ジオシンセティックス論文集
第16巻(2001.12)

ジオメンブレンを用いた農業用貯水槽浮上式天蓋の開発

直江次男[1]・長束勇[1]・藤本直也[2]・宮田哲郎[3]・森充広[1]・渡嘉敷勝[1]

屋根が設置されていない農業用貯水槽では，アオコの発生やゴミ・落ち葉の堆積が維持管理上の大きな問題となっている．これに対処するため，屋根の追加架設要求が増えているが，屋根架設耐荷構造になっていない貯水槽に新たに屋根を設けることには，貯水槽の構造や地盤の支持力などの制限があり，対策工を行う際の課題となっている．そこで，ジオメンブレンの柔軟性，低比重を利用し，貯水槽に新たな負荷をほとんどかけない，従来型に比べより安価な浮上式天蓋技術の開発を進めている．開発にあたっては，数タイプの浮上式天蓋構造について室内実験を行い，それらの技術的問題点を整理し，最適な構造タイプを選定し，さらに改良した。また，現地への適用性を確認するため，実際に供用されている貯水槽において実証実験も行った．本論は，これらの実験結果を報告するものである．

キーワード：貯水槽，維持管理，ジオメンブレン，浮上式天蓋

1．はじめに

農業用貯水槽は，農業用水の需要と供給のバランスを調整するとともに，末端ほ場での水利用の自由度を確保する面からも極めて重要な施設である．また，利用目的に応じ，各営農団地毎に設ける数百㎥の小規模なものから，1万㎥を超える大規模なものまで数多く建設されている．これらの貯水槽は，擁壁式に代表される堀込式のＲＣ構造，ＰＣ構造などが一般的である[1)]．また，近年では，貯水槽内へ侵入する落葉などのゴミによるスプリンクラーなどの散水器の目詰まりの問題を改善することや，貯水槽内で大量発生するアオコなどによるなどによる水質問題の改善，さらに，遮光による有害微生物の増殖防止の観点からも屋根（天蓋）付構造の貯水槽が採用されるケースが増えている．しかしながら，貯水槽を計画する際の屋根の必要性は，その地域の気象条件，用水の水質，栽培される作物，かんがい方式などから総合的に判断されているが，将来の営農変化が当初計画から想定できない場合には，コストを削減する意味から屋根を設けない計画とされることが多かった．

一方，屋根が設置されていない農業用貯水槽においては，建設後にアオコの発生やゴミ・落ち葉の堆積が維持管理上の大きな問題となる場合，これに対処するため，屋根の追加架設要求が増えている．しかし，屋根架設耐荷構造になっていない貯水槽に新たに屋根を設けるには，貯水槽の構造や地盤の支持力などの制限があり，対策工を行う際の課題となっている．そこで，ジオメンブレン（ＧＭ）の柔軟性，低比重を利用し，貯水槽に新たな負荷をほとんどかけず，従来型に比べより安価な浮上式天蓋技術の開発を進めている．開発にあたっては，数タイプの浮上式天蓋構造について室内実験を行い，それらの技術的問題点を整理し，最適な構造タイプを選定し，さらに改良した．また，現地への適用性を確認するため，実際に供用されている貯水槽において浮上式天蓋を設置し，実証実験も行った．本論は，これらの実験結果を報告するものである．

2．研究開発の背景と浮上式天蓋の基本仕様

(1)研究開発の背景

農業用貯水槽の屋根については，主にパイプラインの目詰まり防止やアオコの増殖防止のために設置されている．農業用パイプラインの目詰まりによる事故の発生頻度はかなり高く，その原因と発生状況について調査した結果が報告されている[2)]．これによると，ゴミ詰まりの故障箇所は，スプリンクラーが最も多く，次にパイロット弁，点滴かんがい用チューブの順になっている．さらに，給水栓，流量計，安全弁などがあげられていることから，ゴミ詰まりの被害が末端施設はもとより，施設全

[1]（独）農業工学研究所造構部施設機能研究室（〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6）
[2]（独）農業工学研究所農地整備部用水管理研究室（〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6）
[3]農村基盤建設協業組合（〒105-0004 東京都港区新橋 4-24-8）

図-1　貯水槽におけるアオコの発生状況（６月）

体に及んでいることがわかる.ゴミの種類としては木葉，木枝，小石，魚介類，ヘドロ，アオコなど多様であり，これらの除去に多大な費用と人的労力を要している．また，ゴミの侵入経路は河川・湖沼などの水源施設及び屋根の設置されていない貯水槽と考えられるが，この報告によれば，貯水槽に屋根が設置されている地区は，調査地区中のほぼ半数に過ぎない．

