

擁壁の耐震性に関する動的遠心模型実験（その 5）

建設省土木研究所 正会員 中村伸也 斉藤由紀子 松尾修

1. はじめに

筆者らは重力式擁壁の地震時挙動を検討する目的で動的遠心模型実験を行ってきている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。昨年度までの検討結果により、躯体に作用する慣性力と背面土圧の位相差を考慮することにより合理的な耐震設計法が構築できる可能性が示唆された。今回は、特に背面土圧と慣性力の位相及び土圧の作用位置等について詳細に分析を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験模型および実験条件一覧をそれぞれ図-1, 2、表-1に示す。

地盤は、支持力破壊の影響が生じないように厚さ20mmの鉄板を土槽(幅150cm, 高さ50cm, 奥行き30cm)内に敷き、土槽と鉄板との密着を図るために土槽に薄く流し込んだ石膏が固まる前に鉄板を搬入することにより作成した。擁壁模型と鉄板との間にはウレタンゴムシート(厚さ0.5mm)とサンドペーパーを貼ることにより所定の摩擦係数を確保した。模型は3分割しており、両脇はコンクリート製である。中央部には、模型に作用する全ての土圧及び地盤反力を感知できるよう設計されたロードセルを背面10分割、底面3分割して設置した。なお、中央部の重心位置はコンクリート部と一致し、断面二次半径のずれは水平6mm、鉛直20mmとなっている。

2	2	〃	50 → 200	→	450	転倒
3-1	10	〃	50 →	250 →	450	滑動
3-2	2	〃		250 →	450	滑動
4-1	10	〃	50 → 200	→	450	転倒
4-2	2	〃	→ 200	→	450	転倒

全ケースで Dr 80%

側面摩擦の軽減にはテフロンシート等を用いている。裏込土の作成方法は前報参考¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。なお、片側の地盤側面には色砂(5cm間隔)及び高速度カメラによる変位測定のためのターゲット(直径6mm, 2.5cm間隔)をメッシュ

状に設置した。加振は正弦波100波を用い、段階的に加速度を上げて行った。遠心加速度は30G。土圧、慣性力の方向は図-1のとおりである。

3. 実験結果および考察

予備実験：ロードセルの精度を検定するために、土槽に水を張り遠心30G
場における水圧分布を測定した結果、背面(100-ドセル)、底面(30-ドセル)の誤差の絶対値平均は、それぞれ
1.2, 0.2kN/m²となり、十分な精度を有することを確認した。なお、実験で得られたひずみ値に対しては、ロ
ードセルの横感度補正及びロードセル自身に作用する慣性力・遠心力に起因して検出するひずみの補正も行
っている。

慣性力と土圧の位相差：図-3は加振レベル及び周波数別に、慣性力と背面土圧合力(背面100トンの荷重合計)の関係を表すために各ケースの第10波目を代表として抽出したものである。この図から、2Hz加振については低い加振レベルで慣性力と土圧は逆位相(慣性力増加時に土圧減少)となっており、高い加振レベルでは8の字を描くようにループ型となるが、全体として見れば逆位相であることが分かる。

表-1 實驗條件一覽

CASE	周波数	加振レベル(gal)	モード
1	2 Hz	50 → 200 → 250 → 450	滑動
2	2 "	50 → 200 → 450	転倒
3-1	10 "	50 → 250 → 450	滑動
3-2	2 "	250 → 450	滑動
4-1	10 "	50 → 200 → 450	滑動
4-2	2 "	200 → 450	転倒

