

新潟県中越沖地震における7号機非常用取水路の 曲げひび割れに関する検討について

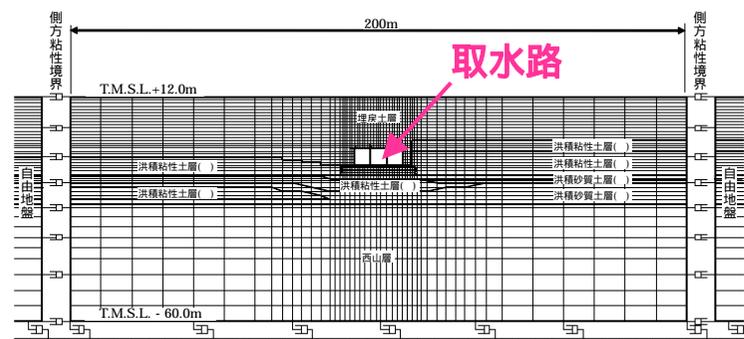
平成20年9月2日

東京電力株式会社

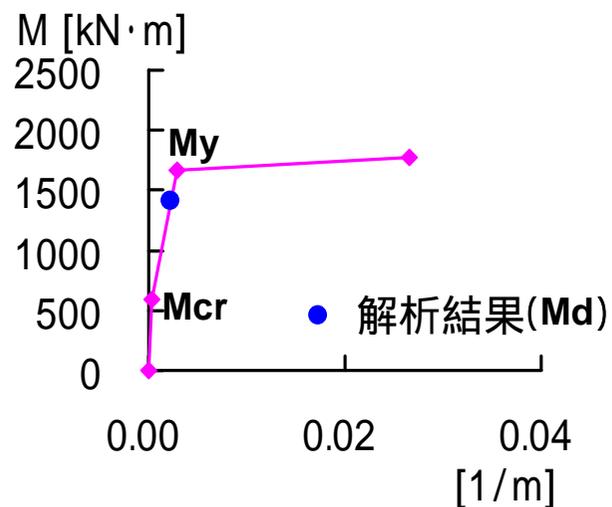
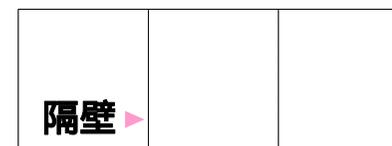
1 検討の背景

第18回構造WG (2008.8.8)における当社説明 (コメント回答)

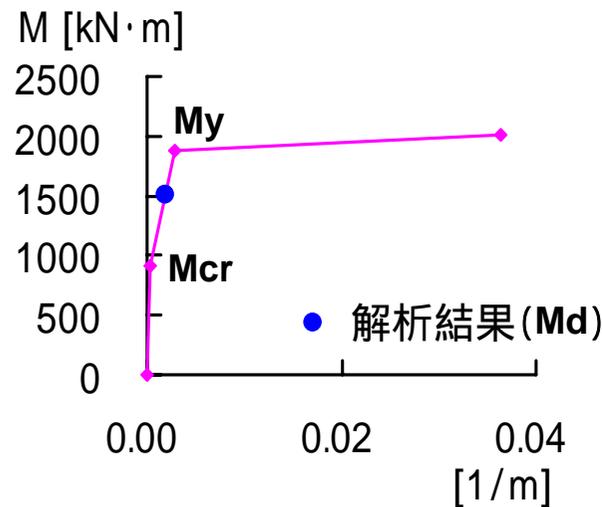
コンクリートおよび鉄筋の実強度を反映した地震応答解析を実施し、部材のM- スケルトン上に最大応答値を示した。



