

V-462 アスファルトマスティック層を有するポステンションマット基礎に関する基礎的研究

大成建設技術研究所 正会員 田中 良弘
 大成建設技術研究所 白石 俊英
 大成建設土木設計部 正会員 西村 恵司

1. はじめに

平面的に広がりを持つ基礎構造物（以下、マット基礎）に、補強等の目的でプレストレスを与える場合、一般に地盤との摩擦によりプレストレスの導入が困難となる。その解決策としてAsphalt Mastic層（以下、A.M層）を用いてポステンションマット基礎を施工する新工法を提案する。本研究は、A.M層の粘弾性特性実験と、その実験結果に基づくプレストレス導入時・地震時のシミュレーションにより、実用化の可能性を検討したものである。

2. 工法の概要

本工法によるポステンションマット基礎は、図-1に示すように、1次コンクリートと基礎構造との間に薄いA.M層を有する構造であり、主な利点として以下の項目が挙げられる。

- ① A.M層が長期の载荷時間に対しては小さな変形係数を持つために、マット基礎のプレストレス導入時にA.M層が容易にせん断変形して底面からの摩擦損失を無くし、プレストレスの導入が確実にこなえる。
- ② マット基礎が地震荷重を受けるとき、A.M層が短期の载荷時間に対して大きな変形係数を持つために、地震時におけるマット基礎の安定が確保できる。
- ③ A.M層が地盤との拘束を低減するため、乾燥収縮、温度応力によるひび割れ発生を低減する。

3. アスファルトマスティックの粘弾性特性

アスファルトのような粘弾性体に力作用させた場合の歪-時間曲線は、図-2におけるOABCの経路をたどる（力をかけた瞬間にOAだけ歪み、その後次第に歪み方が緩やかになり、BCでは一定の速度で歪む）。図-2における歪-時間曲線OABCを説明するのに、一般に粘性抵抗と弾性変形をそれぞれダッシュポットとバネの4要素で表現した粘弾性体の力学的モデル（図-3）が従来から用いられている^{3), 4)}。

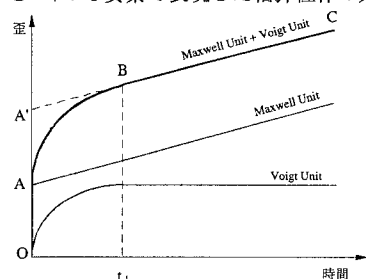


図-2 粘弾性体の歪-時間曲線

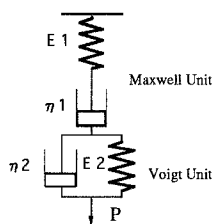


図-3 粘弾性体の力学的モデル

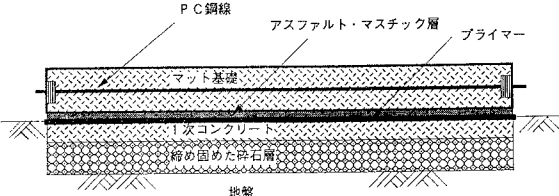


図-1 A.M層を有するマット基礎の構成

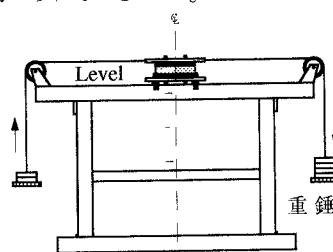


図-4 せん断試験機

4. アスファルトマスティックの特性実験

アスファルトの配合を配合A（アスファルト20重量%）及び配合B（アスファルト15重量%）とし、アスファルトマスティックの粘弾性特性の温度依存性を考慮して、下記の特性確認実験を行った。

- ① 圧縮試験：コンクリート打設後の自重によるA.M層の層厚変化量の把握
- ② せん断試験：持続荷重（プレストレス、温度変化etc）によるせん断変形性能確認（4要素のダッシュポットの粘性係数、バネ係数の把握）及び持続荷重によるせん断変形時のA.M層及び境界面の耐力確認

(1) 圧縮試験

配合A及び配合Bの円盤状試験体（直径 $\phi=62\text{cm}$ 、厚さ $t=3\text{cm}$ ）に対して実施した結果、アスファルトの含有率が高く温度が高いほど粘性係数が小さく、時間経過にともなう沈下量が多い結果が得られた。ただし、実験結果の沈下量-時間曲線から、幅30m程度のコンクリート基礎についてA.M層の層厚変化量を試算した結果、層厚3cm、30℃の条件での10年後のA.M層の沈下量は最大で0.2mm以下であり、実用上問題ないものと判断される。

