

## 逆 T 式擁壁貯水池隅角部の変化に伴う解析結果について

株式会社ホープ設計 ○ (正) 與那嶺昇、(非) 高嶺哲夫、(非) 伊良波繁雄  
沖縄県農林水産部 南部農林土木事務所 (非) 山本彰裕、(非) 中藤麻由子

### 1. はじめに

土地改良事業において、農作物の栽培に必要な農業用水確保を目的に貯水池が築造されている。貯水池の構造形式については、畑地帯集水利用型の場合、一般に掘込式による側壁を逆 T 擁壁の直壁構造が多く用いられる。

逆 T 擁壁を用いた矩形の貯水池においては、取得用地等の制約条件から、平面配置計画では、直線部の他に、①直角隅角部、②鈍角隅角部、③鋭角隅角部が生じる(図-1)。隅角部擁壁の構造解析については、構造特性及び作用土圧が複雑で、特に②及び③については、明確な考え方が示されていないのが現状である。

本報では、このような擁壁構造における掘込式貯水池の隅角部の設計について、現在、貯水池整備が進められている旧東第2地区貯水池の鈍角隅角部を取りあげ、隅角角度並びにたて壁長の変化に着目し、FEM解析によるたて壁の断面力の比較検討を実施した設計事例を報告する。



写真-1 地区全景

### 2. 計画貯水池の概要

当該貯水池は、南大東島の南東部に位置し、恒常的な干ばつ被害により、農業経営に支障をきたしている受益面積約150ha(6地区)の農業用水を確保を目的に H28 年度より、工事が行われている。

計画貯水池の概要を以下に示す。

- ・総貯水量:147,000m<sup>3</sup>
- ・側壁構造:現場打ち逆 T 式擁壁(壁高4.5m)
- ・底版構造:アスファルト底版
- ・常時満水位:FWL=6.25m(水深3.63m)

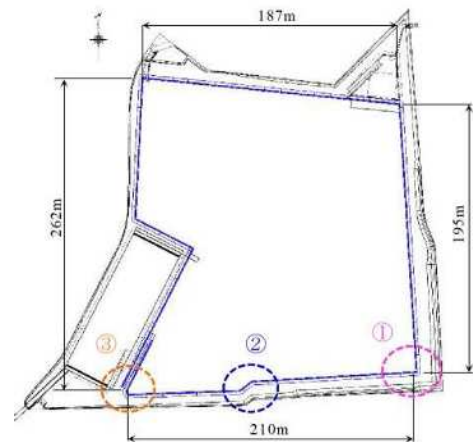


図-1 平面図

### 3. 解析手法及び解析モデル

#### 3.1 解析手法

隅角部擁壁の解析は、図 1 に示すたて壁の平面角度の変化に応じて断面力が変化し複雑な部材応力度変化があるため、3次元有限要素解析(FEM)で検証した。解析ソフトは、プリポスト処理が便利で、建設分野での標準的な FEM 解析機能を持っている midas MIDAS FEA を使用した。

境界条件は図-1(a)に示すように底版下面を固定し縦壁に土圧を作用させた。部材断面力(曲げモーメント、軸力)の算出にあたっては、たて壁内部の応力分布を線形であると仮定し、たて壁の土圧作用面( $\sigma 1$ )と貯

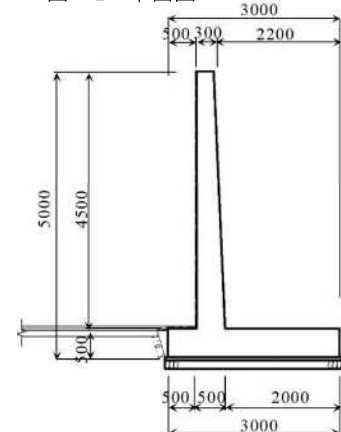


図-2 標準断面図

水池面(σ<sub>2</sub>)の応力から曲げモーメント(M)、軸力(N)を求めた。このため、要素分割は土圧作用面と貯水池面上の節点がたて壁中心平面に対して対称になるように、直方体要素で分割した。また、たて壁内のせん断応力分布は底版との接合部やたて壁同士の接合部において複雑となるため、せん断力(Q)はたて壁の土圧作用面と貯水池面上のせん断応力度のうち、最大値(絶対値で比較)を求め、たて壁の厚さ方向で一定と仮定して求めた。仮定したせん断力は安全側になるが、設計上は特に問題とならないものと判断した。