全ケースでDr 80%

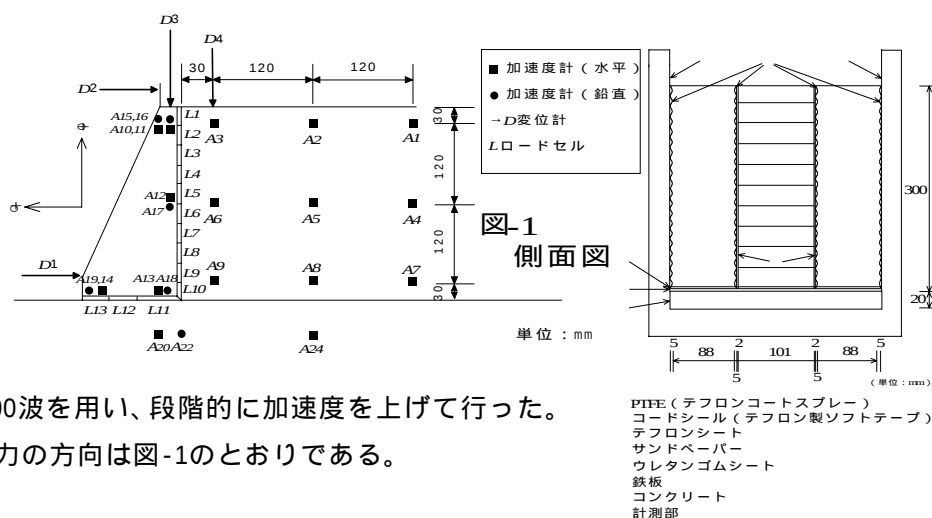


图-2 断面图

キーワード：重力式擁壁、遠心模型実験、地震、慣性力、土圧

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1, Tel 0298-64-4969, Fax 0298-64-2576

しかしながら、擁壁にとって最も危険である、外力(=背面土圧合力+慣性力)が最大となる時点(ループと傾き=-1の直線と接する時)は必ずしも土圧合力が最小となっていない。変形モードの違いについては、滑動モードの方が転倒モードに比べて慣性力増加時の土圧減少量が大きく、慣性力の最大値は小さい。なお、10Hz加振は2Hz加振に比べて位相は明確でなくなり、土圧合力、慣性力共に1/2程度になることから、周波数の影響を大きく受けることも分かる。

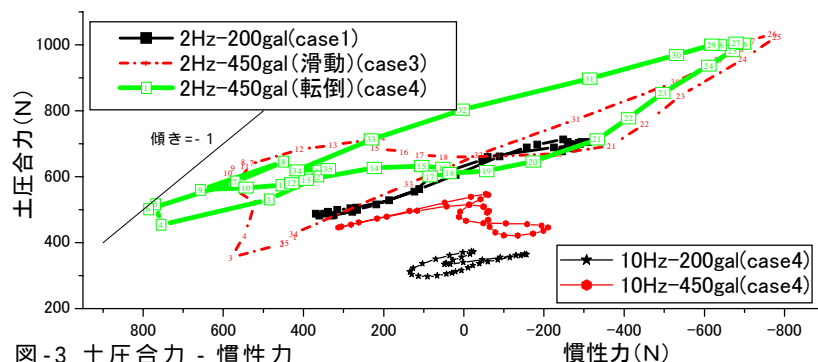


図-3 土圧合力 - 慣性力

土圧分布：図-4は、CASE4(2Hz)450gal加振時(第5波一周周期分)の土圧分布の時間変化を表したものである。この図から、土圧は時間・空間的に複雑に変動しており、擁壁に作用する慣性力最小時に、擁壁中央部の土圧が極大となっていることが分かる。

