

性能設計概念に基づく長大水路の液状化対策検討手法の提案  
 Proposal of examination method of liquefaction countermeasure  
 for long and big canal grounded on performance based design concept

○加藤 智雄\*    本田 毅\*    大竹 雄\*\*

1. はじめに

本検討の対象構造物である海部幹線水路は愛知県西部に位置し、木曾川大堰で取水した水を木曾川左岸沿いに流下させ、愛知県および三重県へ農業用水、工業用水、および水道用水として送水しており、計画最大取水量は毎秒約 42m<sup>3</sup>、幹線水路延長は開水路部分が約 32km の長大水路である。このため当該水路は、愛知・三重両県の地域産業を支えるとともにライフライン機能も有しており、当該地域において社会経済上欠くことのできない重要な施設となっている。一方、東海/東南海地震の発生が懸念される中、深さ約 15m の厚い液状化懸念地盤上に設置されている水路施設は、その重要性から早期耐震対策の実施が望まれているが、長大施設であることから対策費用も膨大となることも予測されており、合理的で経済的な液状化対策は重要課題となっている。

2. 性能規定

想定されている地震動に対し幹線水路の耐震性能を規定し、場合によっては部分的な液状化を許容しつつも、所定の性能を満足するような必要最小限の対策工を検討するため、表一 1 のとおり性能規定を定め、東海/東南海地震に対しては耐震性能 2 とした。また、定量的に水路の耐震性能を評価するために、予測された水路の地震時挙動に対し、要求耐震性能に応じた限界状態を満足するか否かを照査するための工学的指標を通水機能（使用性）と水路機能（修復性・安全性）の両面から表一 2 のように設定した。

表一 1 幹線水路の耐震性能  
Seismic performance of main canal

耐震性能		内容（限界状態）			
種 類	表 現	水路構造（安全性）	通水機能（使用性）	修復性	
				短期修復性	長期修復性
耐震性能 1	健全性を損なわない	降伏を超える損傷が生じない（目立った変状が発生しない）	通水に全く支障はない	機能回復のための補修を必要としない。	軽微な補修でよい
耐震性能 2	限定された損傷にとどまる	部分的に降伏を超えるような損傷があるが、全体的に見れば軽微な損傷に留まる	通水機能の一部を確保する	機能回復のための補修が <b>応急復旧</b> <sup>※1</sup> で対応可能	<b>比較的容易に恒久復旧</b> <sup>※2</sup> を行うことが可能
耐震性能 3	致命的な損傷に至らない	大きく変状するが、人命に影響を及ぼす崩壊には至らない	（通水機能が確保できない）	機能回復には相当期間を要する（短期の修復は不可）	通水を停止して修復する必要がある

表一 2 耐震性能区分と工学的指標

Seismic performance and quantitative criteria

耐震性能		工学的指標	
種 類	表 現	通水機能（使用性）	水路機能（修復性・安全性）
耐震性能 2	限定された損傷にとどまる	<ul style="list-style-type: none"> <li>通水可能量は <b>21.6m<sup>3</sup>/s</b> を下回らない。<sup>*</sup></li> <li>水路の最大沈下量は <b>0.30m</b> を下回らない</li> <li>調節堰については、堰柱の傾斜角がゲートの開閉を妨げない変形角を超えない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>躯体の応答は<b>降伏を超えない（堰柱以外）</b></li> <li>躯体の応答は<b>許容塑性率以下（堰柱）</b></li> <li>調節堰の傾斜角は <b>1/100</b> を超えない</li> <li>道路交差点部（サイホンなど）の浮上量は <b>0.50m</b> を超えない</li> </ul>

\*水資源機構 Japan Water Agency \*\*<sup>(株)</sup>建設技術研究所 CTI Engineering Co 地震工学、構造力学、数値解析

