

自然流下式TVカメラによる長スパン大口径幹線管渠内面調査技術

復建調査設計株式会社
 保全構造部
 古市 昌平

1. はじめに

下水道処理人口普及率は、平成24年度末で88.1%に達し、管路延長は45万kmと膨大なストックとなっている。管路の老朽化が原因の道路陥没事故等も増加する傾向にあり、管路施設の点検の重要性が高まっている。

大口径管路の管路内調査は、スパンが長く、通水停止が困難であり、水位、流速が大きいため、調査員による調査がきわめて困難なケースが多い。

本論文は、このような条件下でも調査可能な自然流下式TVカメラ（船型調査ロボット、ケーブルレス）を利用した事例について報告する。

2. 調査技術の概要

(1) 調査ロボットの概要

船型調査ロボットの主要諸元を表-1、写真を写真-1～写真-2に示す。

表-1 船型調査ロボット概要

項目	主要諸元
外形寸法	幅 0.45m 長 1.00m 高 0.35m
重量	約 35kg
主要材質	SUS FRP アクリル ほか
TVカメラ	4台（38万画素カラー）
主要装備	照明、映像記録装置、電源装置、ほか
適用範囲	管径：1.0m（最小）～4.0m程度（最大） 延長：最長約9km程度（流速1.0m/s時）

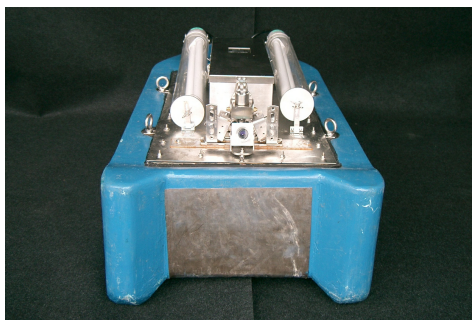


写真-1 船型調査ロボット(正面写真)

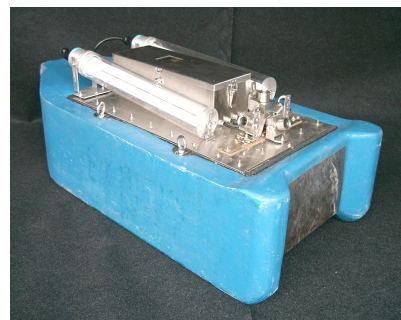


写真-2 船型調査ロボット(側面写真)

(2) 調査方法の概要

調査の手順を表-2に、調査方法の概要を、図-1に示す。

表-2 調査手順概要

番号	項目	作業内容	作業日数
1	仮設置	安全施設、足場、捕捉ネット等を設置する。	2日
2	予備調査	球形の模擬浮体を3個程度流下させて確実な流達を確認する。 球形TVカメラによる流下調査を行い、障害物の有無を確認する。	1日
3	本調査	船型調査ロボットを自然流下させて、管渠内面の映像を撮影する。 流下調査は2回実施する。	1日
4	後片付	捕捉ネット、足場、安全施設等を撤去する。	1日
5	結果解析	撮影映像から本管調査記録表や写真帳を作成する。	—
			合計 5日間

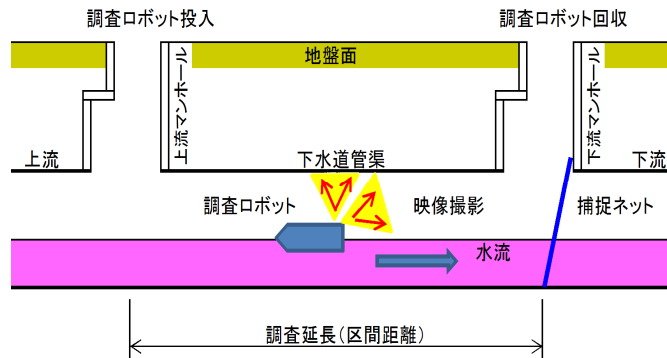


図-1 調査方法概要図

(3) 撮影映像の概要

船型調査ロボットは、4台のTVカメラを装備し、下流方向・左側壁・天井・右側壁の映像を同時に撮影する。左側壁・天井・右側壁を撮影する3台のテレビカメラにより、死角のない管路内面の側視映像を撮影する。映像撮影範囲を図-2～図-4に、撮影映像の例を写真-3～写真-6に示す。

