

第6回 単独管 施工性試験

(1) 分会の目的

農業用水管路には土圧、輪荷重等の外力による荷重のほかに内水圧をも考慮することが必要である。さらに、配管系は曲管を含み、スパン間が下水道に比較して長いことが一般的である。更生工法毎に異なる材料・施工方法によって施工される更生工法を、農業用水管路の特徴を考慮した施工性能の評価項目および評価方法の確立のために、統一的な施工条件を定め、地上に配した模擬管路内に更生工を行って、各種確認項目について確認、評価を行うことを目的とする。

(2) 分会の目標

- 1) 単独管の施工性に関する評価項目・手法の確立
- 2) 単独管の施工管理・品質管理・出来形管理手法の妥当性の確認
- 3) 単独管の施工時における環境適応性について確認

(3) 試験内容

- 1) 試験期間 平成24年1月～平成25年1月
- 2) 実施場所 東亜グラウト工業株式会社 豊橋営業所実験場 (LCR技術センター)
- 3) 模擬管路の線形、試験要素

(1) 対象管径

施工条件の適合性を評価するに当たり、更生材料の既設管への挿入に比較的困難を伴う寸法として、300mmを採用した。

(2) 曲り管

- ①上下方向への屈曲 = 22.5度 × 2箇所
- ②左右方向への屈曲 = 各工法 (材料) 毎の申請曲り角度 (22.5度、45度、90度)

(3) 浸入水

2ℓ/分、0.05MPa、約15℃ 1箇所

(4) 継手部隙間

50mm 1箇所

(5) 管ズレ・段差

30mm 1箇所

(6) 耐内水圧性能の確認

更生管の耐内水圧性能を内水圧試験によって確認。試験時の圧力は各工法 (材料) 毎に申請した圧力にて行った。(試験圧力は、提示された一定条件を満たすために工法毎の設計値をもってパイプライン基準書・技術書に示された構造計算に基づいて厚みを決定し施工された内圧性能をもつ更生管であることから申請圧力とした。)

(7) 出来形等計測

立会者および（一財）化学物質評価研究機構により、更生管厚計測、屈曲部の隙間計測、シワの発生状況観察、継手部隙間の更生管厚計測、管ズレ・段差部の更生管厚計測、その他異常の有無の確認を行った。

(8) 品質管理

更生後の管から採取したサンプルもしくは同一ロットの材料にて作成した平板状サンプルを用いて、（一財）化学物質評価研究機構において曲げ試験を実施。

(9) 環境適応性

施工時における環境適応性（粉じん、振動）について確認を行った。

(10) 更生管のバラツキ確認

更生後の形成後のバラツキを確認するため、施工性確認試験によって形成された更生管から採取したリング状サンプル（各材料50本）を用いて、更生管厚さを計測の上、偏平試験を実施した。更生管が全長にわたってほぼ同一状態へと形成されていることを確認する。神戸大学において実施。