照査位置



設計値適用



実強度適用

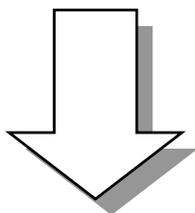
2 検討の目的

課題

解析結果:
最大応答値Mdlは、ひび割れ発生曲げモーメントMcrを上回る。



点検結果:
目視点検の結果、非常用取水路では曲げひび割れと考えられる損傷が認められない。



仮説

コンクリート躯体には、塗装表面上の目視点検では確認できないような微細な曲げひび割れが発生しているのではないかと？

地震応答解析における保守的な条件設定の結果、応答値が過大評価されているのではないかと？

目的

曲げひび割れ発生の可能性について、点検と地震応答解析の両面からさらに詳細に検討する。

3 検討の方法

目的

曲げひび割れ発生の可能性について、点検と地震応答解析の両面から、さらに詳細に検討する。

検討の方法

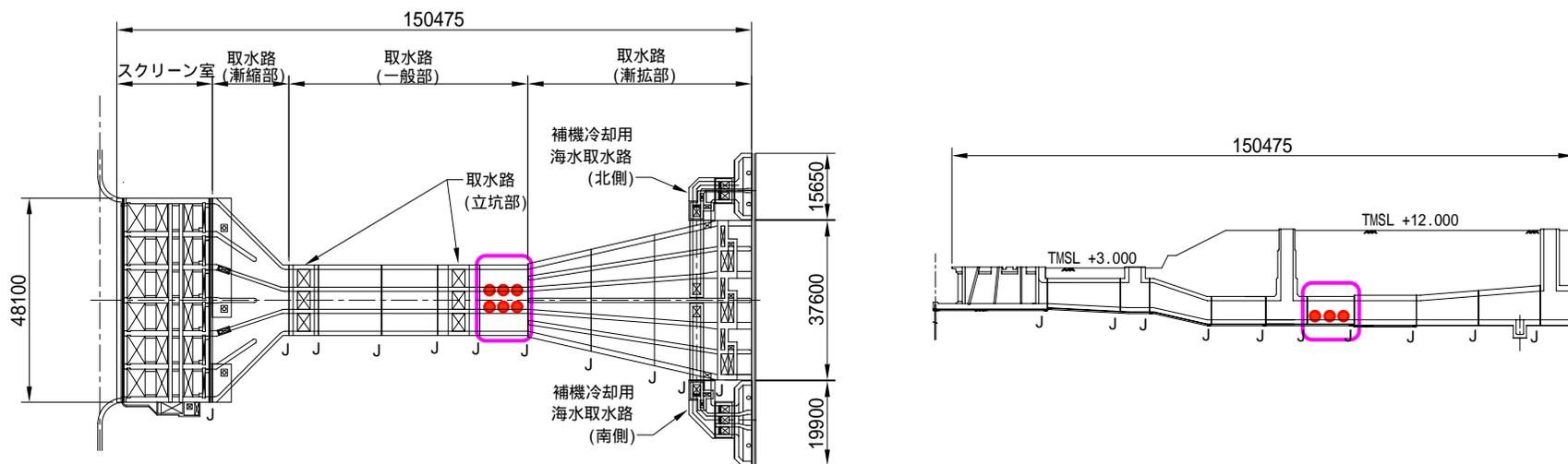
点検

塗膜を除去して、詳細なひび割れ調査を実施

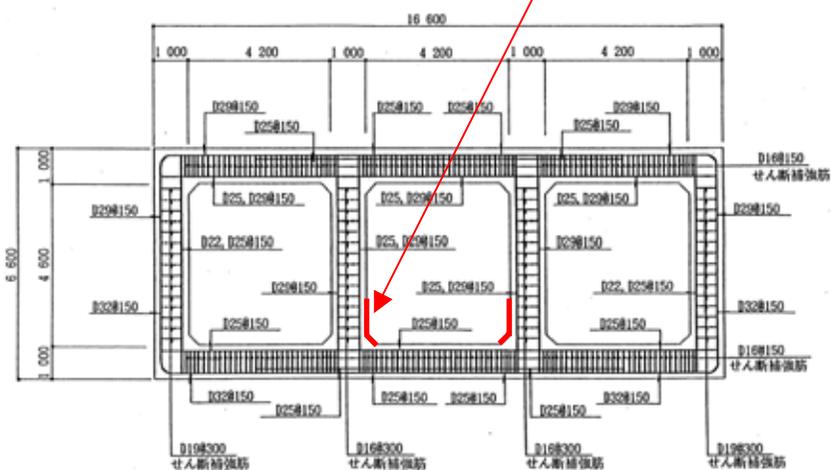
地震応答解析

周辺設備等による地盤変位抑制効果を見込んだ解析を実施するとともに、ひび割れ幅を評価

4 詳細点検 4.1 詳細点検の範囲



詳細点検範囲
(隔壁下ハンチ全斜長及びその直上の高さ1m区間)