### 3. 照査手法の検討

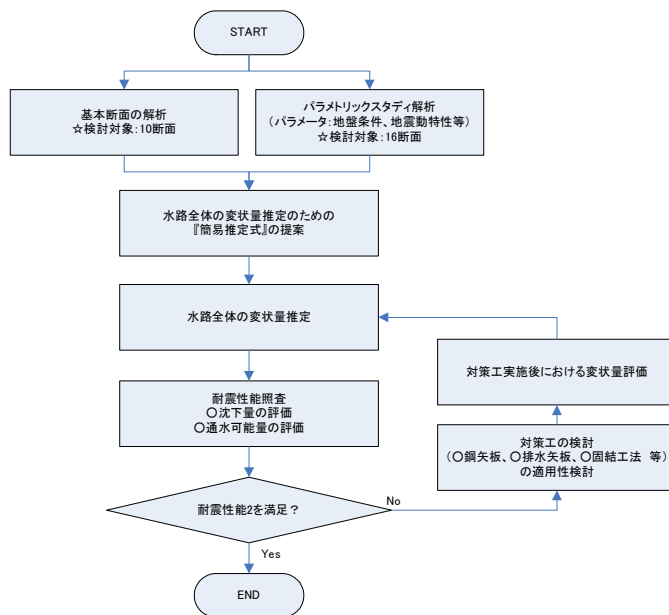
幹線水路は、濃尾平野の低平地を流下しているため、水路勾配は約1万分の1と緩勾配で、フルーム水路は周辺地盤により、盛土タイプと掘込タイプに分かれ、また用水路の右岸側に排水路を併設しており、構造的に分離しているものと一体構造のものがあるなど複雑多岐にわたっている。またそれぞれについて、水路断面の大きさ、地盤性状、地震力の大きさが異なるので、全てのケースについて地震時の変状解析を行うと膨大な作業量と費用になる。

そこで、図一1に示すフローで検討を進めることとした。また解析は、模型実験による検証を行った上で有効応力動的FEM解析で実施した。基本断面の10ケース（図一2参照）と諸条件を変えたパラメトリックスタディー16ケースの解析結果より、相関性を検討した結果、PL値を指標にすれば非常に高い相関性が得られた。ここでは、盛土タイプの鉛直変位量とPL値の相関性について図一3に示す。PL値計算式には液状化判定指標のFL値や液状化深さ、層厚などの指標が入っているため、変状量と高い相関性があるものと考えられる。

### 4. おわりに

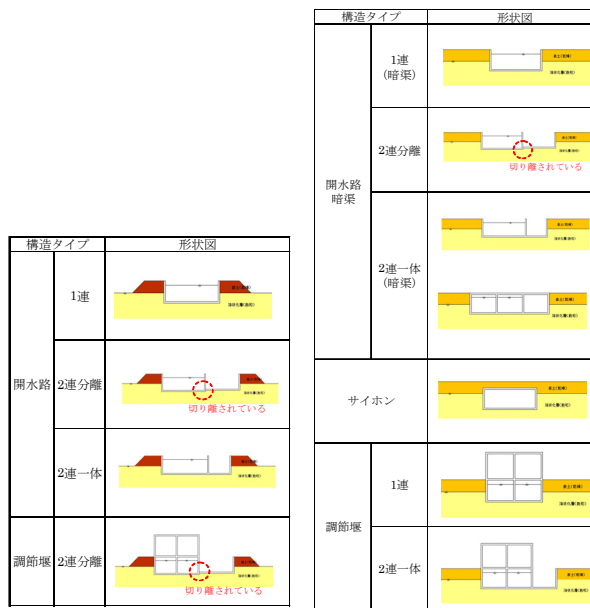
上記で提案した相関性に基づく簡易推定式により、長大水路である海部幹線の全体の変状量を推定し、表一2の耐震性能の工学的指標との比較により要対策範囲を確定した。この内容については、別の機会に発表することとしたい。

最後に、本検討にあたり、石川県立大学青山教授に貴重な多くの指導助言を頂いた。記して謝意を表します。



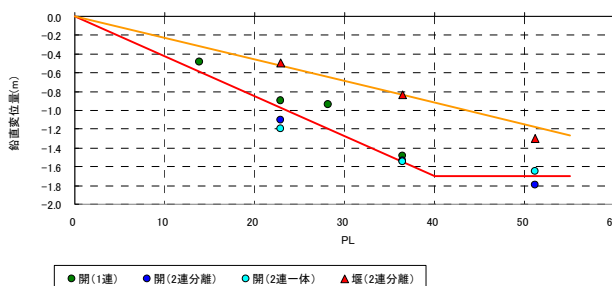
図一1 検討フロー

### Procedure for examination



図一2 基本断面

### Typical cross section



図一3 鉛直沈下変位とPL値の相関  
Correlation of subsidence and PL-value