4) 模擬管路概要図

(1) 配管図

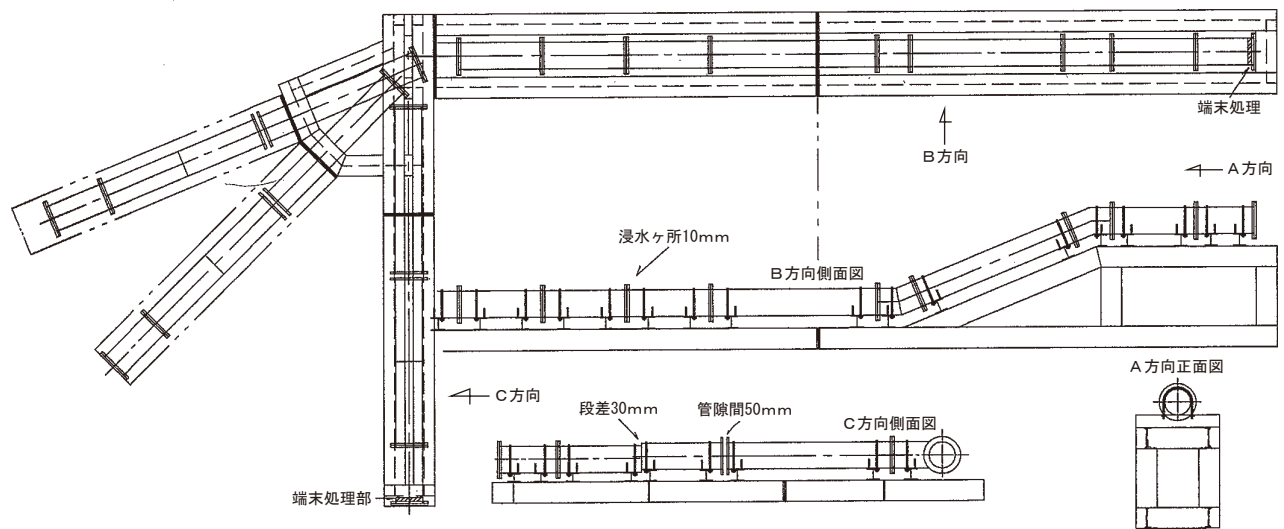


図-1 配管図

(2) 曲管図

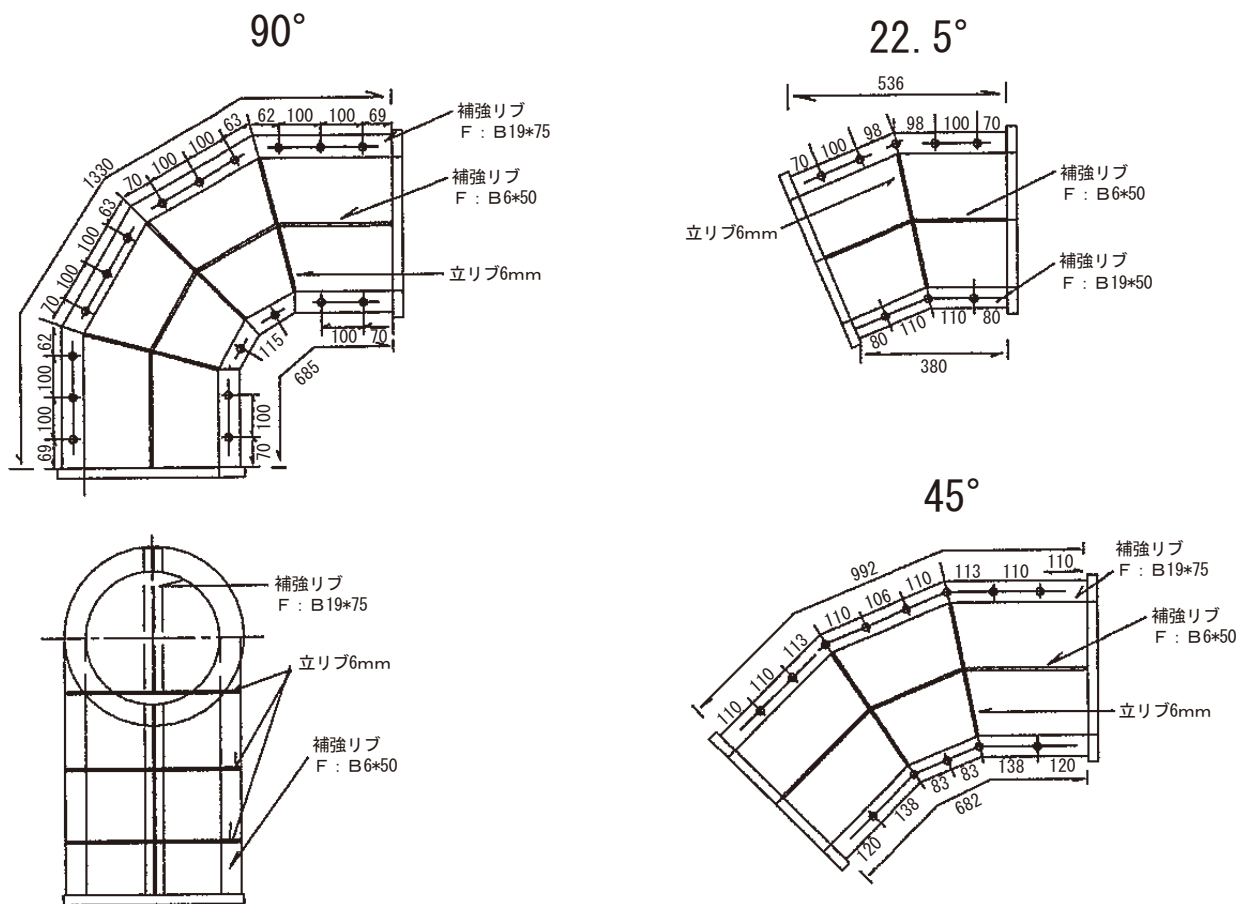


図-2 曲管図



写真-1 配管状況

○数字は直管番号、A、Bは垂直方向曲管、Cは水平方向曲管を示す。
 ①、④、⑤、⑥、⑧、⑨、⑩ は、L=1m
 ②、③、⑦ は、L=2m

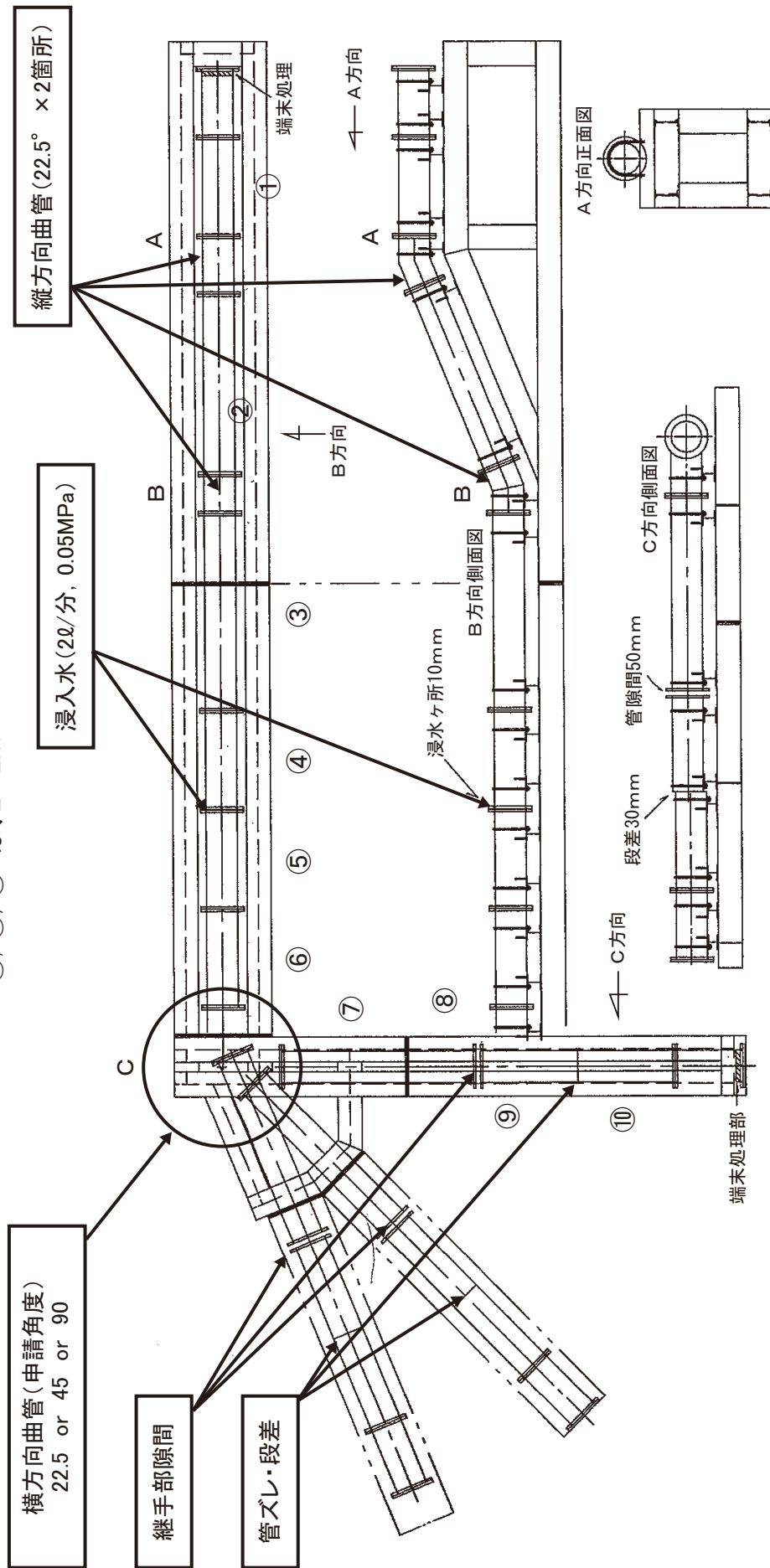


図-3 試験用煙 配管位置図

5) 実施工法（材料）一覧表

表－1 実施工法（材料）一覧表

No.	略称	材料種類	工法分類※	申請曲角度	申請圧力 (MPa)
1	A	熱硬化・非ガラス繊維	反転	90	0.1
2	B	熱硬化・ガラス繊維	反転	90	0.5
3	C	熱硬化・ガラス繊維	反転	90	1
4	D	熱硬化・非ガラス繊維	反転	45	0.4
5	E	熱硬化・ガラス繊維	反転	45	1
6	F	熱硬化・ガラス繊維	反転	90	0.5
7	G	熱硬化・ガラス繊維	反転	90	1
8	H	熱硬化・非ガラス繊維	反転	90	0.1
9	I	熱硬化・ガラス繊維	形成	22.5	0.5
10	J	熱硬化・ガラス繊維	反転	45	0.5
11	K	熱硬化・ガラス繊維	反転	90	1
12	L	光硬化・ガラス繊維	形成	22.5	0.5
13	M	熱形成・熱可塑性	熱形成	22.5	0.5

※工法分類

(1) 反転工法（熱硬化・光硬化）