4.2 詳細点検の要領

塗膜のケレン



揮発性溶剤噴霧



目視観察



防汚塗装の塗膜(表層:シリコン系, 下地:エポキシ系)をディスクサンダーを用いて除去

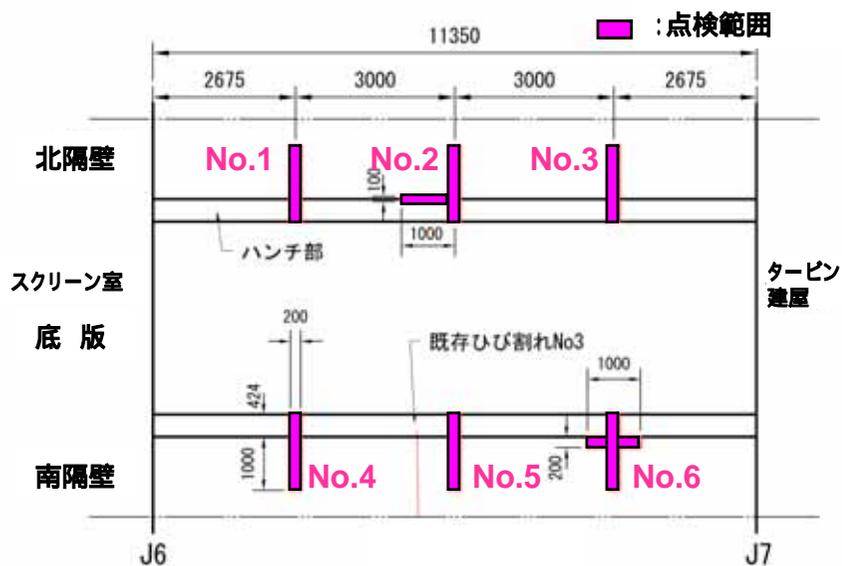


ひび割れを見やすくするために, アセトンをスプレー噴霧 (揮発速度の違いを利用)



拡大鏡を利用して, ひび割れの有無, 連続性を詳細に目視観察

4.3 詳細点検の結果



No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6

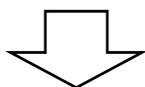


詳細点検の実施範囲において、連続性のある水平方向のひび割れは認められなかった。

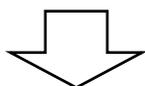
5 詳細解析

5.1 詳細解析の手順

解析条件の変更



部材非線形モデルによる
応答値算出



材料非線形モデルによる
ひび割れ評価

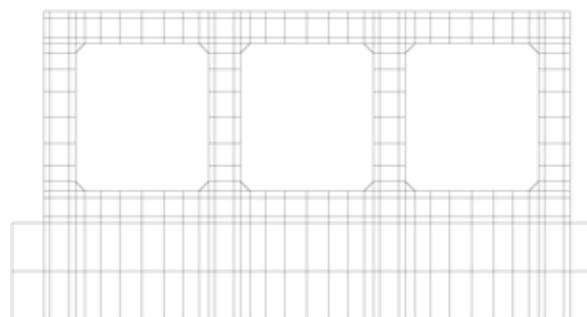
コンクリート・鉄筋の実強度反映(前回WG報告)に加えて,近接設備による地盤変位抑制効果を反映
・点検立坑,ボール捕集器ピット,放水路
・セメント改良土

部材非線形解析 地盤 - 構造物連成モデル



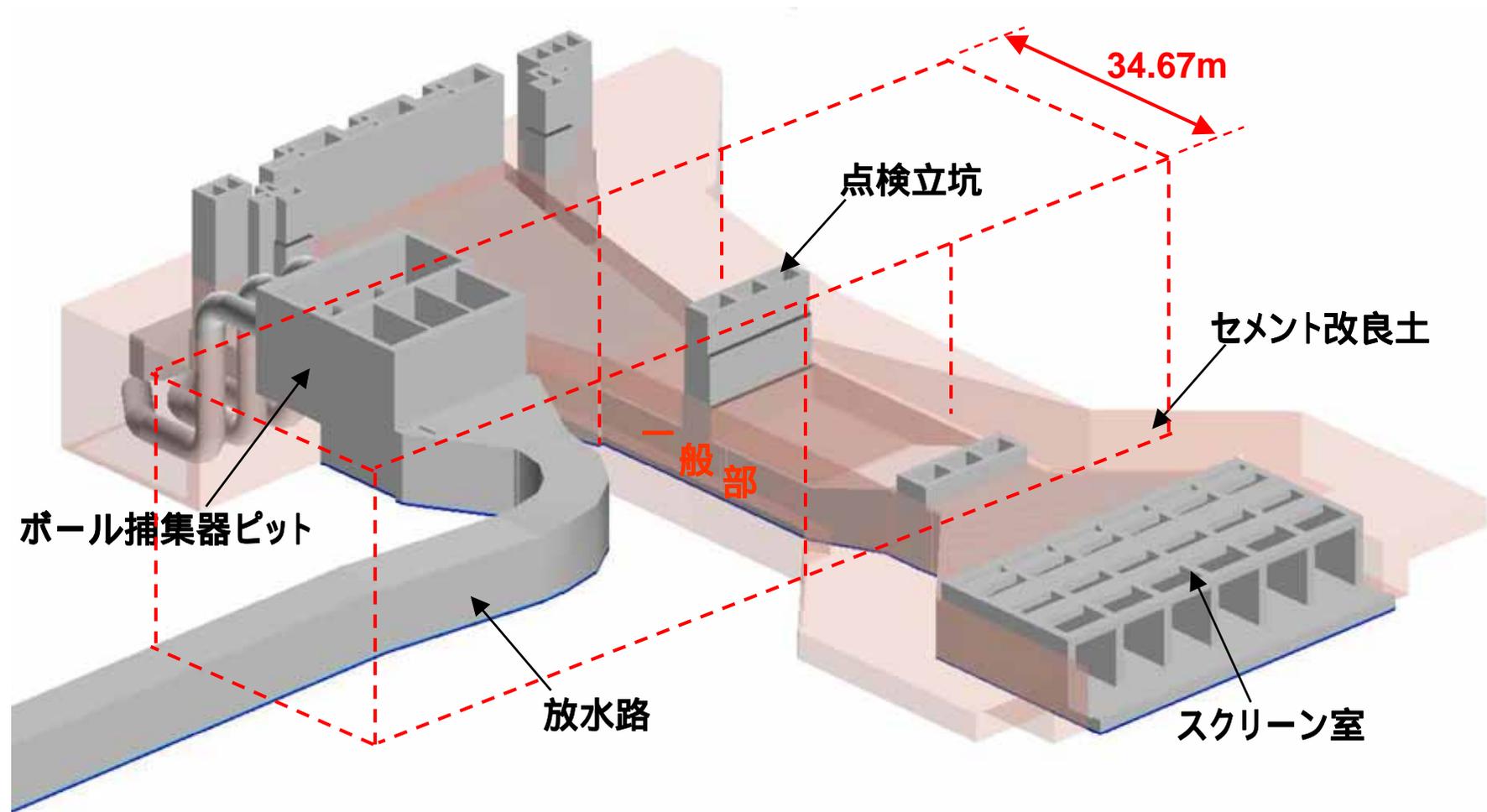
- 埋戻土層
- 洪積粘性土層()
- 洪積粘性土層()
- セメント改良土
- 近接設備

