

注入工法による地中ボックスカルバートの耐震性向上に関する研究（その1）

- 室内試験による免震材の動的特性の把握 -

前田建設工業（株）正会員
東京電力（株）正会員

加藤寿雄、大嶋義隆、渋谷 武
佐藤 博

1. はじめに

筆者達が研究している低摩擦材を用いた耐震性向上工法のこれまでの開発技術^{1,2)}は、開削による施工方法を主対象としてきた。さらに筆者達は適用性・汎用性の拡大を目的として非開削工法での研究開発³⁾を行っている。本論文ではその非開削工法で用いる免震材の動的特性および免震材としての評価について報告する（図1-1）。

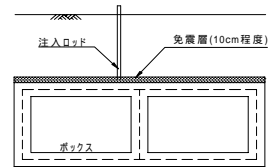


図1-1 工法概要図

2. 基本配合

今回対象とした免震材は経済性に優れた「アスファルト乳剤 + 早強セメント + ベントナイト」で構成されており、その配合を表2-1に示す。

表2-1 試験に用いた配合

配合No.	アスファルト乳剤	早強セメント	ベントナイト
1	100	15	14
2	100	10	14
3	100	7	14
4	100	3	14

1数字は重量比
2ベントナイトは35%水溶液として使用

3. 試験条件

セメント分の配合量、材令、拘束圧の違いによる特性を目的に中空円筒供試体による繰り返しねじりせん断試験を行った。試験条件を表3-1に供試体の条件を表3-2に示す。

表3-1 繰り返し中空ねじりせん断試験条件

項目	諸元等
供試体寸法	外径 100mm、内径 60mm、高さ100mm
試験拘束圧	0.1 0.2 0.3 MPa
圧密排水条件	等方圧密非排水試験
制御方法	応力制御
繰り返し載荷回数	11回
繰り返し周波数	0.2Hz
計測ひずみ範囲	$10^{-6} \sim 10^{-1}$
G, hを算出する計測データ	10波目
気温	20

表3-2 供試体条件

配合No.	拘束圧 (MPa)	材令 (日)	供試体No.
1	0.20	29	1-1
2	0.20	7	2-1
3	0.20	27	3-1
		28	3-2
		90	3-3
		35	3-4
		35	3-5
4	0.20	35	3-6
		28	4-1

供試体3-4 ~ 3-6は注入実験での供試体³⁾

4. 試験結果と考察

(1) セメント量の違いによる特性

材令 28 日における供試体でセメント分 15, 10, 7, 3%の試験を行った。その結果を図4-1に示す。この結果より今回使用した免震材はせん断弾性係数及び減衰定数にひずみ依存性が認められた。

セメント配合量とせん断弾性係数の関係を図4-2に示す。図に示すように初期せん断弾性係数(ひずみ: $=10^{-5}$ レベル)、ひずみ 1%レベルでのせん断弾性係数は共にセメント分とせん断弾性係数にほぼ線形の関係があった。このことから、セメント分の配合量により免震材のせん断弾性係数を制御できると判断される。また、減衰定数にはひずみが 1%以上で若干の差異があったが、微小ひずみの領域ではほぼ一定の値を示した。

図4-3にセメント分 3%、材令 28 日供試体のせん断応力 - ひずみ曲線を示す。

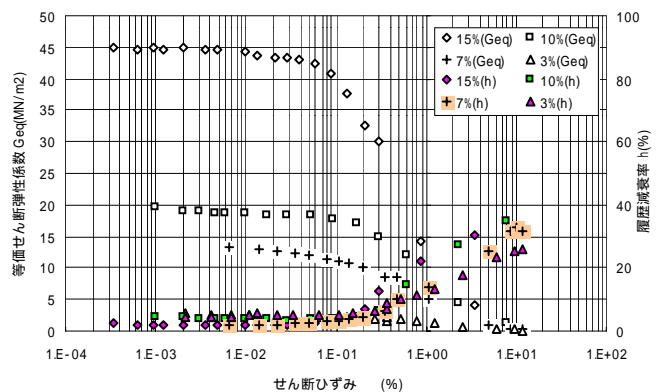


図4-1 配合の違いによる等価せん断弾性係数 - せん断ひずみ - 履歴減衰率 材令28日

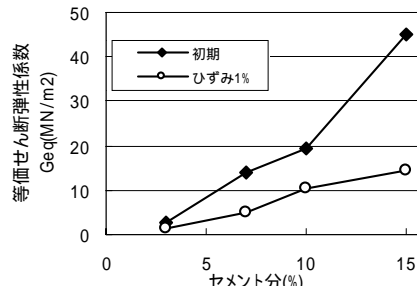


図4-2 セメント配合量 - せん断弾性係数

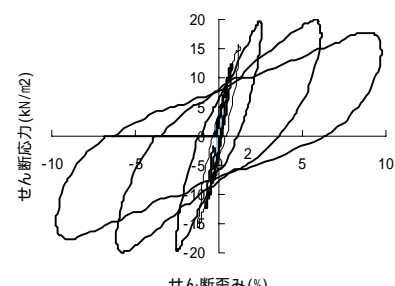


図4-3 セン断応力 - ひずみ履歴曲線

キーワード：免震材、ベントナイト、アスファルト乳剤、注入工法

連絡先：〒179 - 8903 東京都練馬区高松 5 - 8J.CITY 前田建設工業（株） 土木設計部 TEL03 - 5372 - 4759 FAX03 - 5372 - 4768