貯水槽の維持管理の実態について，長野県内のＩ地区で聞き取り調査を行った．本地区には貯水容量数千m^3の貯水槽が14箇所建設されているが,いずれも屋根が設置されていない．このため，図−1 に示すように貯水槽内にアオコが大量発生し，アオコが下流パイプラインに流下しないようにスクリーンの設置や貯水槽の掃除などを行っており，維持管理に多大な労力をついやしている状況であった．また，アオコ発生の抑制を目的として貯水槽をシートで遮光する試験が行われており，アオコの抑制に効果的であったとの調査結果が得られた．

このように，貯水槽の建設後にアオコの発生が問題になったり，ゴミや落ち葉の堆積が維持管理の障害となるなどに対処するために，屋根の架設が求められるケースが増えている．しかし，本来屋根架設耐荷構造となっていない貯水槽に新たに屋根を設けるには，貯水槽の構造や地盤の支持力などから制限があり，特に積雪地などでは相当の荷重がかかり支持力不足などで不可能な場合が多く，基礎や側壁に負担を掛けない簡易な天蓋の技術開発に対する要望が強まっている。また，従来から実施されている固定式屋根は，貯水槽本体事業費のかなりの部分を占めることが多く，事業の効率化のためにもこれらの低コスト化が求められている．

このため，一部の地域では貯水槽の上に網を張ったり，シートを浮かべたりして固定式屋根にかわるものとして実施した例はあるが，紫外線による劣化や風による破損などのため，数年で交換が必要となるなど，固定式屋根にかわるものとして普及していない．

(2)浮上式天蓋の基本仕様

浮上式天蓋の開発にあたっては，①木葉などゴミの侵入防止，②アオコ増殖防止のための遮光，③貯水槽にほとんど負荷をかけない構造，④低コスト化，⑤耐久性の向上，の５点を開発目標とした．特に，貯水槽に新たな負荷をかけない構造とするために，貯水槽に浮き，貯留水の水位変動に追従することを基本仕様とした．このため，柔軟性，不透水性及び低比重性の特性に優れるＧＭを利用することとした．なお，ＧＭは紫外線，温度変化など外部環境にさらされる水面上と水面下ではその劣化の進行程度が異なり，水面下でのＧＭは耐久性が期待できる[3]．このことから，ＧＭを水中に安定させる構造を考案し，貯水槽の水位変動に追従して可動するものとする．なお，寒冷地の貯水槽への適用性を検証するために，低温（凍結）時においてもＧＭが貯水槽側壁に固着せず可動することを確認する．さらに，風や貯留水の変動に対する貯水槽天蓋の安定性を確認する．

３．室内模型実験

(1) 実験の方法

室内模型実験に使用した貯水槽を図−2 に示す．貯水槽は，内寸法が縦 90cm×横 90cm×高さ 36cm であり，内面をモルタルで仕上げた．さらに，実際の貯水槽には用水管理や施設管理に必要な構造物が付帯していることから，天蓋の可動に対する付帯構造物の影響を調べるために，貯水槽内に流入管，余水吐，バルブ室，昇降用のタラップを配置した．また，実験装置は恒温室に設置し，常温 (20℃)，低温 (-5℃) の各条件で天蓋模型を浮かべ，可動状況を調べた．なお，実験は，３タイプの天蓋模型について，水面上に浮かせる構造の水面浮上型と水面下に浮かせる構造である水中浮上型の２方式として実施した．さらに，可動状況は水位を水圧計，天蓋模型の移動を超音波変位計でそれぞれ測定することにより水位変動にともなう天蓋模型の追従性を測定し，付帯構造物の天蓋模型に対する影響や低温（凍結）時の固着状況は目視により確認した．

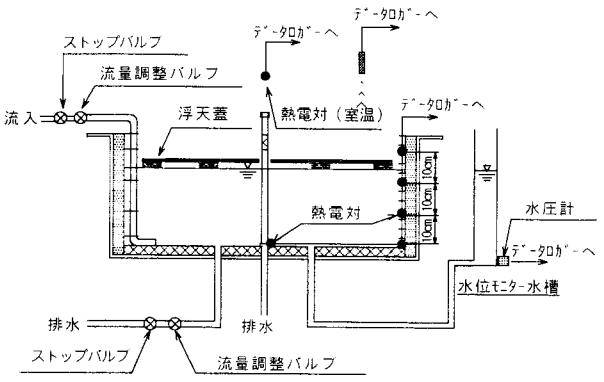


図-2　室内模型実験概要図

(2)貯水槽天蓋模型の構造

室内実験では，GMを浮かせる浮体の材料と構造の相違による可動状況の違いを明らかにし，浮上式天蓋の基本構造を決定することとした．このため，浮体には剛性材料，柔軟性材料を使用した．なお，図−3〜図−5に示めす天蓋により水上浮上型の実験を行った後，水中浮上型の実験を行った．水中浮上型模型は水面浮上型模型の天蓋上に鋼製の枠を乗せ浮力を低下させたうえ，貯水槽の底面からワイヤーで引き下げる構造とした．また，天蓋模型の構造的特徴は，それぞれ以下のとおりである．