材料非線形解析 構造物単体モデル



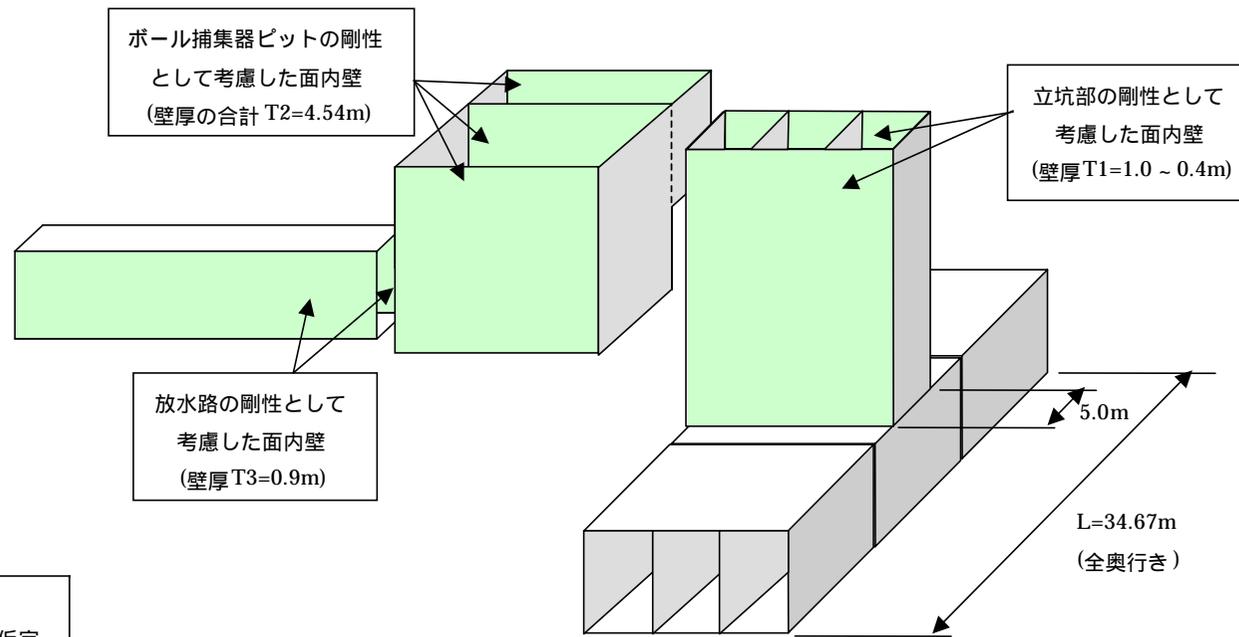
部材非線形解析により得られる総水平荷重を頂版に載荷

5.2 詳細解析の範囲

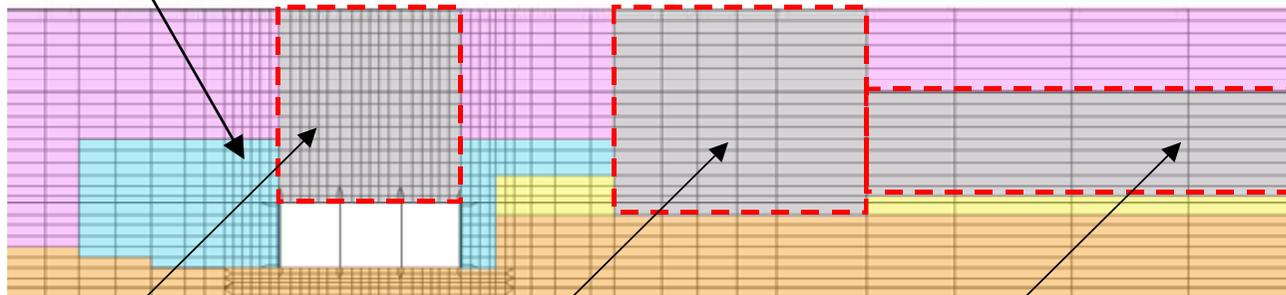


取水路一般部の奥行き約3.5m区間に存在する近接設備の剛性を反映して2次元モデルを作成

5.3 詳細解析の方法 (1) 部材非線形解析における近接設備のモデル化



セメント改良土
剛性は洪積砂層相当と仮定

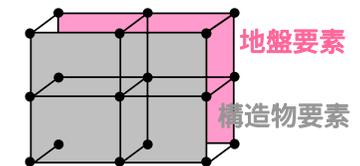


立坑部の範囲に面内壁の剛性を付加。
剛性G1は、下式で算定。
 $G1 = Gc \times T1 / L$

