

大阪市立大学 学生員 廣瀬 清泰
大阪市立大学 正 員 園田 恵一郎

1. まえがき； 連続地下RC壁(土留壁)に本体壁を重ね打って、土留壁を本体構造物の一部として利用するのは、非常に合理的な方法であるが、この場合、土留壁と本体壁の間で、せん断力の伝達が十分であるよう結合し、合成壁として設計する方法とせん断力の伝達を全く期待せずに、非合成重ね壁として設計する方法とが考えられる。今日、連続地下壁に対する統一的な設計基準はなく、基本的には許容応力度法に基づく、RCばりの計算法が準用されているものと思われる。しかしながら、重ね打ち合成壁に対する許容応力度法の適用は甚だ不合理である。と言うのは、RC単独壁では曲げモーメントと応力の間にはほぼ比例関係が成立するが、重ね打ち壁では、最初に土留壁にかなりの応力が導入された後に本体壁が合成されるため、作用曲げモーメントと応力の間にはもはや比例関係が全く成立せず、応力の大きさによって合成壁の余剰強度を測ることはできない。

本研究は、このような重ね打ち合成壁に対する許容応力度設計法の不合理性に着目して、終局強度理論に基づいた終局曲げ強度解析法を提案し、さらに模型実験を行って、重ね打ち面の合成効果について調査し、本理論計算法の妥当性を検証することによって、終局強度設計法の必要性を指摘するものである。

2. 重ね打ち合成壁の終局強度解析法

解析に用いる応力-ひずみ曲線を図-1のように仮定し、ひびわれの発生後も平面保持の仮定が成り立つものとする。

応力増分とひずみ増分の関係、

$$d\sigma_c = g_c(\epsilon) d\epsilon, \quad d\sigma_s = g_s(\epsilon) d\epsilon \quad (1)$$

を用いて、つり合い条件から、ひずみ増分と軸力増分および曲げモーメント増分の関係を求めると(図-2)。

$$\left. \begin{aligned} dN &= -\int_0^h g_c(\epsilon) \left\{ d\epsilon_c - \frac{\epsilon}{x} (d\epsilon_c - \frac{\epsilon_c}{x} dx) \right\} d\epsilon - \sum g_s(\epsilon) A_{si} \left\{ d\epsilon_c - \frac{\epsilon}{x} (d\epsilon_c - \frac{\epsilon_c}{x} dx) \right\} = 0 \\ dM &= -\int_0^h g_c(\epsilon) \left\{ d\epsilon_c - \frac{\epsilon}{x} (d\epsilon_c - \frac{\epsilon_c}{x} dx) \right\} \xi d\epsilon - \sum g_s(\epsilon) A_{si} \left\{ d\epsilon_c - \frac{\epsilon}{x} (d\epsilon_c - \frac{\epsilon_c}{x} dx) \right\} \xi_i \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、 dM は曲げモーメント増分、 dN は軸力増分、 A_{si} はオシ層の鉄筋量、 dx は中立軸の増分である。式(1)の $g_c(\epsilon)$ 、 $g_s(\epsilon)$ はひずみの大きさとひずみ増分の方に依存する接線剛性を表わし、不連続関数であるため、上式の積分は数値的に実行しなければならない。上式の曲げモーメント増分を区分的求積法により加算し、コンクリート或は鉄筋が限界ひずみに達する時の曲げモーメントを求めれば終局モーメントを得ることができる。

合成壁の終局モーメント($\bar{M}$)は、土留壁単体と作用した初期モーメント(M_1)と合成後の耐荷力($\bar{M}_2$)の和として定義されるが、 $\bar{M}$ は M_1 の大きさにより影響を受けるので、 M_1 の導入時の土留壁のコンクリートの圧縮ひずみをパラメータとして各種の断面について数値計算を行った結果、初期曲げモーメントにより発生する初期ひずみが、合成壁の終局曲げ強度に与える影響は非常に小さいことが判明した。そこで、初期ひずみの影響を考慮しない場合には、先の増分法によらずとも、限界状態のつり合いから直接計算される、より簡単な終局曲げ強度算定式を提案する。紙面の都合上、式は省略するが、コンクリートの圧縮ひずみと鉄筋の引張ひずみのどちらが先に限界ひずみに到達するかと中立軸の位置の増減によって判別しなければならない。

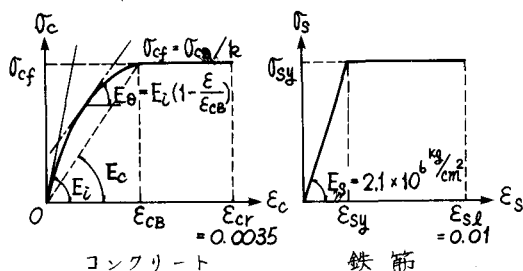


図-1 解析に用いる応力-ひずみ曲線

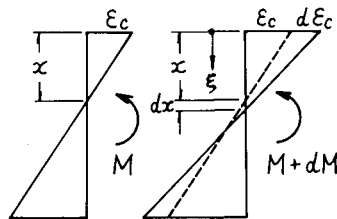


図-2

3. 終局強度解析法の実験的検討

実験は、ある想定設計モデルの1/2の縮尺の供試体を作製して行った。図-4に供試体断面を示す。実験方法は、図-3に示すように、まず土留壁に、土圧に相当する先行荷重(M_1)を鍾によって与え、その持続荷重の下で、本体壁を重ね打ち、28日の養生期間の後、油圧ジャッキで載荷(M_2)し、崩壊に至らした。