①周縁強化発泡ウレタン枠天蓋

貯水槽の形状に合わせ概ねロの字型に接合したガラス長繊維マット強化発砲ウレタン（比重0.5前後）を浮体枠として，その内側にGMをプレートとボルトで接合する構造である（図−3）．

②周縁アルミ枠天蓋

貯水槽の形状に合わせ概ね田の字型に接合したアルミ角パイプを浮体枠として，その下面にGMをプレートとボルトで接合する構造であり，浮体枠に空洞を持つことを特徴とする（図−4）．

③発泡体付全シート密封型天蓋

GMを水槽側壁天端に固定し，GMを貯水槽全面に浮かせる構造である．また，フロート材には短冊状に加工した発泡体を使用し，GMの下面に貯水槽の水面面積より僅かに小さい範囲に張り付けてある．なお，貯水槽の水位の上下にあわせGMが昇降する天蓋であるため，GMの長さは空水時の貯水槽底面までのたるみを持たせてある（図−5）．

(3)実験の結果と考察

a)実験の結果

①周縁強化発泡ウレタン枠天蓋

・水面浮上型は常温時に水位に追従して可動したものの，低温（凍結）時には付帯構造物付近や天蓋枠と貯水槽との間隔が狭くなった場所において天蓋枠と貯水槽側壁とが固着して可動しなかった．さらに，低温（凍結）時に側壁との固着を防止する目的で貯水槽側壁にテフロン樹脂を張り付けた実験では，一部が固着し，天蓋が傾斜するなど水位の変動に対して不安定な挙動を示した．

・水中浮上型天蓋は，低温（凍結）時に水位に追従して可動した．

②周縁アルミ枠天蓋

・水面浮上型は常温時に水位に追従して可動したものの，低温（凍結）時には付帯構造物付近や天蓋枠と貯水槽との間隔が狭くなった箇所において天蓋枠と貯水槽側壁との固着が見られ，天蓋が傾斜するなど水位の変動に対して不安定であった．また，低温時に貯水槽側壁との固着を防止する目的で天蓋枠外面にテフロン樹脂を張り付けた実験も同様の結果であった．