ボール捕集器の範囲に面内壁の剛性を付加。剛性G2は、下式で算定。
 $G2 = Gc \times T2 / L$

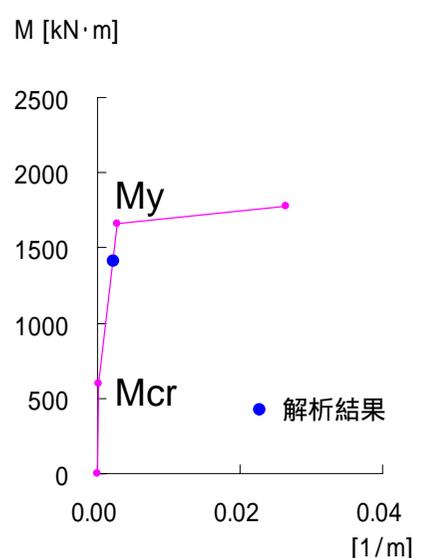
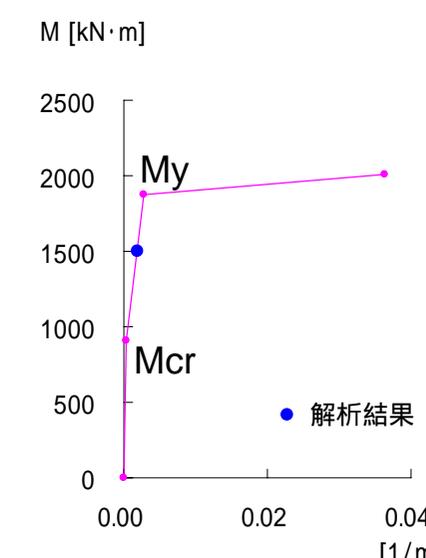
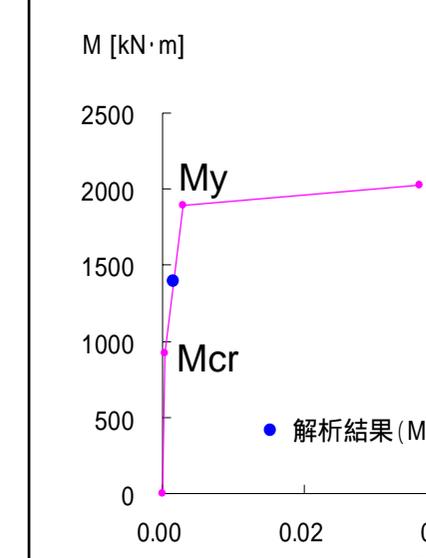
放水路の範囲に面内壁の剛性を付加。剛性G3は、下式で算定。
 $G3 = Gc \times T3 / L$

近接構造物のモデル化



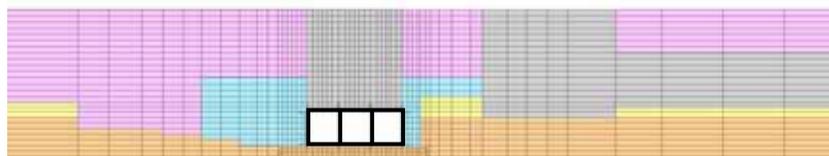
近接構造物を表す要素は、
地盤要素と同一節点で構成。
(要素の貼り合わせ)

