

表 15 結果のまとめ（標準部）

	区分	C/B	屈曲角	ひずみ	適用
沈下状態	即時＋ 圧密	0.0095	—	—	
地震時状態	地震時 変位	0.0036	0° 6′ 52″ (0.1144°)	0.4%	下水道 LEVEL2
地震時状態	残留変 位	0.0017		0.43%	東海・東南海 ・南海地震
最終状態	即時＋ 圧密 +残留変 位	0.0112	1° 47′ 18″ (1.7884°)	0.43%	Step2

表 16 要求性能

	継手構造	屈曲性能	拔出し性能	止水性能
標準部	せん断拘束あり	0° 30′ 00″ (0.500°)	0.45%	0.15Mpa
拘束部	せん断拘束あり	1° 50′ 00″ (1.833°)	0.59%	0.15Mpa

※止水性能は、最大堤体高さに相当する水圧を上限とした。

5) 試作及び性能確認試験

P C a ため池底樋ブロックの試作は、性能確認試験の試験体の製作を兼ねて実施した。試作製品は、規格φ800で決定した継手構造を有したブロックとし製作を行った。製作した試験体を用い、継手部性能確認試験及び部材の性能確認試験を実施した。

(1) 部材性能確認試験

a) 試験目的

設定した設計条件で安全となる部材仕様(部材厚・配筋)の試作した試験体を使用し、ブロック上面に試験荷重を載荷し、作用モーメントの再現荷重を載荷した状態で所定の部材性能を有することを確認する。

b) 試験方法

試験は、図 35 試験概要図に示す試験方法により、試作したブロック(L=1.5m)の頂部中央部に、設計曲げモーメントの再現荷重(P=266kN)を載荷(ロードセルにより計測)し、載荷状態で部材の変形量(たわみ量)を変位計により計測するとともにひび割れの状態を目視により確認する。

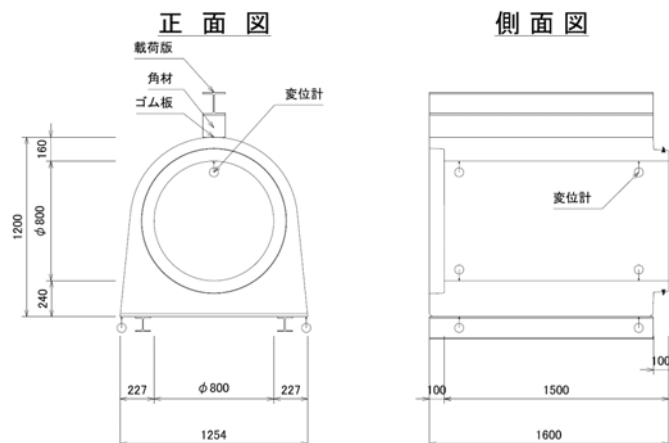


図 35 試験概要図

c) 試験結果

試験の結果、所定の設計荷重の再現荷重（266kN）に対し、ひび割れが生じないことが確認された。その後荷重を増加し、試験荷重が、403kN 時に初期ひび割れが発生し、880kN で破壊に至った。試験の結果を表 17 試験結果に示す。表 18 荷重－たわみ（天端）曲線から、設計荷重再現状態では弾性変形を示すことも確認され想定する荷重に対し所定の性能を有する結果となった。

表 17 試験結果

項目	実測値（kN）	備考
初期ひびわれ荷重	403	
ひびわれ幅 0.05mm	435	
ひびわれ幅 0.2mm	702	
破壊荷重	880	ひびわれ幅 0.5mm



写真 11 ブロック性能確認試験状況変

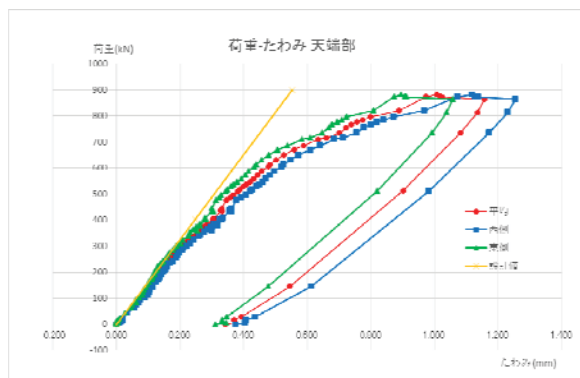


表 18 荷重－たわみ（天端）曲線

試作した P C a ため池底樋ブロックで性能確認試験を実施した結果、設計荷重 266kN に対し、設計荷重の 1.5 倍となる 403kN で初期ひび割れが確認された。しかし、本試験体の同一養生を行ったテストピースの実質強度 (64.1N/mm²) とした場合の荷重値は 395kN

となる。その為、確認された初期ひび割れ荷重は、実質強度から算出される荷重値の 1.02 倍となり設計値と同等の性能となることが確認された。

また、破壊荷重（880kN）は、設計荷重の 3.3 倍、実強度荷重の 2.2 倍の荷重を示し十分な安全率を有することが確認された。

（２） 接手性能確認試験

a) 試験目的

試作した試験体の継手部の水密性能は、標準状態、屈曲状態・抜け出し状態のいずれの状態においても所定の水密性能を有することを試験により確認することを目的とする。

b) 試験方法

試験は、図 36 試験概要図に示す方法で、標準部の継手の性能確認試験は製作したブロック 2 本嵌合した状態、拘束部の継手部の性能確認試験は当該製品を試験体として標準状態、屈曲状態、抜け出し状態の 3 ケースに対し、所定の水圧（0.15MPa）を試験体外面に作用させた状態の試験を実施した。なお、水圧は表 19 水圧ケースに示す水圧を段階的に加圧した。

継手の性能は、所定水圧を 3 分間保持した状態で、水圧計の示度の低下の有無、継手部内面からの漏水の有無を目視により確認し、示度の低下及び漏水の発生が無いことでその性能を有すると判断した。

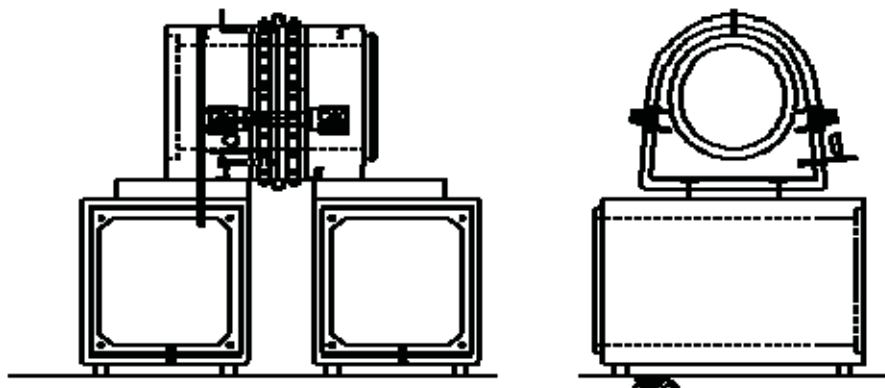


図 36 試験概要図

表 19 水圧ケース

	作用水圧 (MPa)	保持時間 (分)	確認手段
①	0.00	3.0	目視
②	0.03	1.0	目視
③	0.06	3.0	目視・圧力計
④	0.09	1.0	目視・圧力計
⑤	0.12	3.0	目視・圧力計
⑥	0.15	3.0	目視・圧力計

c) 試験結果

標準部及び拘束部の標準状態・拔出し状態・屈曲状態いずれの状態においても、0.15MPa の水密性能を有することが確認できた。

表 20 標準部試験結果

継手	水圧 (MPa)	継手目地 Case	判定
標準部継手	0.15	標準 5mm	漏水なし
		拔出し 35mm	漏水なし
		屈曲上側 9mm/下側 29mm	漏水なし