含浸用基材（ガラス繊維または有機繊維等）に熱（光）硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を反転方式により既設管きょ内に挿入し、更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、温水や蒸気、光照射等で樹脂を硬化させて更生管を構築する方式。

(2) 形成工法（熱硬化・光硬化）

含浸用基材（ガラス繊維または有機繊維等）に熱（光）硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を引込方式により既設管きょ内に挿入し、更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、温水や蒸気、光照射等で樹脂を硬化させて更生管を構築する方式。

(3) 形成工法（熱形成）

既設管きょに挿入可能な変形断面形状にさせた熱可塑性樹脂パイプ（硬質塩化ビニル樹脂、高密度ポリエチレン樹脂）を蒸気で軟化させ、引込方式により既設管きょ内に挿入し、過熱状態のまま空気圧で拡張させ、既設管内面に密着した状態のまま冷却養生することで更生管を構築する方式。

6) 各工法（材料）毎の実施内容

表－2 施工性確認試験 実施日一覧表

No.	略称	材料種類	工法分類※	施工日
1	A	熱硬化・非ガラス繊維	反転	2月22日
2	B	熱硬化・ガラス繊維	反転	3月25日
3	C	熱硬化・ガラス繊維	反転	5月23日
4	D	熱硬化・非ガラス繊維	反転	4月4日