5.3 詳細解析の方法 (2) 部材非線形モデルによる最大応答値

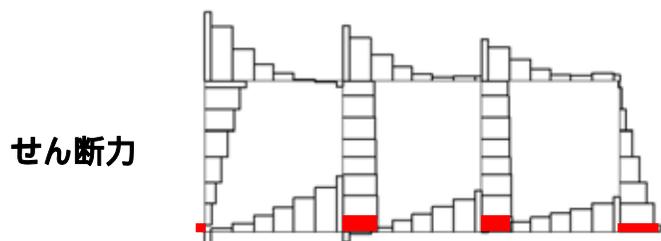
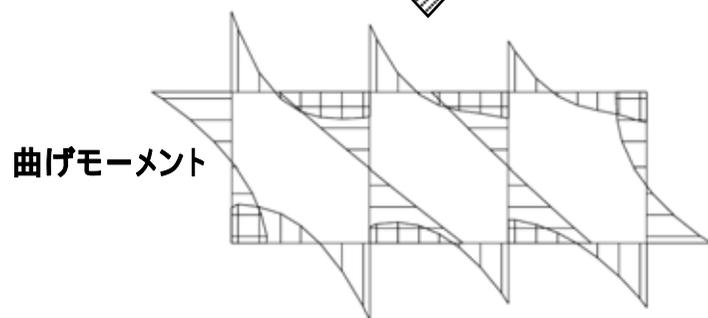
		第16回WG	第18回WG	今回評価
材料強度	コンクリート	設計基準強度	実強度 (コア強度)	実強度 (コア強度)
	鉄筋	規格値	実強度 (ミルシート)	実強度 (ミルシート)
解析モデル	近接構造物	考慮しない	考慮しない	近接設備の剛性を反映
	周辺のセメント改良土	考慮しない	考慮しない	考慮する (洪積砂層相当)
M - スケルトンと最大応答値 (隔壁)				

5.3 詳細解析の方法 (3) 材料非線形解析における地震時荷重の設定

部材非線形解析 地盤 - 構造物連成モデル



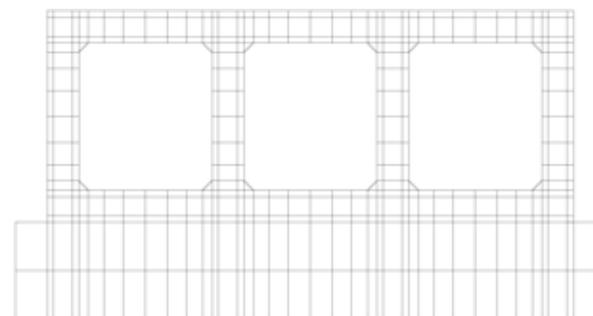
↓
頂底板間相対変位最大時の
断面力分布



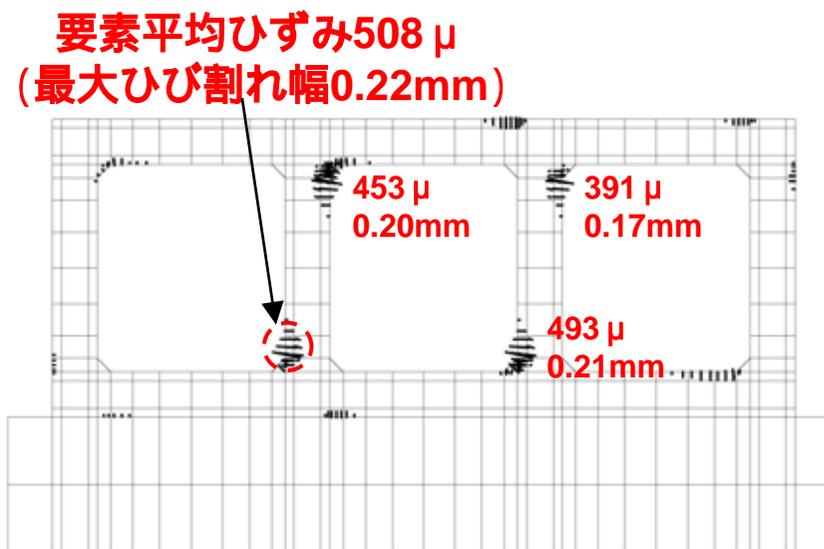
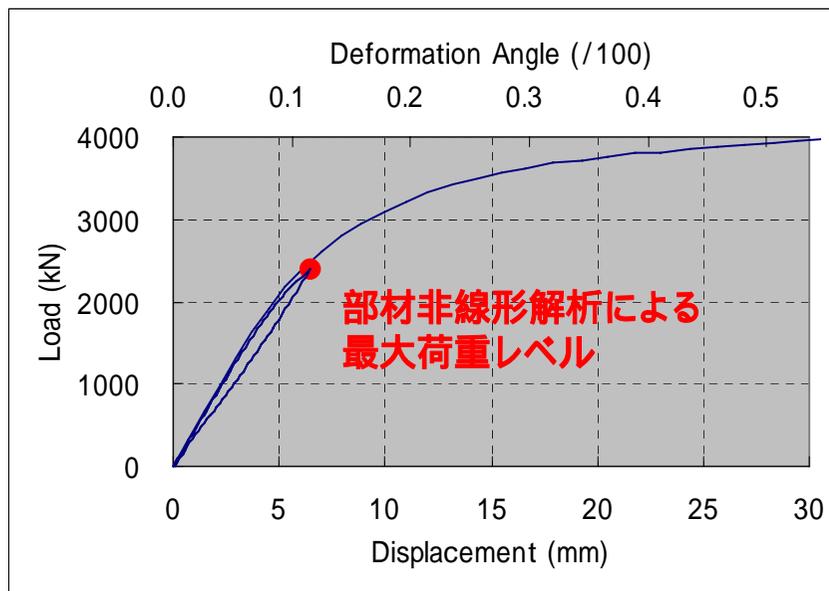
鉛直部材のせん断力の総和
= 構造物に作用する総水平荷重