・水中浮上型は，浮力の調整が困難であったため，実施できなかった．

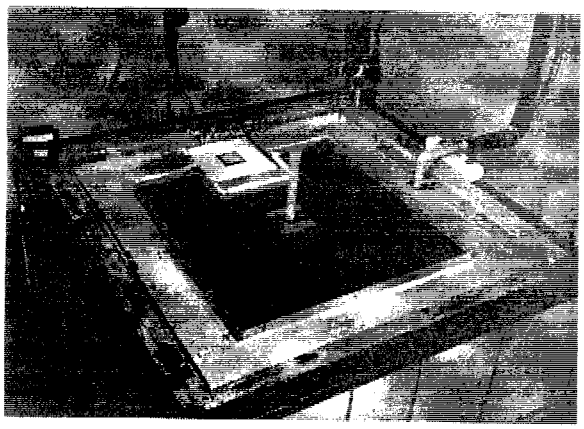


図-3　周縁強化発泡ウレタン枠天蓋

図-4　周縁アルミ枠天蓋

図-5　発泡体付全シート密封型天蓋

③発泡体付全シート密封型天蓋

・水面浮上型は常温時に水位に追従して可動したものの，低温（凍結）時にはGM同士の固着が一部見られ，天蓋が傾斜するなど水位の変動に対して不安定な挙動を示した．

・水中浮上型天蓋の低温（凍結）時の結果は，水面浮上型と同様の結果であった．

表-1　室内模型実験天蓋の比較一覧

		周縁強化発泡ウレタン枠天蓋		周縁アルミ枠天蓋		発泡体付全シート密封型天蓋	
密封性		・側壁と天蓋の間に隙間があり,雨水や塵芥の侵入の恐れがある.	△	・側壁と天蓋の間に隙間があり,雨水や塵芥の侵入の恐れがある.	△	・密封され,雨水や塵芥の侵入がない.	◎
可動性	水面浮上型	・常温時は可動する. ・低温（凍結）時は側壁と固着しやすく動作が不安定.	○	・常温時は可動する. ・低温（凍結）時は側壁と固着しやすく動作が不安定.	○	・常温時は可動する. ・低温（凍結）時はGM同士が固着しやすく動作が不安定.	○
	水中浮上型	・低温(凍結)時に可動する.	○	・浮力を調整し水中下に保持するのが困難.	△	・低温（凍結）時はGM同士が固着しやすく動作が不安定.	△
構　造		・GM選定上，制約が少ない. ・浮力,貯留水の動揺によって天蓋枠に生じる応力を緩和する構造と接合方法の検討が必要.	○	・GM選定上，制約が少ない. ・浮力,貯留水の動揺によって天蓋枠に生じる応力を緩和する構造と接合方法の検討が必要. ・腐食等で孔があき,沈水の恐れがある.	○	・GMは柔軟性があり,応力が発生しにくい. ・加工が容易で様々な構造に対応できる.	○
施工性		・比較的施工が容易.	○	・比較的施工が容易.	○	・軽量で施工が容易.	◎
経済性		・高価.	△	・高価.	△	・安価.	◎

b)考察

浮上式天蓋の特徴を，室内実験の結果や天蓋模型製作段階からの検討に基づいて整理したものを，表－1に示す．発泡体付全シート密封型は，完全密封によりゴミなどの侵入の防止が図れるとともに，施工性や経済性に優れている．しかしながら，低温（凍結）時にはGM同士の固着が問題となる．

周縁強化発泡ウレタン枠天蓋及び周縁アルミ枠天蓋は貯水槽側壁と天蓋枠の間に隙間があり，凍結時には，この間の固着により天蓋の動作が不安定となっている．従って，この間の密封化と固着対策が必要である．また，天蓋枠が剛構造であることから，天蓋の浮力や貯留水の動揺によって天蓋枠に応力が生じることが想定され，応力を緩和する構造と接合方法の検討が必要である．

以上のことから，密封性，可動性，施工性及び経済性に優れると考えられる発泡体付全シート密封型天蓋と，天蓋枠の接合において加工性に優れる周縁アルミ枠天蓋について，次章に述べる大型実験を行うこととした．

4．大型模型実験

発泡体付全シート密封型及び周縁アルミ枠天蓋の室内模型実験で明らかとなった問題点を改良して，大型模型実験を行った．

(1)実験の方法

大型模型実験は農業工学研究所内に設けた屋外実験貯水槽で行った．貯水槽の規模は内寸法が縦 5m×横 5m×高さ 2.7m であり，室内模型実験と同様に貯水槽内に流入管，余水吐，昇降用のタラップなどの付帯構造物を配置した．なお，この大型模型実験では，天蓋の水位変動に対する安定性と水位変動に際しての風や付帯構造物の影響を検討した．