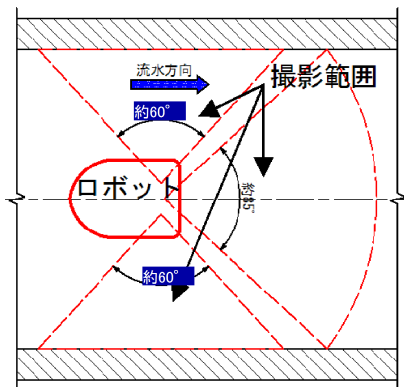


図-2 撮影範囲平面図

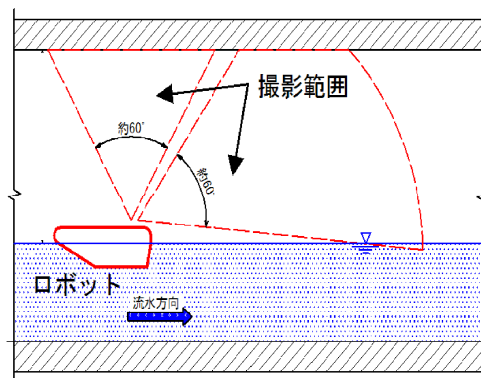


図-3 撮影範囲側面図



写真-3 下流方向映像例

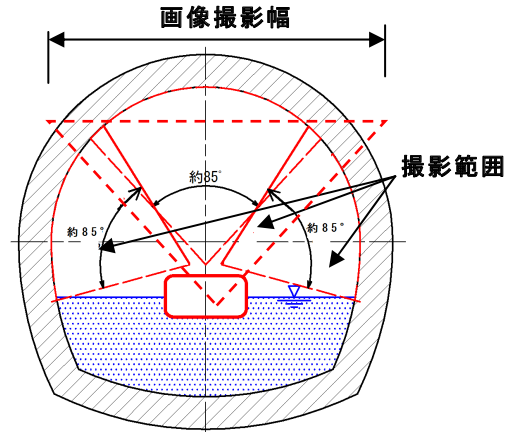


図-4 撮影範囲横断面図



写真-4 左側壁映像例



写真-5 天井映像例



写真-6 右側壁映像例

3. 調査結果の概要

(1) 調査能率

調査対象区間を表-3に示す。

調査延長の合計は3.16kmであった。

船型調査ロボットでは1スパンとして流下調査を実施した。

調査は合計5日間で作業が完了したため、調査能率は、約600m/日であった。

表-3 調査対象区間

スパン	管径	延長	合計 3,161m
1	φ2200mm	L=845m	
2	φ2400mm	L=822m	
3	φ2400mm	L=961m	
4	φ2600mm	L=533m	

(2) 本管調査記録表及び写真帳の作成

4台のTVカメラで撮影した映像から、本管部及び継手部の劣化損傷を抽出し、本管調査記録表(図-5)及び劣化損傷写真帳(写真-3~写真-6)を作成した。映像の位置は、管路内の流速、曲線部通過時間、マンホール通過時間等から計算して割り付けを行った。調査対象区間はシールド工法で築造されているので、二次覆工のコンクリート施工目地を本管継手と見なして、本管調査記録表を作成した。