材料非線形解析 構造物単体モデル

部材非線形解析による
総水平荷重を頂版に載荷

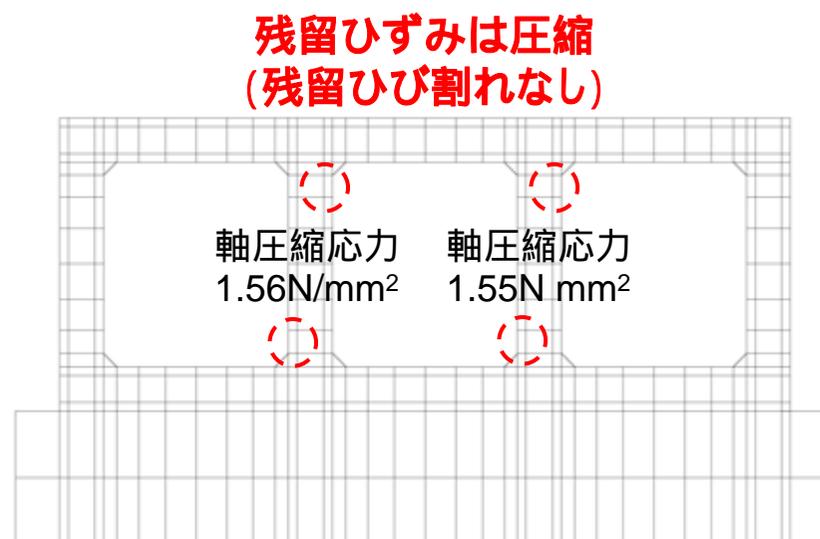
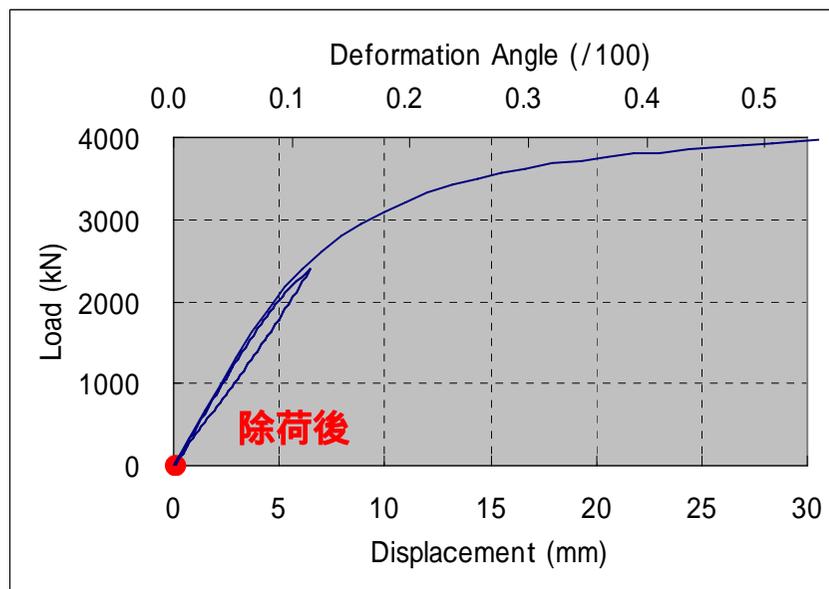