表 21 拘束部試験結果

継手	水圧 (MPa)	継手目地 Case	判定
拘束部継手	0.15	標準 20mm	漏水なし
		拔出し 70mm	漏水なし
		屈曲上側 27mm/下側 60mm	漏水なし



写真 12 標準状態（標準部）試験状況



写真 13 標準状態（標準部）0.15MPa



写真 14 抜け出し状態（標準部）試験状況



写真 15 抜け出し状態（標準部）0.15MPa



写真 16 屈曲状態（標準部）試験状況



写真 17 屈曲状態（標準部）0.15MPa



写真 18 標準状態（拘束部）試験状況



写真 19 標準状態（拘束部）0.15MPa



写真 20 抜け出し状態（拘束部）試験状況



写真 21 抜け出し状態（拘束部）0.15MPa



写真 22 屈曲状態（拘束部）試験状況



写真 23 屈曲状態（拘束部）0.15MPa

6) 振動台実験

振動台実験は、これまでの研究で得られた知見から、P C a ため池底樋管の継手部の挙動は、沈下変形の影響が支配的であること、底樋管のブロック数が少なくなる堤体高さが低い条件下では高い屈曲性能が必要となることを理由に、想定する規格条件の最低堤体高さとなる H-5.0m の堤体を想定し土槽内に 1 / 4 スケールでの堤体を構築し堤体内には、P C a ため池底樋ブロック（φ800）を堤体断面方向に敷き設した試験体を製作し振動台実験を実施した。（図 37 試験概要図）

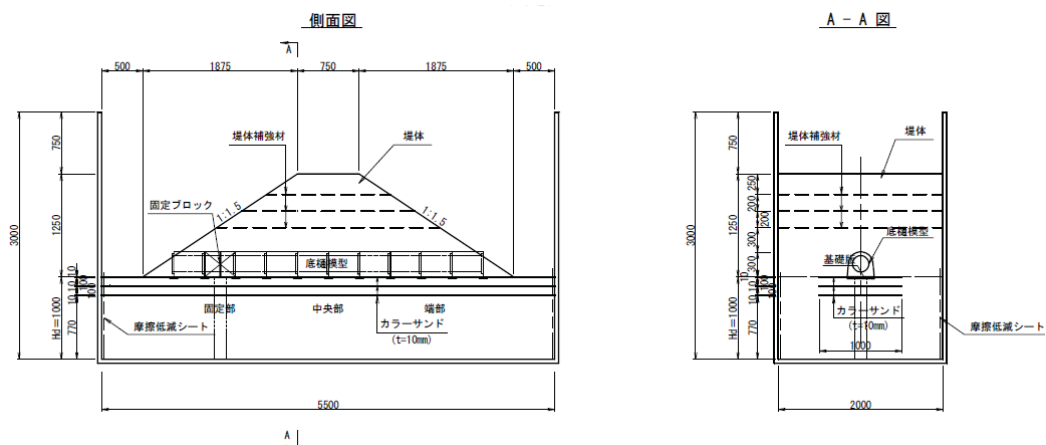


図 37 試験概要図

(1) 試験目的

P C a ため池底樋ブロックに求められる耐震性能や設計手法が明確になっていないことから、現地調査、動的解析、室内での静的試験を実施し、想定する要求性能を設定した。本試験は、堤体内に構築された P C a ため池底樋管の地震動による挙動特性を把握し、設定した要求性能の妥当性や新たな課題の有無を本試験により明確にすることを目的とする。

(2) 試験概要

試験は、柔構造の底樋ブロックを敷設した堤体を構築し、地震波を加振し堤体基礎地盤に沈下変形を再現することで、堤体内の底樋ブロックの挙動を計測することで、継手部の変形特性、作用する土圧の状態を把握する。

試験体は、 $H=5.0\text{m}$ の堤体に P C a 製ため池底樋ブロック $\phi 800$ を設置したモデルを想定した 1/4 スケールの試験体に 50～400gal/s のサイン波で加振を行い(表 22 試験体緒元)、堤体及びブロックの鉛直変位、ブロック延長方向の水平変位及び加速度の応答値の計測を行った。(図 38 計測概要図(加速度計・土圧計)、図 39 計測概要図(変位計)) なお、設置したブロックは、遮水層部の沈下抑制を考慮しブロック下部に支持杭による固定部を設けた。

基礎構造は、P C a 製ため池底樋ブロックの下面からため池内の貯水の浸透流出を抑制するとともにブロックの段落ち変形を防止する目的でブロック継手部直下のみ基礎パネルを設置した。

表22 試験体緒元

項 目	緒元
■ 堤体材料	霞が浦砂
締固め度	$D_c=85\%$
湿潤密度	$\rho_L=1.828 \text{ g/cm}^3$
■ 入力波	サイン波 段階加振
加速度	50、200、300、400 cm/s^2
周波数	5Hz(50サイクル)
加振方向	堤体断面方向