### 3.2 解析モデル

鈍角隅角部擁壁の構造特性を明確にするため、解析モデルは隅角角度については、一般部たて壁の角度180°～直角隅角90°間を3分割し、90°、120°、150°に設定し、実施した。また、たて壁長については、辺長比H/L≤1(L=5.0m)、H/L=0.5(L=2.5m)に設定した。なお、たて壁形状については解析作業等をより、簡素化するため、等厚断面にて実施した。図-3に解析モデルを示す。

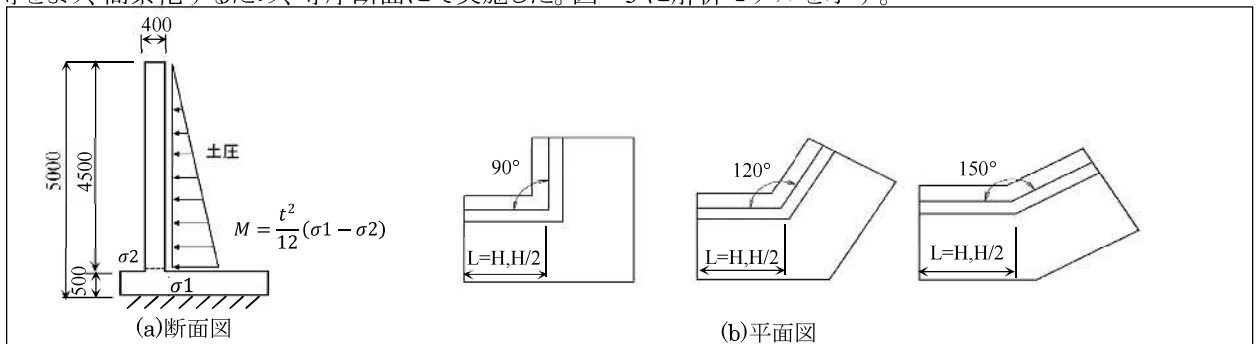


図-3 解析モデル

### 3.3 FEM 解析結果

FEM 解析による各隅角部擁壁たて壁の断面力を表-1に、図-4及び図-5にFEM解析図を示す。

なお、たて壁に作用する土圧は、裏込め土の単位体積重量γ=18kN/m<sup>3</sup>、内部摩擦角φ=25°、上載荷重q=3kN/m<sup>2</sup>にて「ファームポンド」に規定された試行くさび法による主働土圧係数を用いて算定した。土圧の最大値P<sub>max</sub>=31.2kN/m<sup>2</sup>である。

表-1 断面力一覧

(単位 M: kN-m, S: kN, N: kN)

断面力 辺長L	角度θ	90°		120°		150°	
		鉛直 (下端)	水平 (上端)	鉛直 (下端)	水平 (上端)	鉛直 (下端)	水平 (上端)
H	M	57.675	45.039	52.375	45.844	60.680	42.059
	S	175.928	107.152	192.774	190.153	203.779	169.798
	N	-105.004	-109.842	-43.106	-144.272	-363.928	-218.444
H/2	M	25.883	16.525	27.613	19.255	-43.900	-14.114
	S	135.076	60.565	162.452	92.344	193.802	58.192
	N	-234.606	-14.362	-307.019	-88.986	-471.505	0.100

