

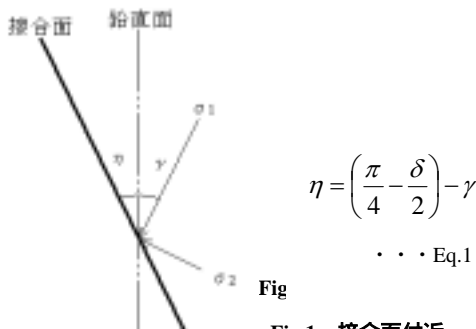
フィルダムアバットメント取付部の形状設計に関する研究

Configuration Design of Contact between Core and Abutment for Fill Dams

内田 一徳* , 中村 真人**
Kazunori Uchida* , Masato Nakamura**

1. はじめに 水利構造物を設計するにあたり,アバットメント取付部,複合ダムの接合部などは異なる材料が接する境界面となるため,材料間で不同沈下を起こす恐れがあり,特に注意が必要である.本研究の目的は,接合面の合理的な形状設計手法を確立することである.この目的を達成するためには,経済性・施工性を考慮に入れたコンクリートとコアの接合面の最適形状,接合部に挿入するコンタクトクレーの有すべき性質および最適厚さ,を明らかにする必要がある.本研究では有限要素法を用いた解析を行い,接合部について考察を行った.

2. 基礎理論 接合面の最適形状の決定には,沢田ら⁽¹⁾が提案している接合部における基礎理論を応用した.この理論は接合面の傾斜角とすべりの方向を一致させることにより,地震時に起こる異なる材料間の不同沈下の影響を接合部で吸収させようとするものである. Eq.1 に示すように,壁面摩擦角 δ と最大主応力方向 γ より,すべりの方向と一致する接合面の傾斜角 η を求めることができる.本研究では,壁面摩擦角を壁面に接する土の内部摩擦角の約半分(20°で固定)とした.



3. 解析手法 本研究では築堤過程を考慮した非線形弾性有限要素解析(Duncan-Changの双曲線モデル使用)を用いた.接合面にはすべりを表現するため,ジョイント要素を使用した.

材料パラメータについては,基本的には美生ダム細部設計報告書⁽²⁾の値を用い,コアおよびジョイント要素については美生ダムの実測データと美生ダムをモデルとした予備解析の結果を比較することにより求めた.以下に求めたパラメータを示す.

Table 1 材料のパラメータ

	コンクリート	コア1	コア2	コア3	基礎岩盤	レキ層
Duncan-Chang K	2100000	80	50	40	300000	10000
Duncan-Chang n	1	0.63	0.63	0.63	1	1
Duncan-Chang R_f	0	0.81	0.81	0.81	0	0
Duncan-Chang G	0.25	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
Duncan-Chang F	0	0.143	0.143	0.143	0	0
Duncan-Chang D	0	1.5	1.5	1.5	0	0
粘着力(tf/m^2)	400	1.7	1.7	1.7	50	5
内部摩擦角(度)	45	50	50	50	40	35
単位体積重量(tf/m^3)	2.35	1.89	1.89	1.89	2.6	2.3

Table 2 ジョイント要素のパラメータ

$k_s (tf/m^2)$	$k_n (tf/m^2)$	$c (tf/m^2)$	ϕ (度)
140	2100000	36	10

4. 接合断面形状の決定方法 接合面の形状を求めるにあたり,まず Fig.2 に示すような直線の接合面をもつ解析モデルを用いて,解析を行った.モデルの節点数は 821,要素数は 765 (J要素 45, 非J要素 720) である.

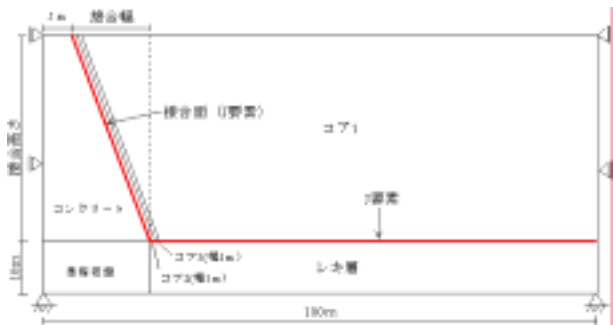


Fig.2 接合面決定モデル

解析による最大主応力方向と Eq.1 から得られるすべりの方向を要素毎に連ねることによって,接合面が描ける.各要素でのすべりの方向と得られた接合面の形状を Fig.3 に示す.