No.3		本管用調査記録表										H22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
上流人孔 No.	No.18			管種			管径			管渠延長			下流人孔 No.	No.19(受口A-5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
人孔種別	人孔深さ	管頂深さ	人孔蓋種別	管種			管径			管渠延長			人孔種別	人孔深さ	管頂深さ	人孔蓋種別																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
特殊人孔	14.33	11.56	铸铁	シールド工法・Cの二次覆工			φ 2,400mm			953.5			特殊人孔	15.66	12.74	铸铁																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
人孔内点検															人孔内点検																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
継手部	本管調査記録																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
内容	<table border="1"> <tr> <td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td><td>88</td><td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td><td>104</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>1D 8D</td><td>1D 8D</td><td>1D 8D</td><td>1D 8D</td><td>1D 8D</td><td></td><td></td><td>1D 8D</td><td>1C 8D 14D</td><td></td><td></td><td></td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td><td>1C 8C</td> </tr> <tr> <td>写真番号</td> <td colspan="18"> <table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>53</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>54</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>																		80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108				1D 8D	1D 8D	1D 8D	1D 8D	1D 8D			1D 8D	1C 8D 14D				1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	写真番号	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>53</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>54</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																								53						54							55																																																																																																																																																																																																																																																				
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			1D 8D	1D 8D	1D 8D	1D 8D	1D 8D			1D 8D	1C 8D 14D				1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C	1C 8C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
写真番号	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>53</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>54</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																								53						54							55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
						53						54							55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
本管部	<table border="1"> <tr> <td>管本数</td> <td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td><td>79</td><td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td><td>88</td><td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td><td>104</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td> </tr> <tr> <td>内容</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1D 4C 8D</td><td>4C-2</td><td></td><td></td><td></td><td>4C</td><td>4C-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1C 4C</td> </tr> <tr> <td>写真番号</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>50</td><td>51,52</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																		管本数	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	内容								1D 4C 8D	4C-2				4C	4C-2																							1C 4C	写真番号								50	51,52																																																																																																																																																																																																																																																																
管本数	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
内容								1D 4C 8D	4C-2				4C	4C-2																							1C 4C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
写真番号								50	51,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
構造上																		供用上																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
継手部	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">異常内容</th> <th colspan="5">破損(2)</th> <th colspan="5">クラック(4)</th> <th colspan="5">腐食(8)</th> <th colspan="5">摩耗(7)</th> <th colspan="5">継手・隙間・ズレ(5)</th> <th colspan="5">浸入水(1)</th> <th colspan="5">侵入根(9)</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <th colspan="2">フラグ</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th></th> </tr> <tr> <td>継手部</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>本管部</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>不良箇所</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>点数</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>89.5</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>54</td> </tr> </table>																		異常内容		破損(2)					クラック(4)					腐食(8)					摩耗(7)					継手・隙間・ズレ(5)					浸入水(1)					侵入根(9)					合計	フラグ		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		継手部																																															44	本管部																																															10	不良箇所																																																点数																																															89.5	合計																																															54																				
異常内容		破損(2)					クラック(4)					腐食(8)					摩耗(7)					継手・隙間・ズレ(5)					浸入水(1)					侵入根(9)					合計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
フラグ		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
継手部																																															44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
本管部																																															10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
不良箇所																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
点数																																															89.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
合計																																															54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
供用上																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
継手部	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">異常内容</th> <th colspan="5">パッキンズレ(3)</th> <th colspan="5">タルミ・蛇行(6)</th> <th colspan="5">逆勾配(10)</th> <th colspan="5">油脂付着(11)</th> <th colspan="5">モルタル付着(12)</th> <th colspan="5">土砂堆積(13)</th> <th colspan="5">異物混入(14)</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <th colspan="2">フラグ</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th> <th></th> </tr> <tr> <td>継手部</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>本管部</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>不良箇所</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>点数</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>3</td> </tr> </table>																		異常内容		パッキンズレ(3)					タルミ・蛇行(6)					逆勾配(10)					油脂付着(11)					モルタル付着(12)					土砂堆積(13)					異物混入(14)					合計	フラグ		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		継手部																																																				3	本管部																																																				0	不良箇所																																																					点数																																																				15	合計																																																				3
異常内容		パッキンズレ(3)					タルミ・蛇行(6)					逆勾配(10)					油脂付着(11)					モルタル付着(12)					土砂堆積(13)					異物混入(14)					合計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
フラグ		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
継手部																																																				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
本管部																																																				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
不良箇所																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
点数																																																				15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
合計																																																				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
健全度評価																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

図-5 本管調査記録表(例)

(3)健全度の評価

劣化損傷の種類と程度に応じた評価点を設定し、管路の健全度を定量的に評価した。(図-5) 5年毎に実施する定期点検の評価結果から経年変化を把握し、補修工事の要否検討の判断材料とする。

4. 画像によるひび割れ幅の計測事例

(1)ひび割れ幅の計測事例

本項では、別途調査で実施した、ひび割れ幅の計測事例について紹介する。

水路トンネル天井映像(撮影幅 B=3,660mm、カメラから天井までの距離約 2.0m)を、縮尺 1/10(印刷幅 B1=366mm)で印刷し、ひび割れ幅を計測した結果、 $W_0=0.3\text{mm}$ となった。カメラから天井までの距離約 2mの場合では、実際のひび割れ幅(W)は、 $W=W_0 \times B \div B1=3\text{mm}$ と計算(写真-7)される。画像の状況にもよるが、写真-7のひび割れの画像状況から、 $W=2\text{mm}$ 程度のひび割れであれば検出が可能と考えられる。