(2)貯水槽天蓋模型の構造

大型模型実験に使用した天蓋模型を図－6，図－7に示す．なお，天蓋模型のそれぞれの構造的特徴を下記に示す．

①全シート水中浮上式天蓋

全シート水中浮上式天蓋（図－6）は，室内実験を行った発泡体付全シート密封型天蓋を改良したタイプであ

図-6　全シート水中浮上式天蓋

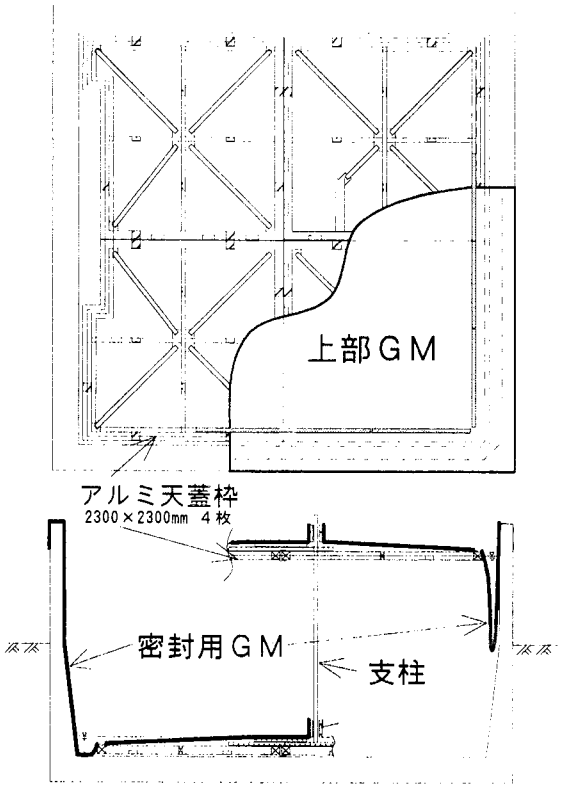


図-7　周縁アルミ枠密封型天蓋

る．貯水槽側壁天端に厚さ0.5㎜のＥＶＡ系ＧＭをプレートで取り付け，貯水槽全面に敷設する構造である．また，水中のＧＭ形状を安定させるため，貯水槽の中心に浮きを，浮きと側壁の間に錘を付設してある．さらに，貯水槽への流入水路が管水路の場合には空気が貯水槽内に連行されることから，浮きには空気の排除を目的とした排気孔を設けてある．なお，低温（凍結）時にＧＭ同士の固着を防ぐために，撥水加工されたＥＶＡ系ＧＭを使用するとともに，浮上しているＧＭの上部にはＧＭ保護の役目を果たす天蓋保護水が湛えられており，ＧＭの下部の貯留水とは，完全に分離されている．

②周縁アルミ枠密封型天蓋

周縁アルミ枠密封型天蓋（図－７）は室内実験を行った周縁アルミ枠天蓋を改良したタイプである．天蓋枠の浮力の安定化や貯留水の動揺により発生する応力を緩和するために，アルミ天蓋枠を大きく４分割し，それらの上部に厚さ0.5㎜のＥＶＡ系ＧＭを張り付けることでフレキシブルに連結された一つの天蓋とした．貯水槽側壁と天蓋枠の間の隙間は，それぞれの端部に厚さ0.7㎜のＥＶＡ系ＧＭをプレートとボルトで取り付け側壁まで覆うことで天蓋の密封化を図った．また，密封用ＧＭの長さは空水時の貯水槽底面までのたるみを持たせた．なお，低温（凍結）時にＧＭ同士の固着を防ぐために，撥水加工されたＥＶＡ系ＧＭを使用した．

(3)実験の結果と考察

a)実験の結果

①全シート水中浮上式天蓋

水面浮上型と水中浮上型について，水位変動にともなう天蓋の安定性を比較検討するために，天蓋保護水の量を変化させて実験を行った．天蓋保護水の量は，天蓋保護水のみを貯水槽に貯水したと仮定した時の水深に見合う量で表現した．また，実験時の観察・測定事項は，天蓋の追従性と天蓋の形状変化である．測定結果を図－8に示す．図は上から，天蓋保護水深が 0cm，10cm，20cm,30cm の時の貯水槽中心断面における天蓋形状を表したものである．また，図中の天蓋の形状を表す６本の線は，それぞれ下から貯水深が0cm，50cm,100cm，170cm，232cm，255cm の時のものである．天蓋は貯水槽水位の上昇にともない，浮きを中心とした錘の内側と外側のＧＭとが錘を持ち上げるかたちで上昇した．また，天蓋保護水量の多少により天蓋の挙動は異なり，天蓋保護水量が多い場合にはより水中に沈み込んで可動した．さらに，水位の下降時にも上昇時と同様の天蓋形状を保ち可動した．周縁部シートは貯水槽の四隅で複雑なコーナー形状を形作るが，引っかかりもなく安定して可動した．なお，これらの可動状況の風や付帯構造物の大きな影響は見られなかった．

②周縁アルミ枠密封型天蓋

実験は，貯水槽側壁とアルミ天蓋枠のサイド弛み部に設置する重りの条件を下記とおり変えて行った．

ア．重りとして水を入れた条件

イ．重りとして水と錘を入れた条件

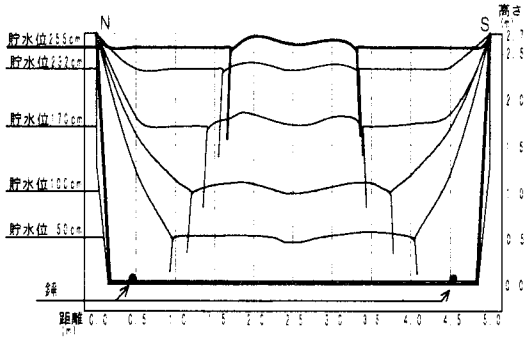
ウ．重りとして錘だけを入れた条件

ア及びイの重りとして水を入れた条件では，いずれも可動時に天蓋がサイド弛み部に引っかかり，天蓋が傾斜する状況であった．また，サイド弛み部に天蓋枠が引っかかり天蓋枠が傾斜することにより，重りの水が偏り，傾斜を助長させる結果となった．さらに，水の量を増やしてもサイド弛み部に回り込んでしまい水中浮上型とはならない，などの問題が生じた．ウの錘だけを入れた条件では，天蓋上昇時にはサイド弛み部への引っかかりは見られたものの，下降時には引っかかりが見られなかった．