5	E	熱硬化・ガラス繊維	反転	3月14日
6	F	熱硬化・ガラス繊維	反転	7月11日
7	G	熱硬化・ガラス繊維	反転	9月5日
8	H	熱硬化・非ガラス繊維	反転	11月28日
9	I	熱硬化・ガラス繊維	形成	2月7日
10	J	熱硬化・ガラス繊維	反転	12月18日
11	K	熱硬化・ガラス繊維	反転	6月13日
12	L	光硬化・ガラス繊維	形成	12月11日
13	M	熱形成・熱可塑性	熱形成	10月10日

1) 工法名（略称：—— 材料名：—————）

〔施工者〕—————

〔立会者〕注：本開発事業参加した他企業の技術者

〔実施日〕表－2に記載した施工日

〔実施内容〕

(1) 申請曲り角度 = 90度 or 45度 or 22.5度のいずれか

(2) 申請内水圧力 = 工法毎の設計内圧

〔実施・確認〕

(1) 反転・形成・硬化 or 熱形成工を施工者により提出された施工マニュアルに従い作業手順、作業時間等が異常なく施工されていることを確認。

(2) 管端処理の施工日と作業内容と使用材料による所定の養生期間を確認。

工法毎に行う通常の末端処理方法による処理方法で施工。

(3) 内水圧試験…模擬管に施工した更生管全長にわたって、これを試験用着色水を満たして申請内水圧を所定時間負荷し、圧力の低下がないこと（円形チャートにより記録）と更生管からの漏水がないこと（模擬管の両端を除くほぼ全長にわたり更生管の上部にある半割部分を撤去して目視で確認。底部は試験水圧の低下確認と模擬管への浸透等の染み込みが無いこと）を確認。