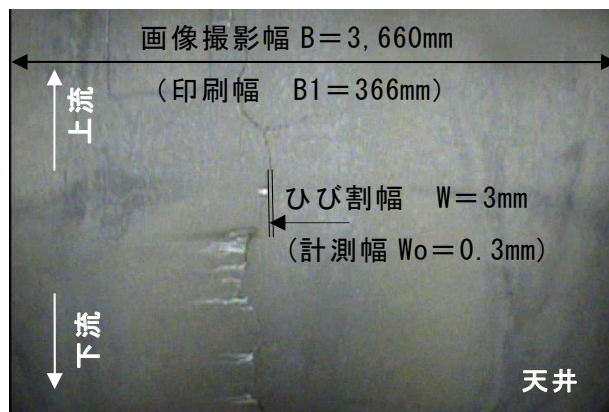


写真-7 画像によるひび割れ計測事例

(2) 解像度とひび割れ幅の検出精度

ひび割れ幅の検出精度は、コンクリート表面の汚れの状況、カメラの流速、浸入水、析出物、照明の状況等によって異なる。本事例の場合、画像撮影幅(B=3,660mm)と水平解像度(n=720dot)の状況(B/n=5mm/dot)で、約3mm程度のひび割れを検出できる事が分かった。



写真-8 天井カメラ展開画像作成例

これは、1dot の大きさ($b=B/n=5\text{mm}$)の約半分程度のひび割れ幅を検出できる可能性、すなわち検出精度が $b/2$ 程度であること示している。ひび割れの検出精度は、概ね表-4に示す精度と推定される。

表-4 ひび割れ検出精度の推定

カメラから天井 までの距離	画像撮影幅 B	水平解像度 N	b =B/n	検出精度 b/2
1.0m	1,830mm	720dot	2.5mm	1.2mm 程度
2.0m	3,660mm	720dot	5.0mm	2.5mm 程度

(3) トンネル内部映像からの展開画像の作成

調査ロボットが撮影した天井方向映像(動画)から、展開画像(写真-8 天井カメラ展開画像作成例)を作成し、覆工内面の劣化損傷の視認性向上と、健全度診断への適用性の検討を行った。

その結果、トンネル内面の劣化損傷の視認性と検出精度が、動画によるものに比べて格段に向上し、健全度診断の基礎データとして非常に有効であることが分かった。

5. まとめ

(1)まとめ

船型調査ロボットを使用して、長スパン・大口径幹線管渠の調査を行った結果、下記事項を確認することが出来た。

- ①下流方向・左側壁・天井・右側壁の映像を同時に撮影する 4 台のテレビカメラにより、死角のない管路内面の映像を連続的に記録・保存することが出来る。
- ②4 台のTVカメラで撮影した映像から、ひび割れ、浸入水、腐食等の劣化損傷を抽出し、本管調査記録表、劣化損傷写真帳を作成することができ、健全度評価等の実施が可能である。
- ③調査条件にもよるが調査能率は 600m/日と比較的高い。
- ④長スパン調査をケーブルレスで行うことにより、マンホール解放等による交通規制の影響を軽減することができる。
- ⑤本調査技術は、概要把握のスクリーニング調査から損傷状況の解析まで対応可能である。長距離におよぶ施設内全体のスクリーニング調査を一度に行うことが可能である。また異常箇所については、劣化損傷の種類と程度を詳細に把握し、健全度評価を行うことが出来る。

(2)今後の技術開発

本技術による調査品質の向上のために、表-5 に示した技術開発を継続していきたい。

表-5 技術開発の概要

項目	内容
撮影画質の向上	TVカメラの高画質化と照明（方向、種類、出力）の検討
撮影位置精度の向上	スピードセンサー等の装備検討
調査機材の小型軽量化	電源装置、撮影・録画装置、照明等の組み合わせや機種検討
画像処理技術の向上	劣化損傷を判別しやすくする画像処理技術や静止画の作成技術の導入検討

以上