供試体は、表-1のように、重ね打ち面の接合状態を4段階に分類し、case1($M_1 < 0, M_2 > 0$)とcase2($M_1 < 0, M_2 < 0$)の2通りによって種類わけした。初期荷重(M_1)は、土留壁の許容応力度の割増し30%として決定したので、本体壁を重ね打ち時点、土留壁の鉄筋にはすでに1000 μ 程度の初期ひずみが生じている。

図-5にスパン中央部の曲げモーメントとひずみの関係の実験結果を示すが、増分法による計算値とよく一致している。表-2に、各供試体の終局モーメントと、増分法および限界状態のつり合いから求めた値との比較を示す。なお、計算は土留壁と本体壁と完全合成として行った。但し、終局モーメントの計算については、供試体Dは完全非合成として単純な重ね合わせとしたため、増分法の計算は行っていない。

	限界状態のつり合いから求めた値	増分法	供試体A	供試体B	供試体C		限界状態のつり合いから求めた値	供試体D
case 1	11.62	11.10	11.5	11.3	11.3	case 1	3.5	3.9
case 2	10.65	9.81	9.6	9.6	9.6	case 2	6.9	7.5

表-2 終局曲げモーメント (単位: t・m)

4. あとがき; 種々の接合状態

を持つ供試体A, B, Cの実験値は、完全合成として行った計算値と非常によく一致しており、レイタンスを取るにとどめて重ね打っても十分な合成効果を期待でき、また、たわみ剛性についても同様な結論を得る実験結果が得られた。本理論計算法の基本的仮定である平面保持の仮定についても、実験より得られたひずみ分布から、十分満足の結果が得られている。従って、表-2から明らかに、本理論計算法の妥当性が十分に認められると考えられる。

供試体	CASE	コンクリート打継目の接合状態	備考
A - 1	CASE 1	重ね打ち面にずれ止めを設けて	
A - 2	CASE 2	積極的に合成したもの	
B - 1	CASE 1	重ね打ち面をチッピングして	
B - 2	CASE 2	凹凸をつけたもの	
C - 1	CASE 1	重ね打ち面をブラッシングして	
C - 2	CASE 2	表面のレイタンスをとるに留めたもの	
D - 1	CASE 1	重ね打ち面にグリースを塗布し	グリースの厚さは約3mm
D - 2	CASE 2	積極的に非合成としたもの	

表-1 供試体の種類

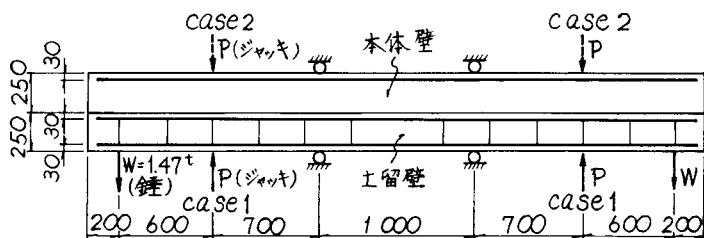


図-3 供試体の寸法および載荷位置

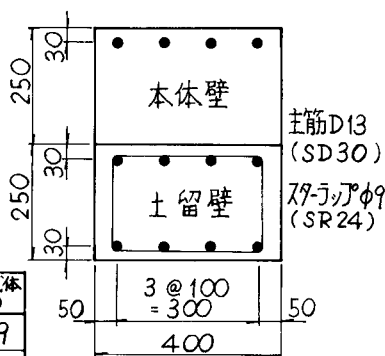


図-4 供試体断面

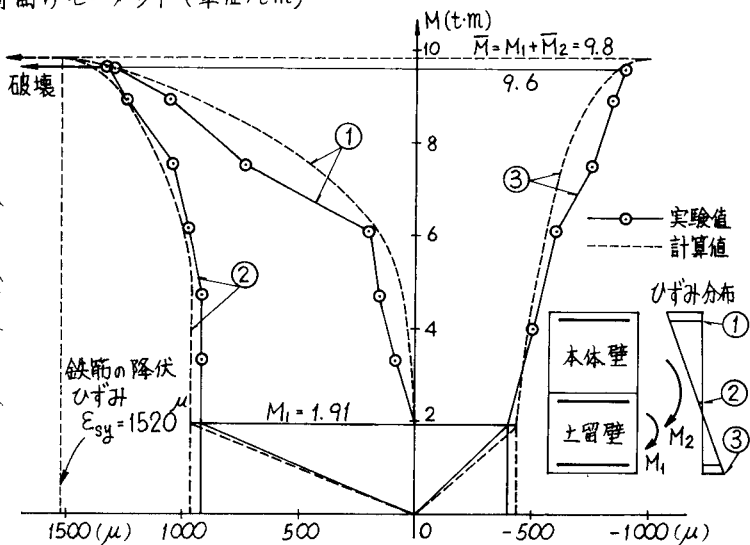


図-5 曲げモーメントとひずみの関係 (供試体C-2, case 2)