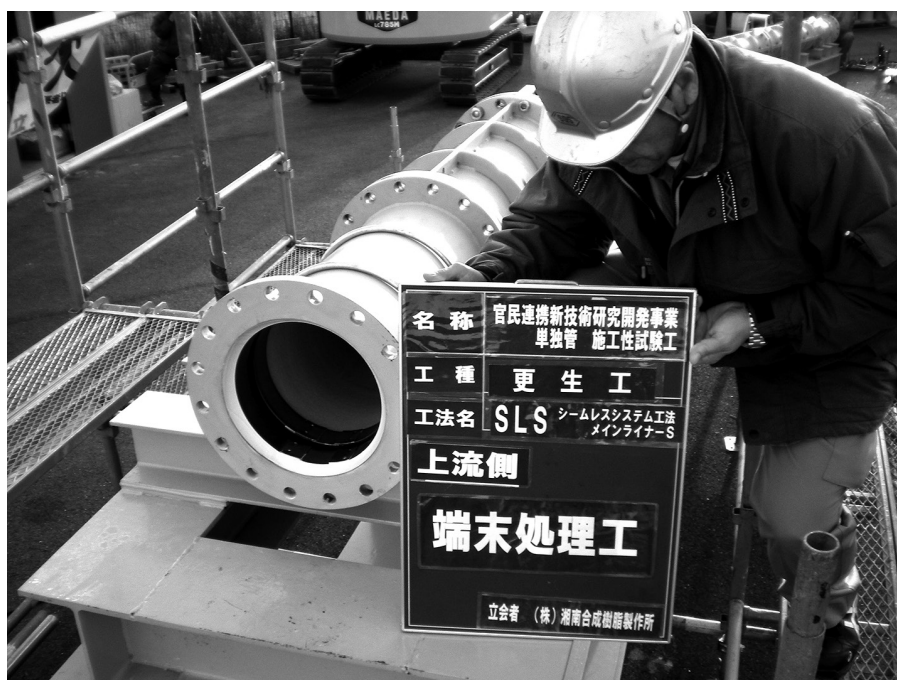


写真-2 末端処理工

- (4) 出来形…施工した更生管の内面に異常の無いこと、浸入水想定位置を含む更生管全長にわたり硬化不良のないこと、段差と隙間箇所等異常の無いこと。公的試験機関の立ち会いの下で曲管部の既設管との隙間等の計測、曲管の上下流側での更生管厚さの計測と申請厚みとの確認。供試体の採取を行い、曲げ試験および引張試験を実施し、工法が公表している物性値と照合比較。

施工した更生管から採取可能な円形供試体（50検体）を採取し、第三者機関にて厚み等の計測と偏平試験を実施し、供試体のバラツキを確認。

〔品質管理試験の実施機関を下記に示す〕

- (1) 曲げ試験および引張試験を（一財）化学物質評価研究機構において実施。
詳細は省略。
- (2) 偏平試験を神戸大学において実施。
詳細は省略。

(4) 目標に対しての結果

(1) 対象管径

更生材料の既設管への挿入に比較的困難を伴う寸法である管径（300mm）における施工性を確認することができた。したがって施工性を確認する上での対象管径として適当であったとし、試験の対象管径として提案する。

(2) 曲り管への施工性

①上下方向への屈曲 = 22.5度 × 2箇所

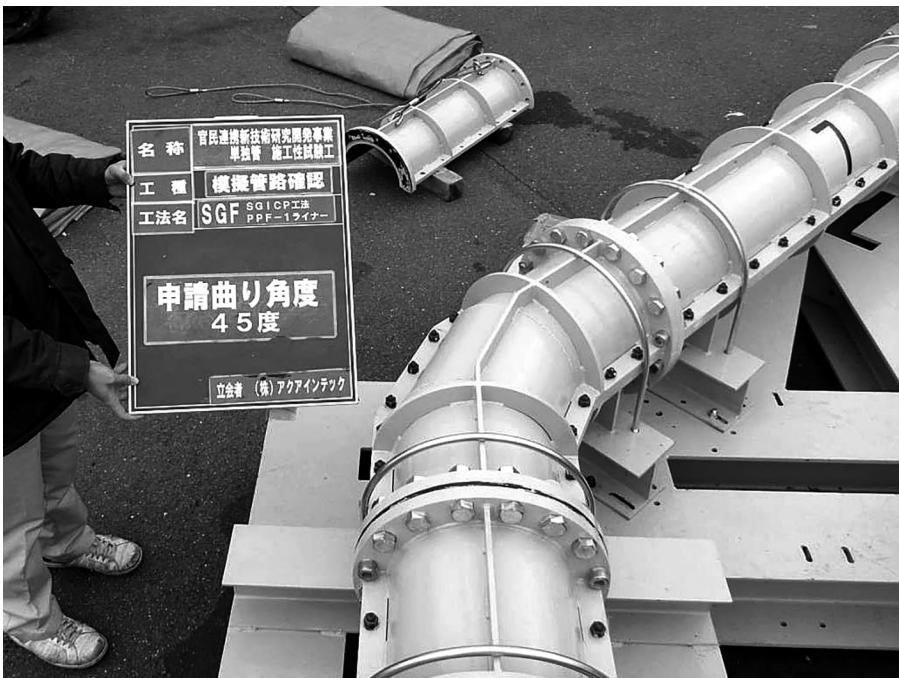
上下方向への屈曲を含む管路での施工性を確認することができる試験方法であるとして提案する。