5.4 詳細解析の結果 (1)最大ひび割れ幅



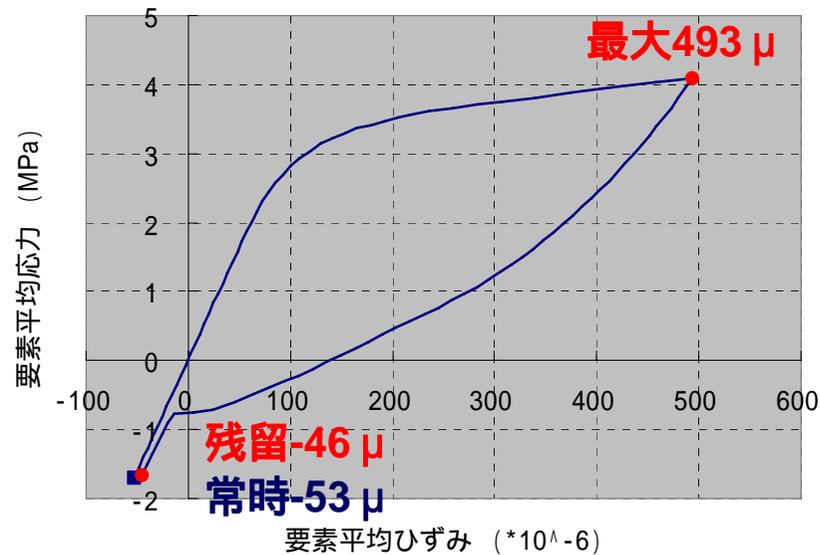
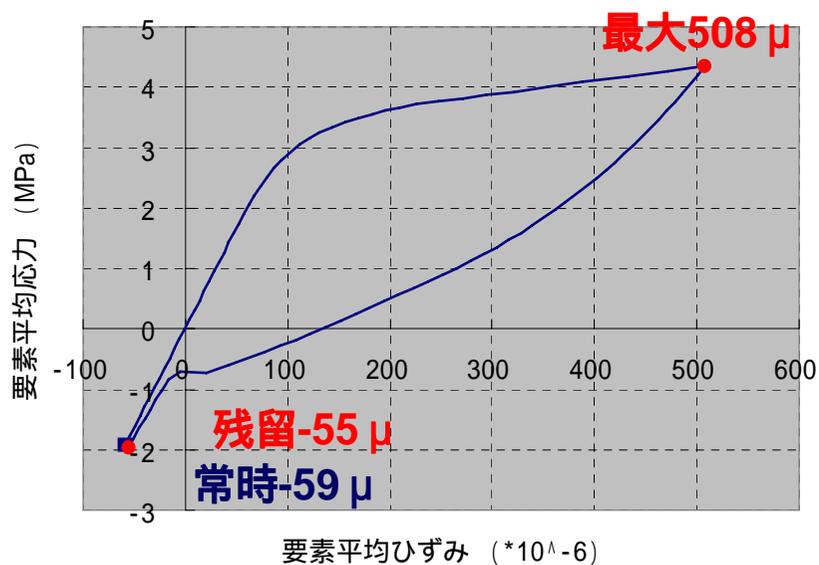
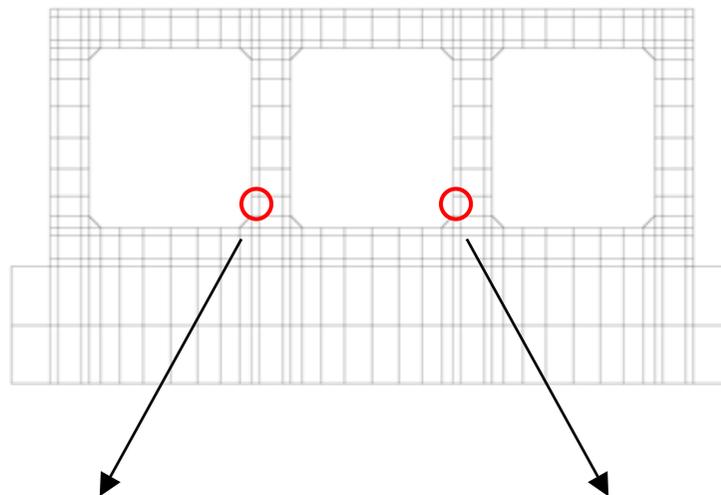
最大荷重時には、隔壁上下端に0.2mm程度の曲げひび割れが発生する。

5.4 詳細解析の結果 (2)残留ひび割れ幅



除荷後には、隔壁には1.5N/mm²程度の軸圧縮応力が作用し、ひび割れは閉口する。

5.4 詳細解析の結果 (3)隔壁下端部 R C 要素の応力 - ひずみ関係



6 まとめ

[点検の結果]

- 曲げひび割れは認められない。

[地震応答解析の結果]

- 最大曲げモーメント M_d はひび割れ発生曲げモーメント M_{cr} を上回っており、局所的に幅0.2mm程度(瞬間最大幅)の曲げひび割れが発生した可能性がある。
- 最大曲げモーメント M_d は降伏曲げモーメント M_y を下回っており、残留曲げひび割れが認められる程度には至っていないと考えられる。
- 地震に伴うせん断荷重が除荷された後には、全断面圧縮状態に戻ったことから、曲げひび割れは閉じたと考えられる。