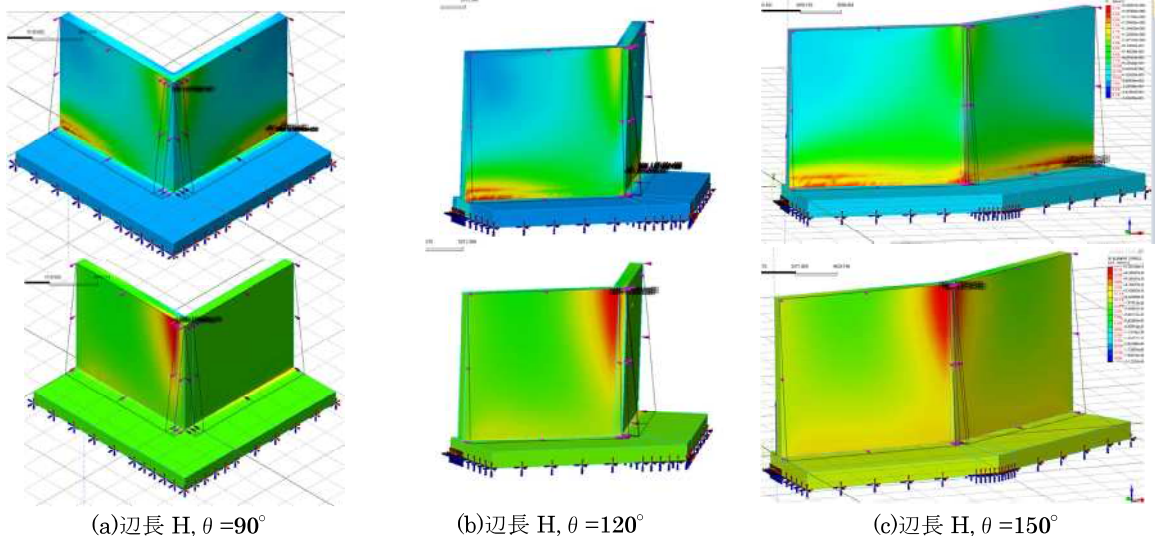


図-4 FEM 解析図

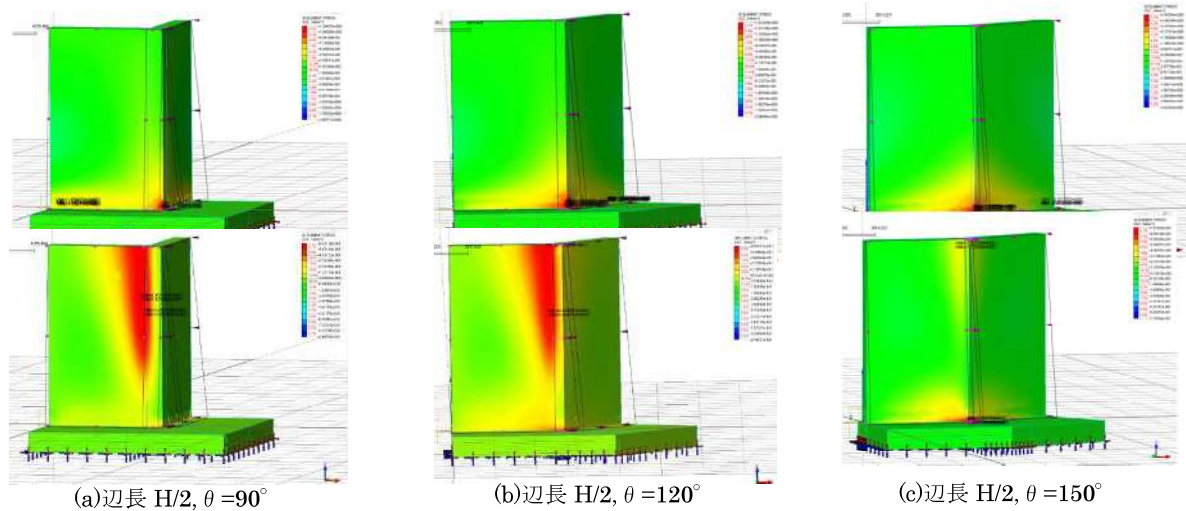


図-5 FEM 解析図

### 3.4 応力度照査

表-1 の断面力を用いて、鉄筋コンクリート(RC)単鉄筋部材として、応力度照査を行い、その結果を表-2に示す。設計条件は、コンクリートの設計基準強度  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$ 、鉄筋材質 SD295A をそれぞれ採用した。各材料の許容応力度は、「ファームポンド」の規定値を準用した。解析結果、一般部擁壁モデルのため壁付根の応力度結果を表-3に示す

なお、各鈍角角度及び辺長の組み合わせの評価については、一般部擁壁ため壁付根における配筋量を基に一般部の配筋量を目安に行った。

一般部擁壁の配筋量( $A_{sa}$ )以下( $A_s/A_{sa} < 1$ )の組み合わせについては、平面配置上の構造的な問題はないものとして取り扱い、一般部擁壁の配筋量を超過( $A_s/A_{sa} > 1$ )する場合は、平面配置を見直す必要があるとして評価を行った。

その結果、表-2 より辺長= $H$  の場合、直角隅角及び  $120^\circ$  隅角部については、鉛直方向の鉄筋量については、一般部の配筋量以下となったが、隅角部上端側水平方向鉄筋が配筋量を超過している。また、 $150^\circ$  隅角部については鉛直方向、水平方向とも一般部の配筋量を超過する結果となった。

辺長= $H/2$  の場合、直角隅角部以外の  $120^\circ$ 、 $150^\circ$  隅角部においては、軸力が卓越する部材となり、全断面引張部材(柱、壁部材)となる結果となった。

以上のことから、次の事項が判明した。

①たて壁辺長  $L=H$ 、隅角  $90^\circ$  及び  $120^\circ$  の場合、一般部配筋要領では、水平方向の部材応力度が厳しくなる。