②左右方向への屈曲 = 各工法（材料）毎の申請曲り角度（22.5度、45度、90度）

左右方向への屈曲を含む管路での施工性を確認できると試験方法であるとして提案する。



写真－3 曲管部（上下方向）



写真－4 曲管部（水平方向）

(3) 浸入水

2ℓ/分、0.05MPa、約15℃ 1箇所

浸入水がある管路における施工性を確認することができる試験方法であるとして提案する。



写真-5 浸入水

(4) 継手部隙間

50mm 1箇所

継手部隙間がある管路における施工性を確認することができる試験方法であるとして提案する。



写真-6 継手部隙間

(5) 管ズレ・段差

30mm 1箇所

管ズレ・段差がある管路における施工性を確認することができる試験方法であるとして提案する。



写真-7 管ズレ・段差

(6) 耐内水圧性能の確認

施工後の更生管の耐内水圧性能を確認することができる試験方法であるとして提案する。



写真-8 水圧試験

(7) 出来形等計測

模擬管路の線形に対する更生管の追従性、出来形等を確認することができる試験方法であるとして提案する。



写真一〇 出来形計測



写真一一 外観検査

(8) 品質管理

更生後の管から採取したサンプルもしくは同一ロットの材料にて作成した平板状サンプルを用いて、(一財)化学物質評価研究機構において曲げ試験を実施。

施工後の品質確認を行う上で、適当な確認方法であるとして提案する。

また、実施工時の品質確認を行う上で、適当な確認方法であるとして提案する。

(9) 環境適応性

環境適応性について、粉じんおよび振動に関しては開削工法と比較してほとんど発生しないことが確認できた。したがって、環境適応性を確認する上で適当な試験方法であるとして提案する。しかし、臭気については本試験の実施場所において、強風等の影響から定量的な計測に不具合が生じることが予想されたため、実施できなかった。別途確認方法の検討を要する。

(10) 更生材のバラツキ確認

施工性確認試験によって形成された更生管から採取したリング状サンプルを用いて、神戸大学において更生管厚さを計測の上、偏平試験を実施。厚みのバラツキおよび偏平強度のバラツキを検証する手法として適当な試験方法であるとして提案する。

今後、更生工法の評価試験として同試験を実施する際には、試験本数については時間的な制約や経済的負担を考慮した上で再検討を要する。また、偏平試験方法については、本試験においてバラツキ度合を増幅して確認するためにJIS規格に依らず独自の方法としたが、その結果、得られる物性値の他試験との比較検証を行うことができなかった。したがって、今後同試験を実施する際にはJIS規格(JIS K7013)で行うのが望ましいと考察する。

(5) まとめ

本単独管の施工性確認試験は、従来発注案件毎に非統一的な個々の工法開発者の提示する技術データを確認することの非効率性を改善することが可能となる。

また、施工性確認試験の実施に際して、工法の施工者自らが行って得たデータを報告するだけでなく、透明性を高めるために第三者である公的試験機関等の立ち会い、もしくは彼らによる計測等を実施した。さらに、バラツキ等の計測は大学に依頼した。

また、工法が事前に示す施工マニュアルが確実に遵守していることを、記録だけでなく、第三者の立ち会いで確認した。(今回は本開発事業に参加した他企業の技術者を選択したが、今後は非所属組織者の場合には、工法の独自技術の漏出を防止するために守秘義務契約の締結もしくは公的機関あるいは発注者の立ち会いが望ましいと考える。)

統一的な評価項目と評価方法及び評価者の選択において、透明性と信頼性を高めるものとする。