写真24 底樋ブロック

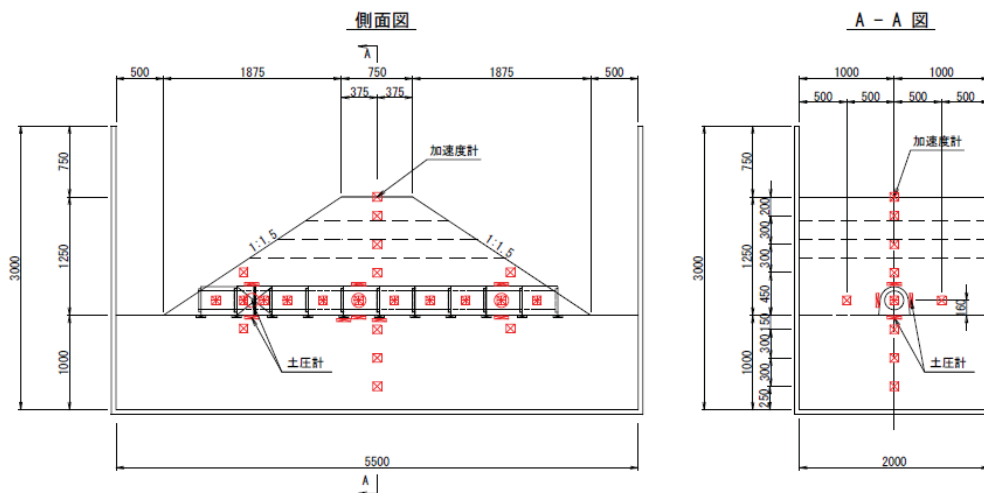


図38 計測概要図（加速度計・土圧計）

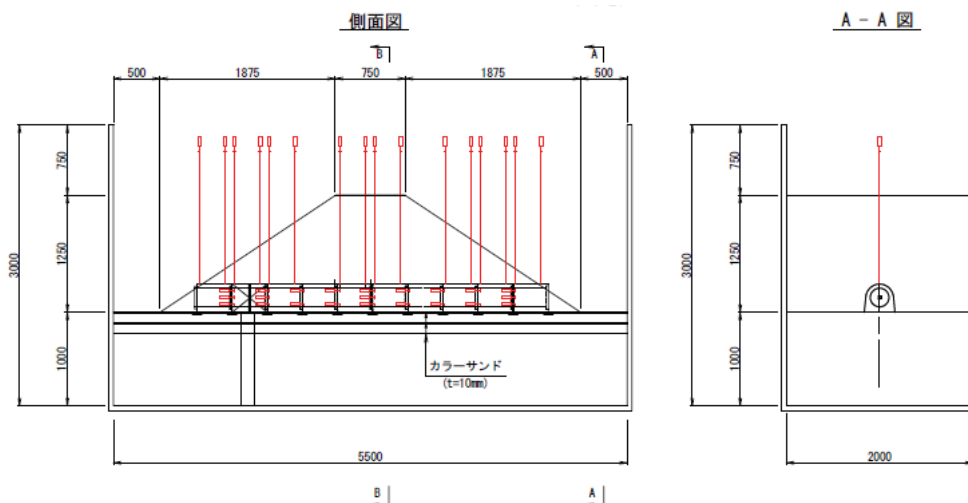


図39 計測概要図（変位計）

(3) 試験結果

試験の計測結果は、ブロック端の内自由端を「端部」、杭設置側を「固定部」、堤体中央部を「中央部」とし、ブロックの接手番号は、「端部」を起点とした番号で示す。(図 40 計測箇所概要図)

また、加速度計は端部、中央部、固定部で水平方向での加速度を計測し、中央部はブロックの上下面での加速度もあわせて計測した。(図 41 中央部加速度計配置)

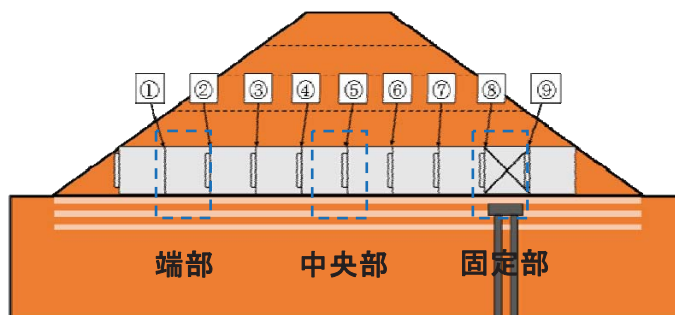


図 40 計測箇所概要図

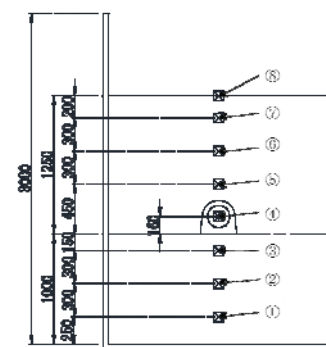


図 41 中央部加速度計配置

試験結果から、堤体モデルの基礎地盤は堤体中央部直下がピークとなる凹状の沈下が生じ、堤体端に向かい沈下量は減少し、圧密沈下量 39 mm に対し端部と中央部の相対沈下量は 32 mm で 82% の値を示した。

また、沈下から生じる抜け出し量と屈曲量の関係は、**図 42 抜け出し量・沈下量**、**図 43 抜け出し量・屈曲角**から、堤体中央部付直下では、屈曲角に対し抜け出し量が卓越した変形を示すことが確認された。確認された最終（400gal 加振後）抜け出し量は、端部で 5.4 mm に対し、中央部では 13.2 mm となり、2.44 倍の抜け出し量となったが、屈曲角では、端部と中央部の中間部で最大を示し、0.396 度の屈曲角が確認されたが、400gal 加振で極端に屈曲角が増大した状況となっている。これらは、地盤の水平方向のひずみが、下側凸状の変形に伴い凸状頂部付近で抜け出し量が増大し、凸状端部では沈下変形量が少ないことから屈曲角が増大したものと推察する。

一方、固定部近傍の挙動は、沈下に伴う中央部での下方開きに対し、堤体の沈下の増大とともに 300gal 加振時点から上方開きの変形を示し、抜け出し変形も伴う状態となった。これらの結果から、固定部近傍では、沈下変形に伴うブロックの応力が集中するが、地盤改良や土質の差異などで生じる沈下差は、杭基礎と異なり連続性を有した緩和な沈下差が生じるものと想定される。