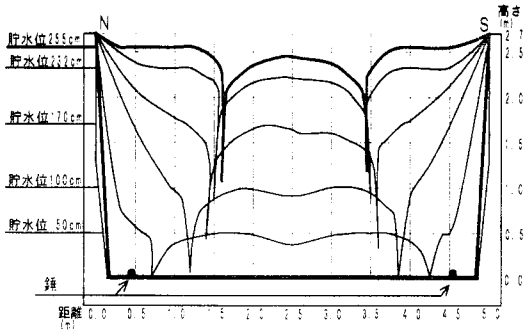
b)考察

周縁アルミ枠密封型天蓋はＥＶＡ系ＧＭで周縁部を密封化したことが可動の阻害要因となった．しかし，温暖地で水面浮上型として適用する場合には，天蓋枠四隅の形状を改良することで周縁部の問題は解決でき，適用できるものと考えられる．

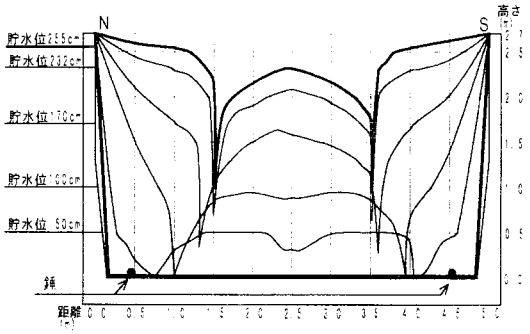
全シート水中浮上式天蓋は，異なる天蓋保護水量の条件においても，風の影響もなく安定して可動した．このことから，水面浮上型や水中浮上型の浮上式天蓋として適用できるものと考えられる．しかしながら，①側壁天端から天蓋保護水までのＧＭが常時大気中に露曝されることから，この部分の劣化対策が必要である，②貯水槽の維持管理の容易さを確保するための構造の改良が必要



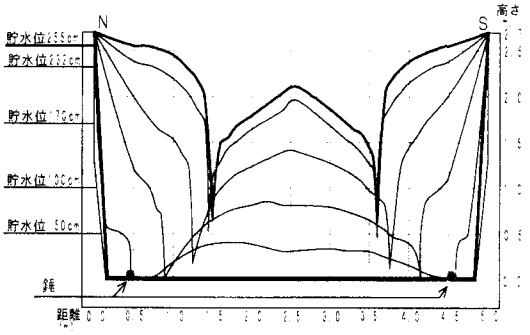
CASE 1．天蓋保護水水深 0cm



CASE 2．天蓋保護水水深 10cm



CASE 3．天蓋保護水水深 20cm



CASE 4．天蓋保護水水深 30cm

図-8　全シート水中浮上式天蓋の可動状況

である，③規模の大きな貯水槽に適用する場合の施工性の向上が必要であるなどの問題点があげられた．

そこで，貯水槽の浮上式天蓋として有力な全シート水中浮上式天蓋について，次章で述べる実証実験を行うこととした．

5．実証実験

全シート水中浮上式天蓋の大型模型実験で明らかとなった技術的問題点を改良して，現場への適用性を確認するための実証実験を行った．

(1)実験の方法

実証実験は鳥取県日野郡の上菅貯水槽（平成５年度農用地整備公団営事業により施工）で行い，これまでの室内や屋外の模型実験と同様の挙動を示すかを検証するとともに，設置，維持管理などの実用上の課題についても改良を加えた．貯水槽は直径 23m，水深 4.3m，貯水量 1,800m^3 の規模であり，貯水槽内部には取水バルブ室，流入管が配置されている．この実際に供用される貯水槽において，組立，運搬時の施工性，貯水槽の水位変動時の天蓋挙動の安定性を確認した．

(2)水中浮上式天蓋の構造

水中浮上式天蓋は，大型模型実験の結果から明らかとなった問題点を下記のように改良した．

・常時大気中に露曝される貯水槽側壁天端から天蓋保護水までの区間の劣化対策として，農業用貯水池の分野で長期使用の実績があるＥＰＤＭ系ＧＭをＥＶＡ系ＧＭの上側に重ねて二重張りの構造とした．

・貯水槽清掃時の天蓋の一時撤去や建設時の労力軽減のために，天蓋の壁部と底部をファスナーにより着脱可能な構造とした．

(3)実験の結果

水中浮上式天蓋の壁部と底部を工場で製作し，２分割した天蓋を現地に搬入した．現地での作業は材料運搬，つり下ろし，天蓋の設置，ファスナーの接合及び浮きと錘の取り付けであり，これらの作業を２日間で完了した．