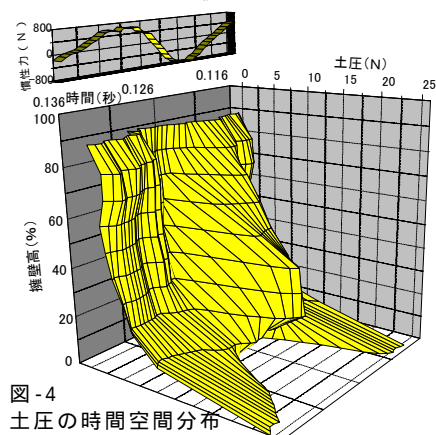


図-4 土圧の時間空間分布

土圧合力作用位置：図-5は、第10～14波を代表として抜粋することにより外力と背面土圧合力の作用位置(かかとからの擁壁高に対する比率%)及び底面反力の作用位置(つま先からの底板幅に対する比率%)を表したものである。この図から、背面土圧合力の作用位置は、加振レベルが小さい時は外力最大時に最低となるが、加振レベルが大きくなると、外力最大時の作用位置は約40%の位置まで上昇することが分かる。今回の実験結果は、現行設計法で規定する背面土圧の作用位置(1/3)に関して修正を行う必要性を示すことから、この点に関しては今後さらに検討を加える予定である。また、外力最大時の底面反力作用位置については、200gal加振で25%、450galでは10%程度(つま先部)であり、加振レベルの増加に伴いつま先部に荷重が集中していることから、擁壁の安定にとってつま先部からの支持力不足による破壊の防止が重要であることを示している。

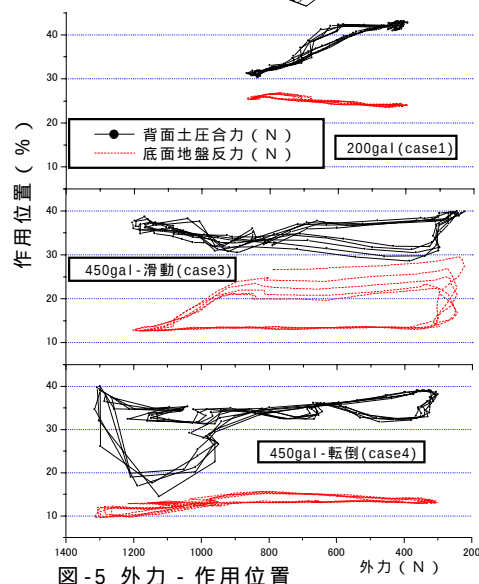


図-5 外力 - 作用位置

物部・岡部式との比較：図-6は、入力波1波毎に慣性力が正となる方向に加振した時の地盤加速度の最小値を震度で表し、各震度と各入力波により外力が最大となる時の背面土圧合力及び物部岡部式による土圧との関係をプロットしたものである。この図から物部岡部式による土圧を低減(例えば図-6の低減式)できる可能性が示唆される。なお、滑動モードより転倒モードの方が土圧が大きいことも分かる。

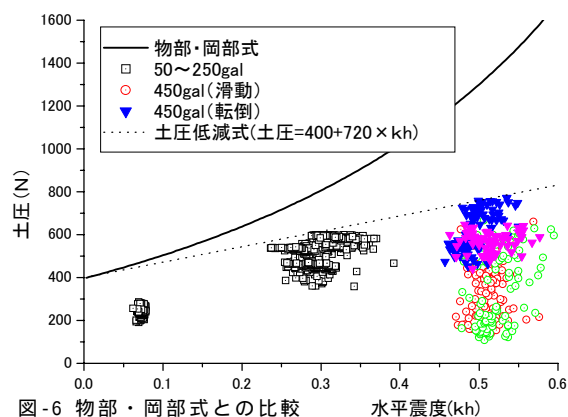


図-6 物部・岡部式との比較

4. まとめ

今回の検討により、重力式擁壁の現行設計法に関して、背面土圧合力の作用位置の修正及び土圧の低減により、大規模地震時の重力式擁壁の合理的な耐震設計法を提案できる可能性が示唆された。今後は、つま先部における支持力の影響及び根入れ等実際の施工状況も考慮に入れた具体的な設計手法の提案に向けて検討を行う予定。

- 1)2)3)松尾修他：擁壁の耐震性に関する動的遠心模型実験(1～3)、土木学会第53回年次講演会、pp340-345、1998
- 4)松尾修他：擁壁の耐震性に関する動的遠心模型実験(4)、土木学会第54回年次講演会、pp310-311、1999