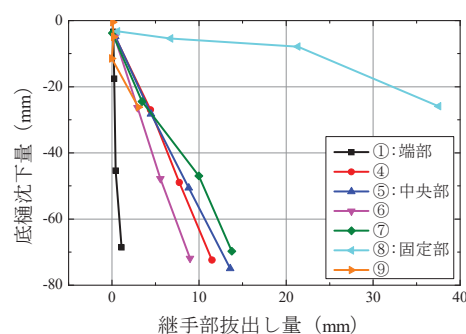


図 42 抜け出し量・沈下量

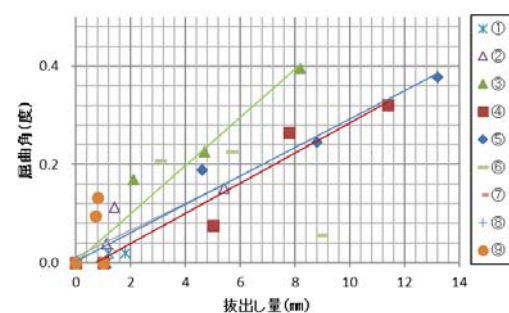


図 43 抜け出し量・屈曲角

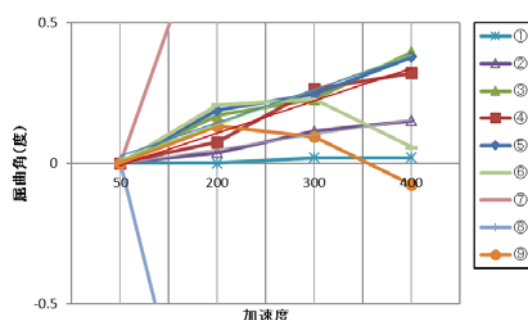


図 44 加速度・屈曲角

a. 変位計測結果

変位の計測からの沈下状態を図 45 沈下状態に示す。

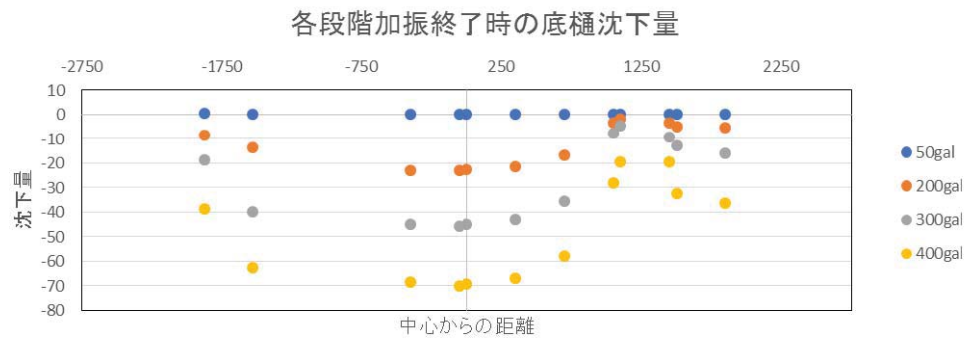


図 45 沈下状態

b. 加速度計測結果

各加速度の計測結果を、図 47～図 59 に示す。図 47～図 50 の凡例は、図 41 中央部
加速度計配置図に基づき図 46 凡例に示す。

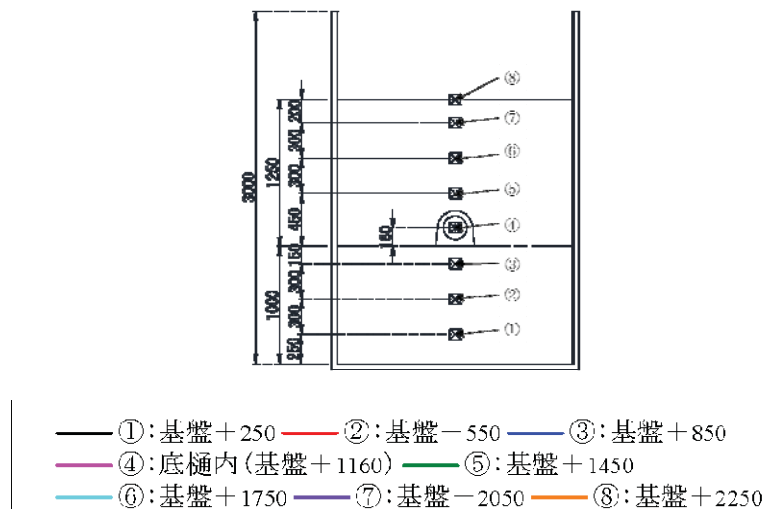


图 46 凡例

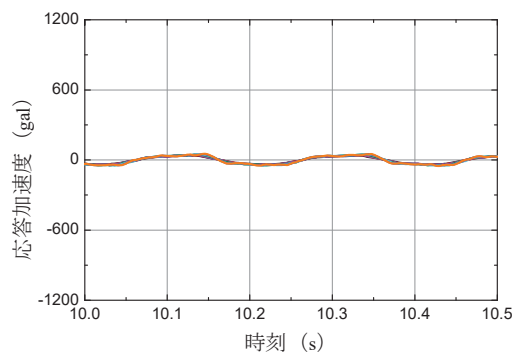


図 47 中央部（鉛直）50gal

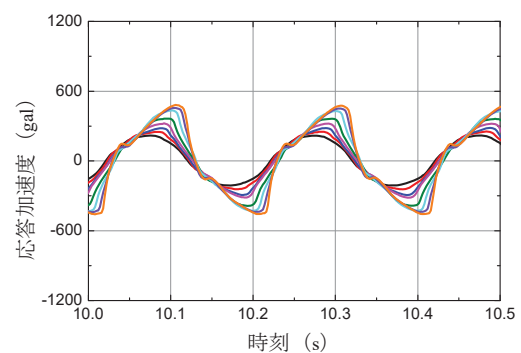


図 48 中央部（鉛直）200gal

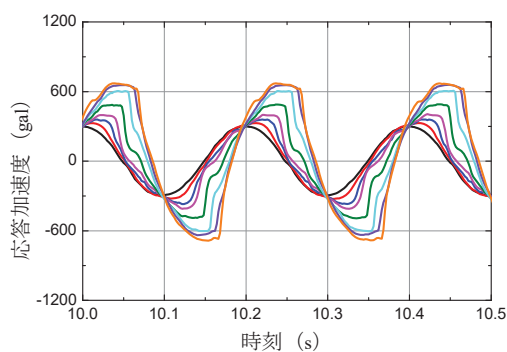


図 49 中央部（鉛直）300gal

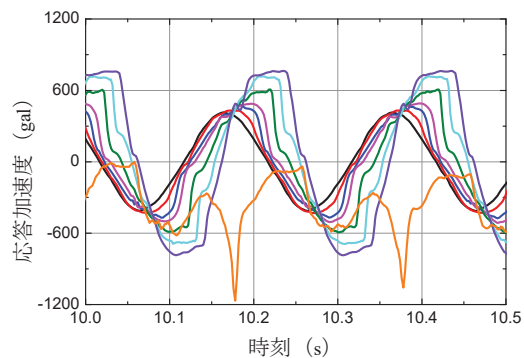


図 50 中央部（鉛直）400gal

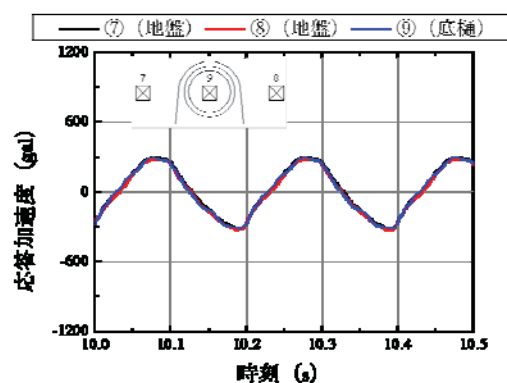


図 51 端部（水平）200gal

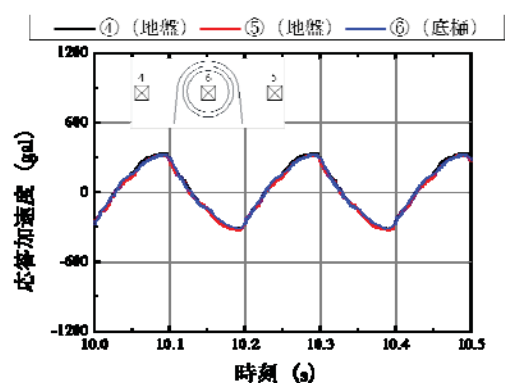


図 52 中央部（水平）200gal

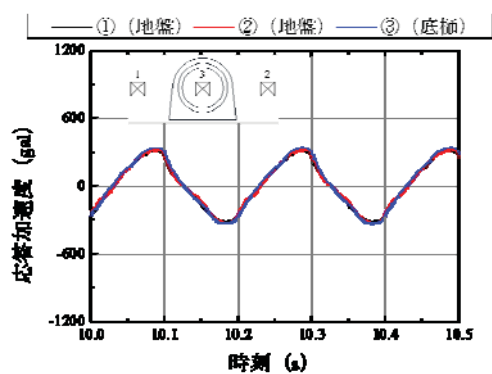


図 53 固定部（水平）200gal

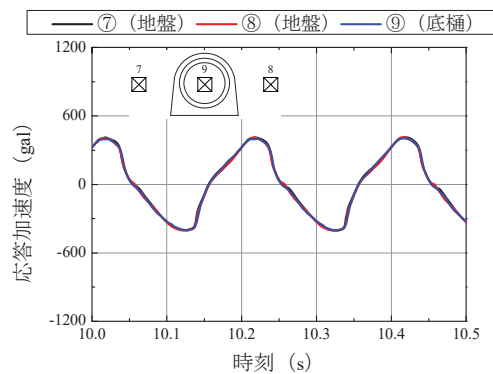


図 54 端部（水平）300gal

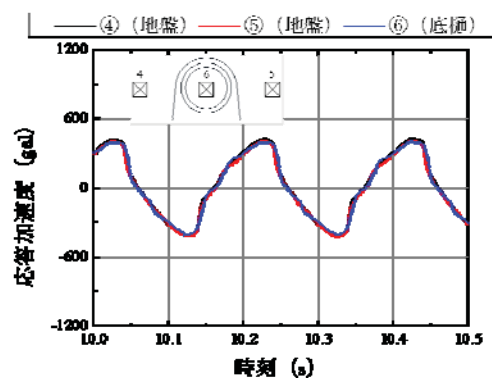


図 55 中央部（水平）300gal

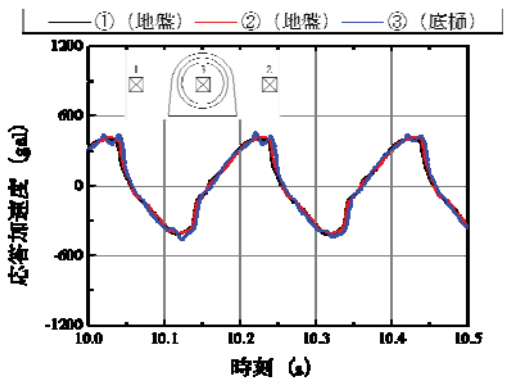


図 56 固定部（水平）300gal

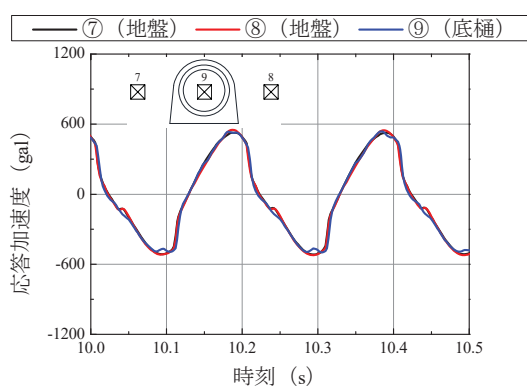


図 57 端部（水平）400gal

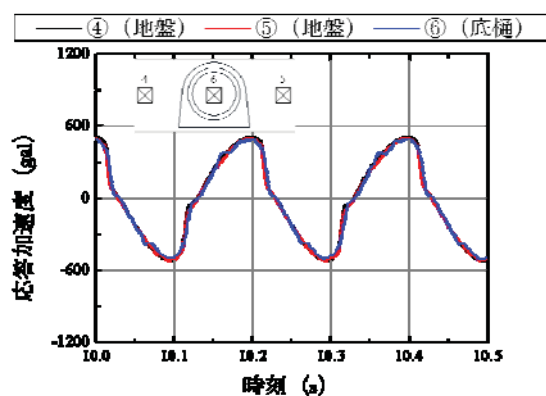


図 58 中央部（水平）400gal