その後，貯水槽の水位を上昇させたところ，天蓋は水位の上昇に追従して可動し，安定した挙動を示した．また，低温（凍結）時においても，図−9 に示すとおり，周縁部やＧＭ同士が固着することなく安定している．な

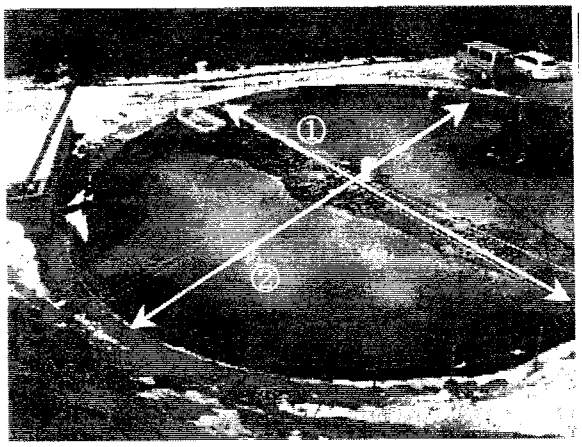


図-9　水中浮上式天蓋の実証実験状況

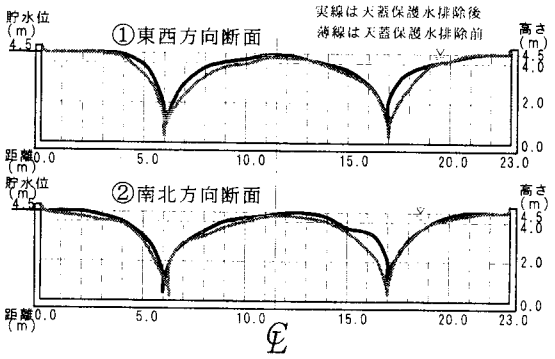


図-10　水中浮上式天蓋の可動状況

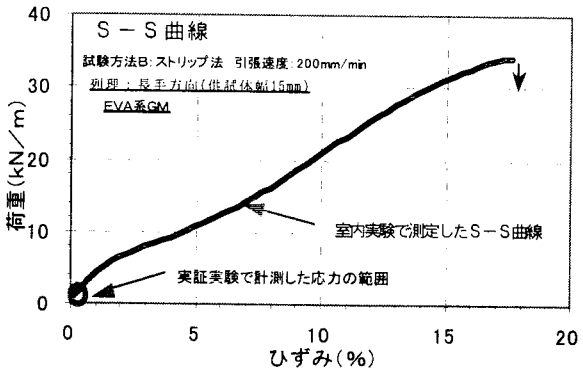


図-11　水中浮上式天蓋に発生する応力

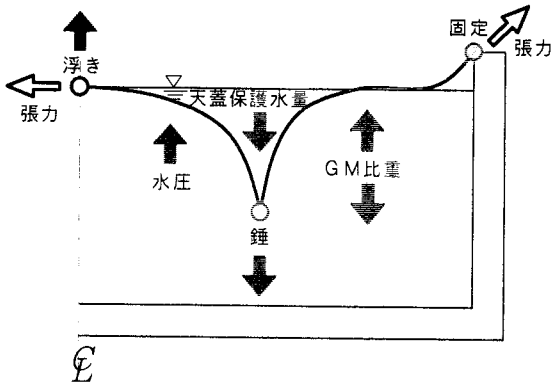


図-12　水中浮上式天蓋を形作る要因

お，天蓋保護水を強制的に排水し，その前後の天蓋形状を測定し比較検討した．結果を図－10に示す．上図は貯水槽の東西方向（①）の中心断面，下図は南北方向の中心断面（②）を表す．また，双方の図において薄線は天蓋保護水排除前を，実線は天蓋保護水を若干排除し天蓋下の貯留水を満水にした後の天蓋形状を表す．この結果は大型模型実験と同様であり，天蓋保護水の量が天蓋形状に影響を与えることがわかる．なお，実験の期間をとおして水中浮上式天蓋に使用したＥＶＡ系ＧＭに発生する応力をひずみゲージで測定した．発生した応力の範囲は図－11に示したように，厚さ0.5㎜のＥＶＡ系ＧＭの引張試験の結果得られた引張強さの0.5%以下であった．

