故 4. 大事故が有った		
ニ	長期計画、改善項目	1. 改善予定無し 2. 10年以内に改善 3. 数年以内に改善 4. 最優先に改善		

図-5 調査票の一部