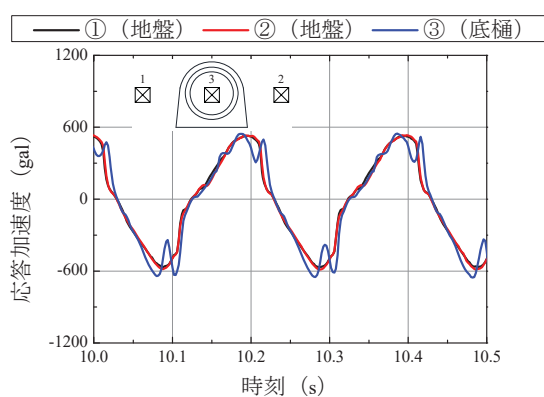


図 59 固定部（水平）400gal

c. 土圧計測結果

土圧の計測は、PCa 製ため池底樋ブロック下面の空洞の有無を目的として中央部で採取した。図 60 土圧状態に計測結果を示す。

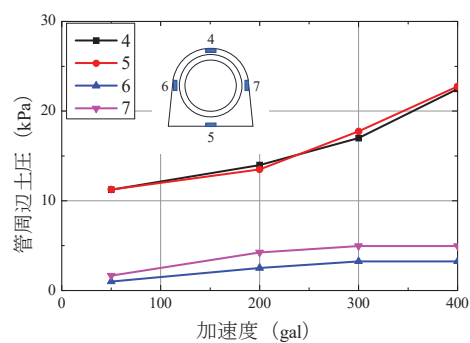


図 60 土圧状態



写真 25 基礎構築状況



写真 26 ブロック敷設完了



写真 27 堤体構築完了状況



写真 28 400gal 加振完了後



写真 29 堤体カット後の状況

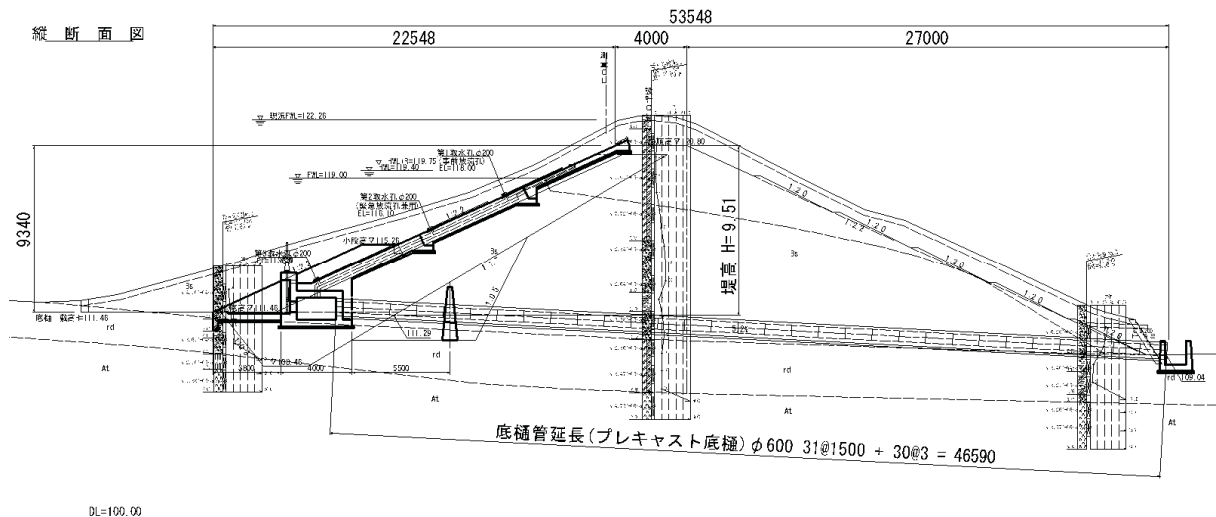


写真 30 ブロック撤去後

1. 7 実証試験（現場適用）の概要、結果、課題等

(1) 概要

本事業で開発したP C a 製ため池底樋を用い改修工事が計画された、ため池工事で実証試験を実施した。試験では、P C a 製ため池底樋Φ600 を使用し、延長L=46.6mを施工し、立案した施工方法での施工ならびに施工精度の計測を行いその妥当性及び施工時の留意事項の抽出を行った。



- 工事名 : 音ヶ谷池地区 音ヶ谷池改修工事 (その 1)
- 工事場所 : 兵庫県加東市上三草地内
- 発注者 : 兵庫県北播磨県民局
- 概要 : ため池底樋管 $\Phi 600$ 延長=46.0m

図 61 実証試験の概要

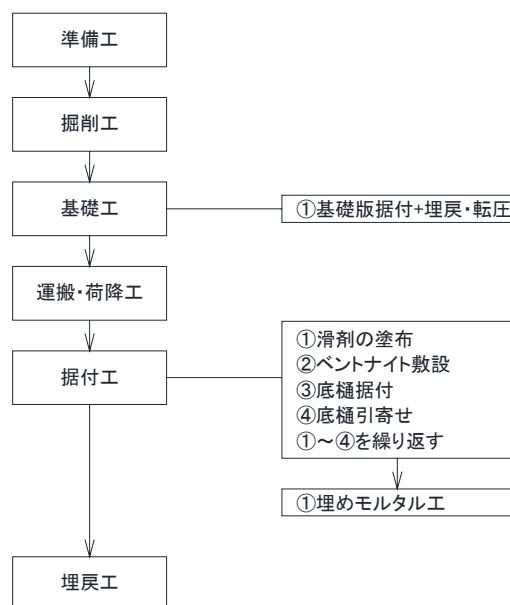


図 62 施工工程

(2) 実証試験の結果

試験の実施により以下の結果が得られた。

① 施工性

施工では、立案した施工マニュアルに従い施工を実施した結果、マニュアルとおりの施工が可能である事が確認された。実施結果から以下の結果が得られた。

- ・ P C a 製基礎パネルの施工は、0.5 日/46m での施工が可能
- ・ P C a 製底樋管の施工は、1.0 日/46m での施工が可能

② 施工精度

施工後の出来形の計測結果から、施工精度は図 63 目地間隔の計測結果に示す結果となった。

- ・ 施工精度では、基準高さに対し水平方向で最大 7.0 mm（土木工事施工管理規格値±50 mm）、鉛直方向で最大 35 mm（土木工事施工管理規格値±30 mm）の差異が生じた。
- ・ 施工延長では、計画値 46.585m に対し、実測値 46.545m（土木工事施工管理規格値-150 mm）となった。
- ・ ブロックの目地間隔は、設計目地間隔 5.0 mm に対し、最大で 9 mm（+4 mm）となる箇所が確認された。