*神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University

**神戸大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Kobe University

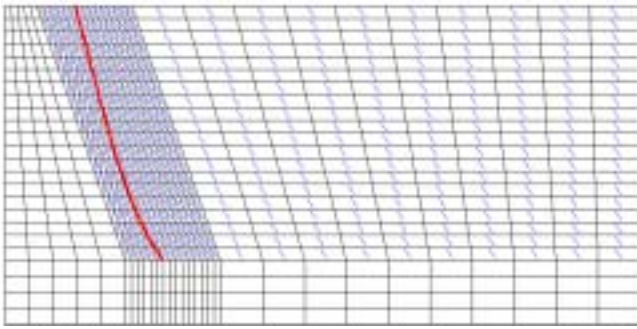


Fig.3 各要素でのすべりの方向と得られた接合面

得られた接合面をもとに、次の4つの解析を行い、基礎理論との合致度、応力・ひずみ状態への影響について調べる。

直線の接合面と基礎理論より得られた接合面との比較。

基礎理論より得られた接合面を Fig.4 に示す 2~5 本の直線で簡易的に表現した場合 (段数 2~5 段) の影響。

接合面付近の要素列にコンタクトクレーを想定した剛性の小さい要素を挿入した場合の影響。(Table 4 に各モデルのパラメータ K と挿入したクレーの幅を示した。) ジョイント要素の接線方向剛性のパラメータを変化させた場合の影響。

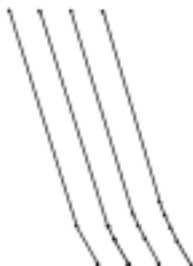


Fig.4 接合面形状(左から段数2, 段数3, 段数4, 段数5)
5. 結論 から の解析の結果, 以下のことがわかった。

接合面を単一勾配にすると、応力・変位分布は安定するが、基礎理論に合致しない。複合勾配では理論に合うが、応力・変位分布は安定しない。

Fig.5 は接合面近傍要素における、各要素でのすべり方向と接合面の傾斜角との差の絶対値をコンター表示した図で、この値が 0 に近いほど、つまり白に近いほど基礎理論に合致していることを示す。丸で囲んだ

Table 4 モデルの種類

	Kclayの幅	
モデル20	20	1m
モデル2020	20	2m
モデル30	30	1m
モデル3030	30	2m

部分に注目すると、段数が多いほど白い部分が大きくなっており、5 段でほぼ基礎理論と合致しているのがわかる。

Fig.6 (接合面からの距離 0.5mの要素列での最大主応力分布) をみると、標高 10~15m で応力の減少がみられ、不安定な応力分布といえる。剛性が小さいほど、応力は減少し、不安定な分布といえる。また、施工幅が大きいほど、応力・変位分布は不安定になることもわかる。

接合面をすべり特性を変化させても、応力分布に大きな変化はない。

以上のことと、経済性を考慮に入れると、基礎理論に合致する最小段数である 5 段とすることが妥当である。ただ、複合断面にした場合、応力・変位分布が多少不安定になる場合があるので、考慮が必要である。また、コンタクトクレーは剛性がコア材料の剛性に近い材料で、施工幅を小さくすることが望ましい。

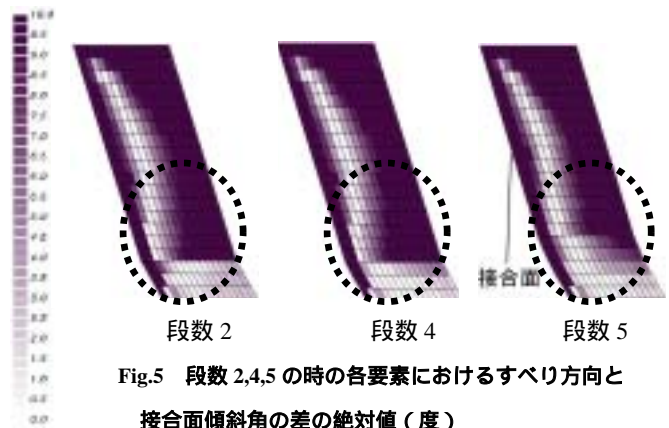


Fig.5 段数2,4,5の時の各要素におけるすべり方向と接合面傾斜角の差の絶対値(度)

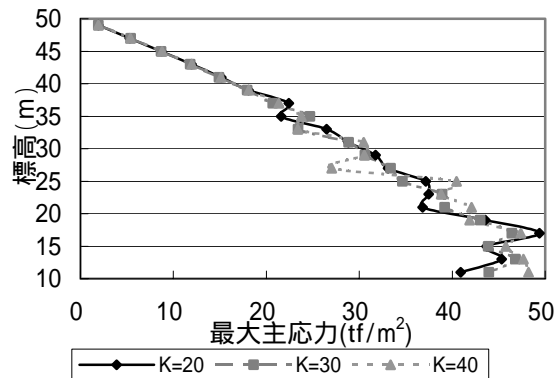


Fig.6 クレー剛性を変えた時の最大主応力分布 (接合面から 0.5m)

参考文献

1) 沢田敏男・辻誠一: 複合ダム接合部に関する研究() - 複合ダム接合部の心状解析と形状設計、農業土木学会論文集、No.23、pp.25~28、1968

2) 北海道農業土木コンサルタント株式会社: 芽室地区美生ダム細部設計業務報告書接合部設計編、pp.2-16~2-17、1986