(2) セン断変形性能実験

配合A及び配合Bの直方体試験体（ $L20 \times B15 \times t4$ cm）に対して、図-4に示すせん断試験機^{3）、4）}を用いてせん断試験を行なった。その結果、各試験体ともに剥離・破壊を生じず、試験終了時（最大試験時間24時間）におけるA.M層の変形能力は十分であり、0℃の試験を除いて、ほとんどの試験でせん断歪100%以上のせん断変形が確認された。せん断試験結果の変形量・時間曲線から得られた、各試験条件ごとのMaxwell UnitとVoigt Unitのバネの弾性係数 E_1 及び E_2 とダッシュポットの粘性係数 η_1 及び η_2 を表-1にそれぞれ示す。

表-1 セン断試験による弾性係数 E および粘性係数 η

試験温度 (℃)	配 合	Maxwell unit		Voigt Unit	
		E_1 (dyne/cm ²)	η_1 (dyne · min/cm ²)	E_2 (dyne/cm ²)	η_2 (dyne · min/cm ²)
30	A (20%)	1.3E+06	1.1E+06	4.0E+05	3.0E+05
	B (15%)	3.4E+06	4.5E+06	1.1E+06	6.8E+05
20	A (20%)	2.6E+07	2.4E+06	2.8E+06	2.5E+06
	B (15%)	2.2E+07	7.6E+06	1.6E+06	1.2E+06
0	A (20%)	2.6E+08	2.7E+10	1.5E+07	1.2E+09
	B (15%)	-	6.6E+10	-	-

5. プレストレス導入時および地震時のシミュレーション

(1) 解析モデル

せん断試験結果から得られた弾性係数と粘性係数を用いて、配合、層厚、温度をパラメータ（表-2）としたシミュレーション解析を行なうことにより、プレストレス導入時および地震時のA.M層の効果確認を行なった。厚さ70cm、長さ30mのマット基礎に片端から一定の導入速度でプレストレス（ $\sigma_p = 20 \text{ kgf/cm}^2$ ）を15分間で導入した場合の応力伝達を、図-5に示す解析モデルにより計算した。また、El Centro波がA.M層の下面に入力した場合の応答を同様の多質点モデルにより解析した。

表-2 解析ケース一覧

ケース	配 合	AM層厚 (mm)	AM層温度 (℃)
CASE-1	A (20 %)	10	30
CASE-2	B (15 %)	5	20
CASE-3	A (20 %)	10	0

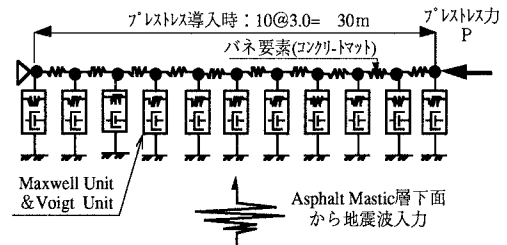


図-5 解析モデル概念図

(2) 解析結果

- ①片引きによる緊張を想定して解析したプレストレス導入時の結果では、CASE-1では殆ど時間差無しに、またCASE-2では1時間以内でプレストレスが緊張端から固定端まで伝達された。また、0℃のCASE-3でも2週間で90%程度であるが、確実にプレストレスが伝達された。（図-6にCASE-2の結果を示す）
- ②地震時の安定性について、El Centro NS波（0～8秒間）をA.M層下面に入力した場合、基礎地盤の応答変位に比較して、基礎地盤とマット基礎の相対変位は非常に小さく（最大のCASE-1でも0.25 cm程度：図-7）、A.M層を用いたポストテンションマット基礎の地震時の滑動に対する安定性は確保される。

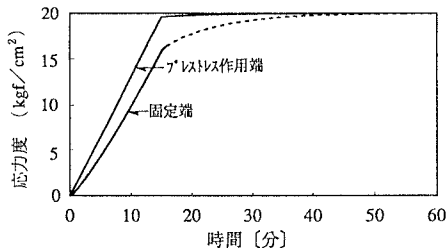


図-6 マット基礎に導入される軸力時刻歴（CASE-2）

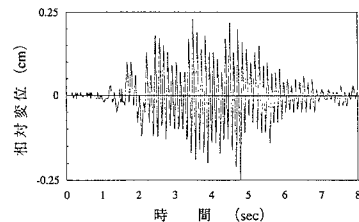


図-7 地盤とマット基礎の相対変位時刻歴（CASE-1）

6. 結論

A.M層に対する基礎実験および実験結果を用いたシミュレーション解析から、A.M層を用いたポストテンションマット基礎の実用性が確認できた。

参考文献

- 1) “BITUMEN IN HYDRAULIC ENGINEERING” BARON W.F VAN ASBEC
- 2) “新体系土木工学 27 歴青系材料” 土木学会編 技法堂出版
- 3) “港湾構造物へのアスファルト合材の利用に関する研究” 北海道大学博士論文 加川道男
- 4) “アスファルトマットの粘弾性” 加川 道男, 中丸 博信 他 土木学会年次学術講演会講演集 1966年