目地計測			(mm)					
製品No.			外側(計測値)(mm)				内側(mm)	適用
			左岸	天端	右岸	平均	平均	
1	-	2	11	8	11	10	5	
2	-	3	9	11	9	10	5	
3	-	4	10	10	10	10	5	
4	-	5	13	12	12	12	7	
5	-	6	11	12	10	11	6	
6	-	7	10	9	10	10	5	
7	-	8	10	10	9	10	5	
8	-	9	11	10	11	11	6	
9	-	10	9	10	9	9	4	
10	-	11	10	10	10	10	5	
11	-	12	12	11	10	11	6	
12	-	13	9	10	11	10	5	
13	-	14	12	12	10	11	6	
14	-	15	9	11	8	9	4	
15	-	16	11	10	13	11	6	
16	-	17	10	10	8	9	4	
17	-	18	12	8	8	9	4	
18	-	19	10	10	10	10	5	
19	-	20	11	8	11	10	5	
20	-	21	10	10	10	10	5	
21	-	22	11	11	10	11	6	
22	-	23	12	11	11	11	6	
23	-	24	11	9	10	10	5	
24	-	25	10	12	8	10	5	
25	-	26	14	9	11	11	6	
26(拘束部)			20	20	20	20	15	
26	-	27	9	10	11	10	5	
27	-	28	11	3	8	7	7	止水壁部
28	-	29	13	13	11	12	7	
29	-	30	10	10	13	11	6	
30	-	31	12	12	10	11	6	
31(拘束部)			19	20	18	19	14	
31	-	32	13	11	12	12	7	
合計							198	
総延長 46348 + 198 = 46546 (mm)								

図 63 目地間隔の計測結果



写真 31 PCa 基礎パネル設置完了状況



写真 32 ベントナイト厚計測状況



写真 33 PCa 底樋管据付状況



写真 34 PCa 底樋管引き寄せ状況



写真 35 PCa 底樋管施工完了状況

(3) 抽出した課題

① 施工に関する課題

ブロックの施工精度は、基礎の施工精度に依存する事が明らかとなり、施工精度を向上する為の基礎の施工方法または施工仕様をマニュアルに反映する。

また、P C a ため池底樋管の施工に使用する滑剤の塗布方法に関しても、塗布の範囲や方法など、施工時の留意点としてマニュアルに反映する。

② 天候の影響

基礎構造では、施工品質のばらつきに配慮した水みち対策として顆粒状のベントナイトを使用する方法としている。その為、施工途中の降雨による吸水対策について留意事項などへの明記を要する。

③ 施工条件、歩掛の設定

試験結果から、標準とする施工条件を明確にするとともに適正な施工歩掛を設定し設計・施工マニュアルへ反映させる。

1. 8 機能監視の概要、結果、課題等（平成 31 年 2 月～）

(1) 概要

P C a ため池底樋管の機能監視は、堤体構築後は底樋管内での調査・確認を実施する事から、埋め戻し前となる P C a ため池底樋管敷設直後の状態を初期値とし、その後の変形、変状の状況を観測する。

計測箇所ならびに観測方法を表 23 機能監視の概要に示す。なお、計測および観測は、自走式カメラに光波測量用のプリズムを搭載し、カメラからの画像確認と光波による測量により実施した。

表 23 機能監視の概要

観測項目	計測箇所	位置	計測方法
目地間隔	全継手部	0 時、3 時、6 時、9 時	自走カメラによる目測
管底高さ	全継手部	管中心位置	光波測量
変状・漏水	全継手部	適宜	カメラによる目視確認

(2) 結果

データ採取は、堤体構築高さが 7.0m 時点で表 23 機能監視の概要に示す観測項目での調査を実施した。採取したデータを基に P C a ため池底樋管敷設直後の出来形からの沈下推移を図 64 沈下推移に示す。なお、P C a ため池底樋管の管底高さは最下流端を基準高さとし管底高さの変化を示した。

また、管内の変状・漏水は確認されず、健全な状態が維持されている事を確認した。

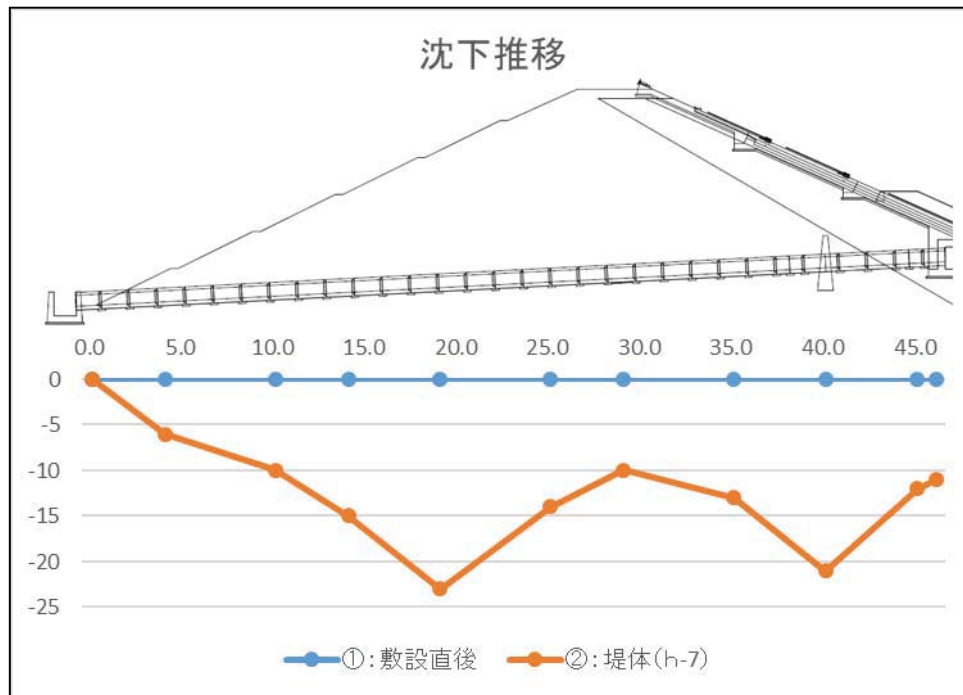


図 64 沈下推移

計測結果から、施工直後の状態に対し以下の状況が確認された。

- ① P C a ため池底樋管は、W状の沈下が生じている。
- ② 最大となる沈下量は最下流位置から約 20m の位置で 23 mm の変位となっている。
- ③ 堤体高さの最大位置の直下の沈下量は、10 mm の沈下が生じている。
- ④ 遮水壁部では、21 mm の沈下が生じ、上流に向かって沈下量は緩和する。