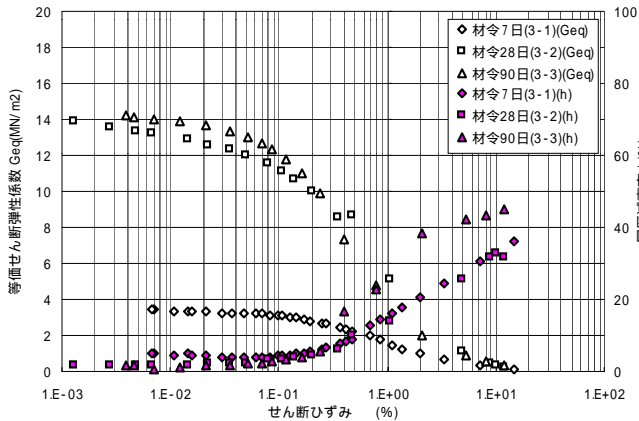


図4-4 材令の違いによる等価せん断弾性係数-せん断ひずみ-履歴減衰率

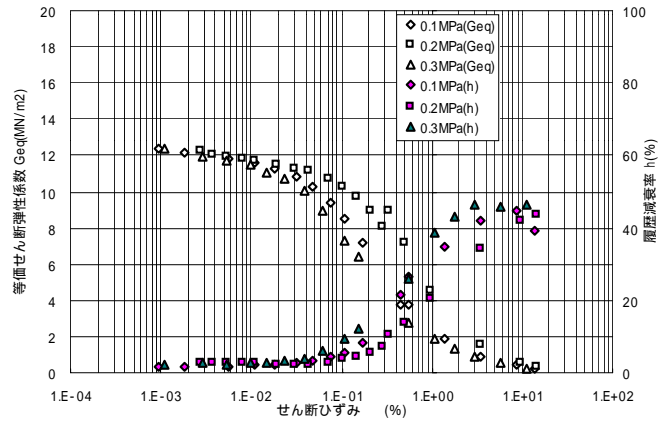


図4-6 拘束圧の違いによる等価せん断弾性係数-せん断ひずみ-履歴減衰率

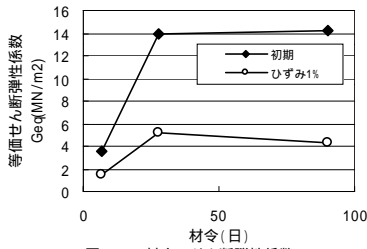


図4-5 材令-せん断弾性係数

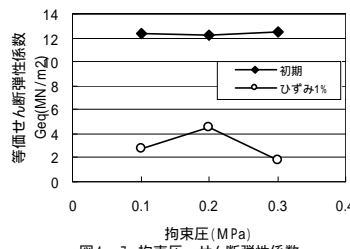


図4-7 拘束圧-せん断弾性係数

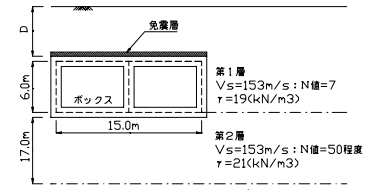


図5-1 解析モデル図

(2) 材令の違いによる特性

セメント分7%、材令7,28,90日の3つの供試体にて試験を行った。その結果を図4-4,図4-5に示す。図に示すように、材令7日と28日とではせん断弾性係数に差異が認められた。28日以降の材令においてはせん断弾性係数に差異は見られなかった。このことから長期材令において免震材としての特性は変化しないと判断できる。

(3) 拘束圧の違いによる特性

セメント分7%、材令35日で拘束圧を0.1,0.2,0.3MPaの3ケースで行い、その結果を図4-6,4-7に示す。図に示すように初期ひずみ、およびひずみ1%レベルのせん断弾性係数は共に差はなかった。このことから、土被りの違いによって免震材の特性は大きく変化しないことが確認された。

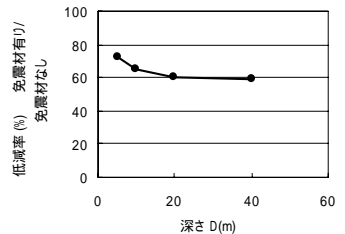


図5-2 免震材による相対変位低減効果

5. 免震材としての適性

セメント分7%の試験結果を基に、二次元FEM応答震度法で解析を行い免震材としての適性の確認した。解析条件を図5-1に示す。土被りは5,10,20,40mとした。評価方法は免震材有無での中壁上下端部における相対変位量()で行った。その結果、中壁の最大相対変位における変位低減率は免震層がない場合に比べ60%~75%に低減している(図5-2)。また土被りが深くなれば低減率が小さくなる傾向を示した。これらのことから地震時における地中ボックスカルバートに対し免震材を用いた工法が有効であることが分かる。

6. まとめ

今回、免震材として「アスファルト乳剤+早強セメント+ベントナイト」から構成される免震材の動的特性および免震材としての評価を行った。その結果、セメント分の配合量とせん断弾性係数にほぼ線形の関係が存在する、長期間において免震材としての特性は変化しない、土被りの違いによる免震材の特性は大きく変化しない、応答震度法解析により免震材として有効である事が分かった。しかしながら、実際に定量的な効果を示すには、これらの結果を基に実際の施工現場において、非開削施工の基本仕様や充填性等の確認を行う必要がある。

【参考文献】1) 低摩擦材を用いた地中ボックスカルバートの耐震性に関する研究、第54回年次学術講演会、1999、2) 低摩擦材を用いた地中ボックスカルバートの耐震性に関する研究(その2)(その3)第55回年次学術講演会、2000、3) 注入工法による地中ボックスカルバートの耐震性向上に関する研究(その2)第57回年次学術講演会、2002