(4)考察

開発した水中浮上式天蓋は，設置が簡単で，安定した構造であり，冬期の凍結時にも周縁部や天蓋同士の固着もなく，寒冷地にも適した構造であることが確認できた．また，維持管理を容易にするために，壁部ＧＭと底面部ＧＭとをファスナーで分離可能とした．この改良によって，工事費に大きなウェイトを占める設置費用，及び維持管理費に大きなウェイトを占める一時撤去費用を低減させることが可能となった．以上の結果，実証実験開始時の課題であった，組立・運搬時の施工性の確保，維持管理の容易さの確保は解決できた．このように，水中浮上式天蓋は開発目標や基本仕様を満足することから，農業用貯水槽の天蓋として有効な工法であると考えられる．

なお，水中浮上式天蓋は貯留水の増減にともない水深に応じた形状を保ちながら昇降する挙動を示す．この天蓋形状は，使用するＧＭの比重，浮きの浮力，錘の重量，貯留水の水圧，天蓋保護水量及び貯水槽側壁との拘束によりＧＭに張力が生じて形作られると考えられる（図－12 参照）．従って，異なる形状の貯水槽に水中浮上式天蓋を適用する場合には，貯水槽の形状に応じたＧＭの比重，浮きの浮力，錘の重量，天蓋保護水量を適正に定めることが必要である．また，実験の結果からも明らかなように，天蓋保護水量を適正に維持しなければ，貯水容量が減少することになるため，天蓋保護水量の安定化が必要である．なお，ＧＭの選定にあたっては，引張強さよりむしろ，柔軟性，遮光性，軽量性（低比重），低吸水性及び耐久性が重要である．

6．まとめ

本論では，農業用貯水槽への木葉などの塵芥の侵入を防止するとともに遮光によりアオコの増殖を抑制する軽量な浮上式天蓋の開発を目指し，数タイプの実験を行い，最適な構造タイプを選定したものである．この結果，ＧＭを貯水槽全面に設置することで，貯水槽内への木葉・ゴミなどの塵芥が侵入することを防止し，アオコの発生要因の一つである光を遮断するとともに，ＧＭ上部に保護水層を設けることでＧＭの耐久性確保が期待できる水中浮上式天蓋（Submerged Floating Canopy）を開発することができた．また，改良を加えた水中浮上式天蓋の実証実験の結果，室内実験の際に課題となった凍結時の側壁と固着の問題もなく，貯水槽の水位変動に追従し可動することを確認した．さらに，水中浮上式貯水槽天蓋に用いるＧＭにはほとんど応力が発生していないことから，ＧＭ選定上必要となる性能は，引張強さよりむしろ，柔軟性・遮光性・軽量性（低比重）・低吸水性及び耐久性と

いえる．

なお，水中浮上式天蓋は，従来の屋根構造や室内実験を行った他の剛構造と比較して，コストや施工性の面で有利である．

7．おわりに

天蓋保護水量の安定化については，貯留水の水位と天蓋保護水の水位との間に差をつけるなどの工夫をすることで実現できるものと考えている．今後は，この天蓋保護水量の安定化のための技術開発と天蓋の力学的挙動の解明を進めていく予定である．

なお，本研究は，平成 11 年度から 2 カ年において，農林水産省の官民連携新技術研究開発事業の採択を受け，農業工学研究所と新技術研究開発組合とが共同で実施したものである．

参考文献

1)土地改良事業設計指針　ファームポンド，農林水産省構造改善局建設部，pp. 1-7

2)小泉ら：農業用パイプラインにおけるゴミ詰まりの現状，畑地農業　472，pp.2-6，1998

3)長束勇：ジオメンブレンの貯水地表面遮水工法への合理的な適用法，ジオシンセティックス論文集，14，pp.370-379，1999

4)長束ら：貯水槽，特許出願番号 2001-064872

Development of a Floating Canopy System for Farm Ponds Using Geomembranes

Tsugio NAOE, Isamu NATSUKA, Naoya FUJIMOTO, Tetsuo MIYATA,
Mitsuhiro MORI and Masaru TOKASHIKI

This paper describes development of a floating canopy system for farm ponds as a new application of geomembranes. At farm ponds without a roof, occurrence of waterbloom or deposition of garbage and fallen leaves cause troubles on the operation and maintenance. To improve these situations, additional construction demand of the roof for existing farm ponds has increased. These farm ponds, however, are not designed as the structure whose roof can be constructed. Therefore, the application of conventional roof construction methods poses the problems such as structure, bearing capacity and cost. To solve these problems, we developed a floating canopy system using geomembranes, which have two characteristics of flexibility and low specific gravity. This new system hardly applies new load to existing farm ponds. In addition, the system reduces the cost compared with the conventional roof model. In the development process, we executed the laboratory experiments of several types of floating canopy system, and selected the best structural type. Then we conducted field tests at a farm pond actually used to evaluate the usefulness of this system.

Key Words:　Farm Pond, Maintenance, Geomembrane, Floating Canopy System