写真 36 堤体施工状況



写真 37 管内調査状況

以上の結果から、堤体構築時の P C a ため池底樋管は、20 mm ～ 30 mm 程度の沈下変形が生じる事が確認された。確認された沈下変形は、施工時の影響と推察されるが、その沈下量は土質条件や施工計画により沈下量の差異も生じる事も予測される。また、本調査で確認された沈下量は、設定した接手部の許容変位量に対して十分に余裕のある状態である。本工事の完了後に継続し調査を実施する。

(3) 課題等

① 調査方法

調査は、自走カメラの蛇行を考慮し光波測量用のプリズムを搭載した測量を行った。光波測量の延長と、計測値（継手部）との位置との不一致なども生じる事から、より精度を高めた調査方法の検討を要する。



写真 38 自走カメラ



写真 39 自走カメラ

② 計測データ

P C a ため池底樋管の管底高さは、管下流端を基点としデータ計測を実施している。しかしながら、基点部とは別でのベンチマークを設ける事で全体の変位状態をより正確に計測する事が可能となる。しかしながら、堤体形状や周辺状況からベンチマークの設定が困難となる場合も生じる事も予測される。

③ データの可視化

現状では、カメラでの目視確認ならびに、平面的な測量データに基づきデータを数値化している。測量・調査技術の進歩から 3 次元での可視化や曲線部での計測など新たな技術での調査方法も考えられる。

3 事業の成果

3. 1 成果の内容

(1) P C a ため池底樋管の規格化

- ・規格の範囲 : $\Phi 600$ 、 $\Phi 800$ 、 $\Phi 1000$
- ・適用堤体高さ : 5.0m～15.0m
- ・継手構造及びその性能
 - 標準部継手構造 : 凹凸勘合構造・耐水圧 0.15MPa
許容抜け出し量 30 mm、許容屈曲角 5 mm/30 mm
 - 拘束部継手構造 : フラット付け合わせ構造・耐水圧 0.15MPa
許容抜け出し量 50 mm、許容屈曲角 20 mm/70 mm

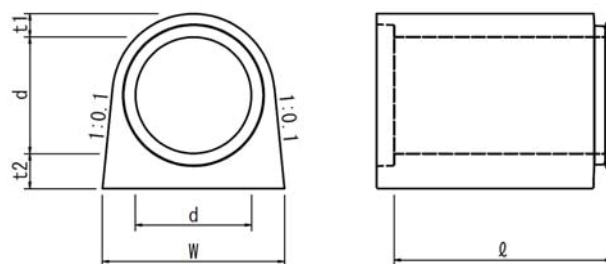


図 65 規格概要図

表 24 規格寸法

製品規格	d (mm)	W (mm)	l (mm)	t 1 (mm)	t 2 (mm)	製品質量 (kg)
Φ 600	600	1004	1500	150	200	1920
Φ 800	800	1254		160	240	2815
Φ 1000	1000	1563		200	280	4285

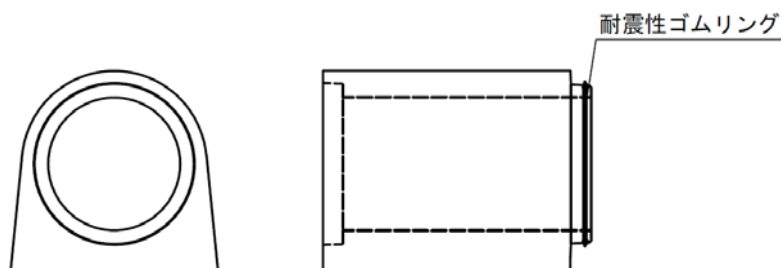


図 66 標準製品

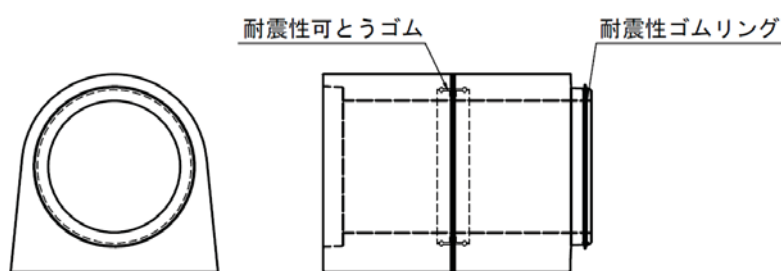


図 67 拘束部製品

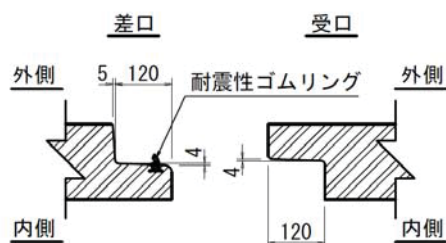


図 68 標準部継手

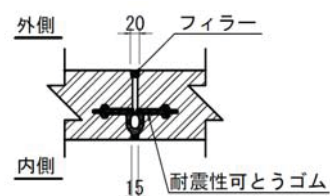


図 69 拘束部継手

(2) PCa ため池底樋管の特性

- ・ブロック周辺の堤体地盤と同調した挙動を示し、局所的な応力集中が生じない。その為、地盤変形時のブロックの損傷が生じない。
- ・地盤変形、地震動による地盤の挙動に対し、ブロック周辺での水みちは生じない。
- ・構造形式の異なる取水部や遮水壁近傍では地盤変形に伴い、屈曲変形が卓越するが、拘束部の継手を用いる事で、その屈曲変形に追従可能なる。

(3) 設計施工マニュアルの制定

本研究開発の実施により得られた知見や、実証試験の実施等を踏まえ「鉄筋コンクリート製 柔構造耐震性プレキャスト底樋 設計・施工マニュアル (案)」を制定した。

マニュアルの構成・目次(案)

1 章 一般事項	4
1.1 趣旨	4
1.2 適用範囲	4
1.3 取水施設の構成	4
1.4 設計の基本事項	6
1.5 耐震性能の設定	6
1.6 設計の手順	8
2 章 調 査	9
2.1 底樋の設計における一般的調査	9
2.1.1 測 量	9
2.1.2 地質調査及び土質試験	10
2.2 沈下量の推定	13
3.2.1 製品規格	22
3.2.2 設計の基本的な考え方	28
3.3 耐震性プレキャスト底樋の設計	31
3.3.1 常時の検討	31
3.3.2 地震時の検討	35
4 章 施 工	42
4.1 施工計画	42
4.2 概要	42
4.3 施工フロー	42
4.4 施工方法	44
4.4.1 準備物	44
4.4.2 掘削工	45
4.4.3 排水工	45
4.4.4 基礎工	45
4.4.5 据付工	46
4.4.6 埋戻工	50
4.4.7 その他	50
引用・参考文献	51

添付資料.....	52
添付資料.1「設計計算例」.....	53
添付資料.2「継手性能確認試験結果」.....	95
添付資料.3「部材性能試験結果」.....	98
添付資料.4「振動台実験結果」.....	100
添付資料.5「実証試験結果」.....	105
添付資料.6「施工歩掛」.....	109
添付資料.7「比較表」.....	111