②たて壁辺長  $L=H$ 、隅角  $150^\circ$  の場合、一般部配筋要領では、鉛直方向、水平方向ともに部材応力

表-2 応力度結果一覧

角度 $\theta$		$90^\circ$		$120^\circ$		$150^\circ$	
		鉛直 (下端)	水平 (上端)	鉛直 (下端)	水平 (上端)	鉛直 (下端)	水平 (上端)
H	配筋	D25@250	D25@250	D16@125	D25@250	D22@125	D19@125
	$A_s(\text{mm}^2)$	2026.8	2026.8	1588.8	2026.8	3096.8	2292.0
	$A_s / A_{sa}$	0.79	4.00	0.62	4.00	1.20	4.52
H/2	配筋	D16@125	D13@250	—※)	—※)	—※)	—※)
	$A_s(\text{mm}^2)$	1558.8	506.8	—※)	—※)	—※)	—※)
	$A_s / A_{sa}$	0.61	1.00	—	—	—	—

※)引張が卓越しているため、中立軸が存在しない。

表-3 一般擁壁ためたて壁付根かべ応力度結果一覧

たて壁付根	断面力		鉄筋量	応力度( $\text{N/mm}^2$ )		
	M(kN-m)	S(kN)		$\sigma_c$	$\sigma_s$	
たて壁付根 (鉛直)	101.490	67.670	D29@250 2570mm <sup>2</sup>	6.6	8.0	
				$\sigma_s$	151.5	157.0
	0.000			$\tau$	0.23	0.42
たて壁付根 (水平)	—		$A_s / 6$ D13@250 507mm <sup>2</sup>	—		

度が厳しくなる。

③たて壁辺長  $L=H/2$ 、鈍角( $120^\circ$  ,  $150^\circ$  )の場合、軸力が卓越する部材となり、全断面引張部材(柱、壁部材)となり、鉄筋量が多く必要となる(部材断面の0.8%以上)。