3. 2 目標の達成度

(1) 成果から得られる効果

本事業の成果から、以下の効果が得られる。

① ため池の耐震化事業への寄与

耐震化を進めるため池改修事業において、堤体内に構築される P C a 製底樋管も耐震化を図ることで、災害発生時の水みちや底樋管の損傷防止が可能となる。

② 省力化・大幅な工期短縮

P C a ため池底樋ブロックは、特殊工が不要で短期間での施工が可能であるため、今後の労働者不足の対策や、工期の短縮に大いに寄与する事が可能となる。

③ 広域的な対応

製品規格化がされている事から、地域の同業者への指導・支援を行う事で高い品質・性能を有する製品が、全国的に供給可能となる。

④ 設計・施工マニュアルの整備により、設計計画も容易となるとともに、現場での施工計画も容易となる。

(2) 従来技術との比較

実証試験結果を踏まえ、従来工法（現場打構造）との比較を実施した結果を図 70 従来工法との比較を実施し以下の結果が得られた。

- ・ P C a 製ため池底樋管の経済性は、従来工法の 65% となり経済的も有効となる。
- ・ P C a 製ため池底樋管は、工場で製作し現場へ搬入する事から、品質に優れている。
- ・ P C a 製ため池底樋管の施工性は、従来工法の 40 日に対し 3 日での施工が可能である。
- ・ P C a 製ため池底樋管の施工は、周辺環境への影響も少ない。

	新技術	比較する従来技術 (当初の工法・標準案)	比較の根拠
概要図			実績の多い現場打工法とし、継手性能を同等仕様とした。
工法名	柔構造耐震性Pca底樋	現場打+ヒューム管	継手変形量30mm以上
経済性(直接工事費)	1,281,600-	1,982,700-	本体工+基礎工+水替工
工程	基礎工⇒本体工	基礎工⇒HP設置工⇒鉄筋工⇒コンクリート工⇒養生工	
品質	工場で製作する部材のため、天候や施工品質の影響を受けない	天候や施工品質の影響を受ける	
安全性	特殊作業が不要	鉄筋工や型枠工など熟練作業を要する	
施工性	施工日数 : 3日	施工日数 : 40日	Pca:基礎工～据付 現場打:基礎工～養生工
周辺環境への影響	騒音作業が少ない 搬入車両が少ない	騒音作業が多い 搬入車両が多い	

図 70 従来工法との比較

2. 3 成果の利用に当たっての適用範囲・留意点

1) P C a ため池底樋管の適用範囲

- ・規格 : $\Phi 600$ 、 $\Phi 800$ 、 $\Phi 1000$
- ・製品長さ : 1.50m／本
- ・最大堤体高さ : 15.0m
- ・接手性能
 - ① 耐水圧 0.15 MPa
 - ② 標準目地間隔 5.0 mm
 - ③ 許容拔出し量 30 mm (特殊部 50 mm)
 - ④ 許容屈曲量 30 mm (特殊部 50 mm)

2) 計画時の留意事項

- ・基礎地盤条件は、土質試験等の結果を踏まえ沈下量の算出を行う。

3 普及活動計画

3. 1 想定される利用者

- ① ため池管理者 (地元の管理者等)
- ② 工事発注者 (国、地方自治体、団体など)
- ③ 河川管理者

3. 2 利用者への普及啓発等の方法

- ① 学会活動を通じた論文の投稿や発表
- ② 営業活動による利用者への周知
- ③ HP やパンフレットの配布

④ 現場説明会や見学会等の企画

3. 3 利用者に対するサポート体制、参考資料等

- ① 設計計画に際し、開発者による技術サポート、支援の実施
- ② 施工請負者に対し、施工指導や施工請負の実施
- ③ 発注者や設計者を対象に設計、施工マニュアルの配布

3. 4 特許・実用新案等の申請

- (1) 本研究開発組合予定者 : 株式会社ホクコン、大和クレス株式会社
- (2) 申請予定時期 : 平成 31 年 4 月 (申請済)

4 研究総括者による自己評価

審査の ポイント	着眼点	申請時計画目標 ^{注1}	自己評価 ^{注2}	自己評価 の理由 ^{注3}
目標の 達成度	・効果 (従来技術に対する優位性)	・耐震性能を有し、 施工性に優れた たブロックの開 発	Ⓐ: 優れている B: 概ね妥当 C: 不十分	・現地調査を踏まえた 接手構造を実用化 できたこと。 ・振動台実験から地盤 変位への高い追従 性も確認できた。 ・実証試験から工期短 種が可能である事 も確認できた。
	・信頼性 (品質、精度、安 全性、耐久性 等)	・接手部は、屈曲・ 拔出し変形を許 容し、変形状態 でも、0.15MPa の性能を有する こと。	Ⓐ: 優れている B: 概ね妥当 C: 不十分	・設定した接手構造が 所定の性能(変位・ 止水性)を有する事 が確認できたため。

	・適用範囲・適用条件等	・「ため池整備」に示される最大堤体高さに対応可能であること。 ・レベル 2 地震動に対し対応可能であること。	㊤：広範囲に適用 B：概ね妥当 C：限定的	・部材の性能は、破壊試験により十分な安全性を有している事が確認できたため。 ・南海・東南海地震規模の地震動に対し十分な性能を有する事が確認されとともに設計方法をも明確にできたため。
普及の可能性	・想定される利用者への普及啓発の方法	・関連する学協会等で成果を公表すること・インターネットによる情報発信を行うこと ・業界誌への広告掲載等を通じて広報活動を行うこと	㊤：十分な利用が見込まれる B：概ね妥当 C：限定的	・農業農村工学会への論文投稿ならびに全国大会での実施状況の報告を行った。 ・実証試験の実施に際し、施主を対象とし現場説明会を開催できたため。
	・利用者に対するサポート体制（設計・積算・施工等の参考資料、相談窓口等）	・技術指導の実施及び技術資料の作成	㊤：十分に整備されている B：概ね妥当 C：改善が必要	・マニュアルの整備を実施し、設計施工に関する基本事項は整理されているため。
総合コメント 注 4	過去の調査データも有していない状況で、現状を把握するとともに明確になった課題に対し、対応可能な技術が確立できた。 また、施工性や性能についても幅広い適用条件に対応可能な技術となり、今後の耐震化事業への寄与が大きく期待される成果を得る事ができた。一方で、設計計画の上で性質変動の大きいと予測される地盤に対しては、十分な検討を実施し対応する必要もある。			

5 今後の課題及び改善方針

本研究開発では、耐震性能に優れた P C a 製ため池底樋の研究・開発を実施した。研究開発の実施に関し、現状での課題ならびに本研究の実施内容から明らかとなった課題を踏まえ設定した要求性能を満足する耐震性・施工性に優れた P C a 製ため池底樋に関する成果を得る事ができた。

しかしながら、検討に用いたデータ数は極めて少なく、傾向を示される情報量となっ

ていない事や、実施事例も極めて少ない状況にある。その為、今後の実施により新たな課題も抽出される事も予測される。今後も継続的なデータ採取や、機能監視などデータを蓄積するとともに、設計手法や解析手法の改定なども想定される。

「今後の課題、改善点」

① 機能・変状などの監視方法

堤体内に構築された、ため池底樋管の監視は、管内調査が原則となるが、無人調査での対応方法を確立する必要がある。調査方法や調査機器の計測精度の設定など、より合理的な調査方法の確立を目指す。

② データの蓄積

施工直後、供用後の底樋管の挙動観測などのデータを蓄積し、必要に応じ設計手法への反映や施工方法の改善など設計・仕様に関して適宜マニュアル改定を実施する。

③ 施工方法

P C a 製ため池底樋の施工方法は、現段階で有するノウハウを活用した施工方法としている。一方では、基礎の精度確保・向上に課題もあると判断し、より良い施工方法や新たな技術の導入を含めた検討を実施する。