#### 4. FEM 解析結果の応用

「3.FEM 解析」にて判明したたて壁辺長と鈍角角度による構造特性を踏まえ、下記事項に留意し、配置計画を行った。

①鈍角隅角部の辺長は、 $L=H/2$  以上  $L=H$  以下に設定する。

②鈍角隅角部の辺長は、たて壁辺長が土圧に対する抵抗部材となるため、左右非対称とする。

上記留意事項を基に辺長のバランスを1:2.5程度に設定し鈍角隅角部擁壁の解析を行った。

その結果を表-4 並びに図-6 に示す。

表-4 より、下記事項が判明した。

①たて壁鉛直方向鉄筋量は、標準部鉄筋量と同程度となった。

②たて壁水平方向鉄筋量は、鉛直方向主鉄筋量の1/2程度であった。

表-4 鈍角隅角部たて壁非対称時応力度結果一覧

	断面力		鉄筋量	応力度(N/mm <sup>2</sup> )		
	M(kN·m)	S(kN)		N(kN)	$\sigma_c$	$\sigma_s$
たて壁 付根 (鉛直)	M(kN·m)	105.560	D19@125 2292mm <sup>2</sup>	$\sigma_c$	4.3	8.0
	S(kN)	141.880		$\sigma_s$	144.8	157.0
	N(kN)	-64.920		$\tau$	0.36	0.42
たて壁 付根 (水平)	M(kN·m)	18.090	D19@250 1146mm <sup>2</sup>	$\sigma_c$	3.0	8.0
	S(kN)	35.710		$\sigma_s$	144.7	157.0
	N(kN)	-92.710		$\tau$	0.18	0.42

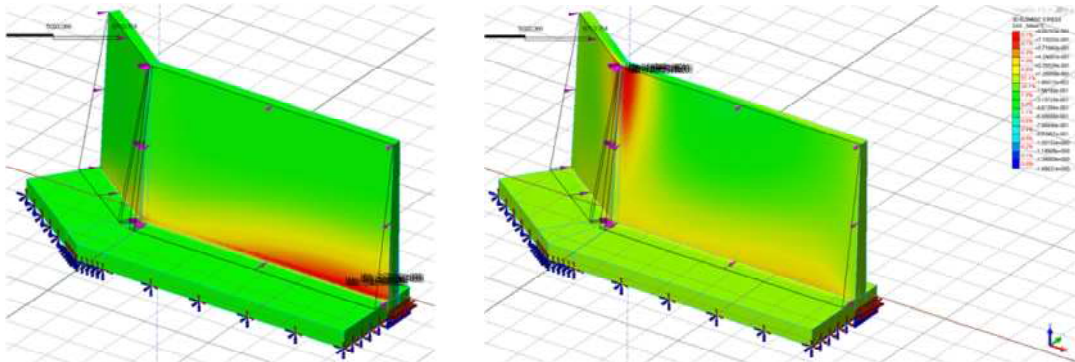


図-6 FEM 解析図 (たて壁辺長 1:2.5)

#### 5. おわりに

本報は、矩形状貯水池において、未解明点が多い鈍角隅角部について、FEM 解析手法を用いて、たて壁辺長と鈍角角度の構造特性を解明した。

検討結果より、鈍角隅角擁壁については、辺長比を1:2.5程度の非対称形状が構造上望ましいことがわかった。

今後は、鈍角隅角部擁壁の更なる最適な辺長バランス等について検討し、標準化等を図っていきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 農林水産省構造改善局建設部：土地改良事業設計指針ファームボンド，1999
- 2) 金田一男，高嶺哲夫，知念嘉明，伊良波繁雄：土圧を受ける二隣辺固定二辺自由板の解析解とその応用，土木学会構造工学論文集(2004年3月)
- 3) 金田一男，伊良波繁雄，高嶺哲夫，山城建樹：コンクリート隅角部擁壁のたて壁設計について，コンクリート工学年次論文集(2006年,No2,Vol.28)