

平成 21 年度

中小企業支援調査（安全知識循環型社会構築事業）に関する

委託研究契約

—日本小児科学会雑誌 Injury Alert 事例の分析に関する研究—

改版 01

平成 22 年 5 月 23 日

初版

平成 22 年 2 月 26 日

社団法人日本技術士会 登録

子どもの安全研究グループ

本書利用に関する注意事項

本報告書の目的は、ここに取り上げた5件の子どもの事故に関し、社団法人日本技術士会登録子どもの安全研究グループが、再発防止の観点から事故発生原因の解明、再発防止対策などに関わる検討を行い、今後の事故防止に向けての見解を述べるものであって、発生した事故にかかわった特定の個人や団体・組織を非難することを目的としていない。

子どもの安全研究グループ

会長 佐藤国仁

日本小児科学会雑誌 Injury Alert 事例の分析に関する研究

- 事例 1 浴槽用浮き輪による溺水
- 事例 2 計測器による大腿部圧迫 (近日発行)
- 事例 3 乳児用ベッドからの転落
- 事例 4 マニキュア除光液による中毒
- 事例 5 流水水泳プールによる吸い込まれ事故

平成 22 年 2 月 26 日
社団法人日本技術士会登録
子どもの安全研究グループ
ワーキンググループ 1 (WG1)

主査	森山 哲
研究員	佐藤国仁
研究員	服部道夫
研究員	小田部 譲
研究員	林 裕
研究員	湯浅陽一
研究員	水谷勝嗣
研究員	花岡 浩
研究員	瀬戸 馨
研究員	近藤 訓
研究員	小西義昭
研究員	岡部正明

目次

	ページ
1. はじめに	1-1
2. 浴槽用浮き輪による溺水	2-1
3. 計測器による大腿部圧迫（近日発行）	3
4. 乳児用ベッドからの転落	4-1
5. マニキュア除光液による中毒	5-1
6. 流水水泳プールによる吸い込まれ事故	6-1
7. 意見	7-1

1. はじめに

1.1 目的

子どもの事故を工学的に分析し、子どもの事故を低減するため技術的解決案を提案する。

1.2 目標

Injury Alert に掲載されている事例および他の重要な事例を工学的に分析して、事故の原因の本質を見極め、危険源を明確にして、その対策をまとめ公表する。

1.3 調査期間

2009年10月1日～2010年2月26日

1.4 子どもの安全研究グループの活動方針

当会は社団法人日本技術士会に登録された活動グループとして2009年9月に活動を開始した。メンバーは全員日本技術士会会員技術士であり、その専門領域は工学の広い範囲を網羅している。当会の活動目標は「広範なエンジニアリングの知見を活用して、子どもの不慮の事故を防止する」ことである。

- (1) 複数分野の技術士のグループとしての特性を活かした活動を目指す。技術士の最大の共通能力は「科学技術に関する高等の専門的応用能力」であり、その技術士が複数分野集まることによって広範なエンジニアリングの知見を活用することができる。またわれわれは採り上げた事例について独立であり、関与者、関連機関のいずれにも偏らない中立的な判断ができる。
- (2) 対象は子どもの不慮の事故である。大人が関わる事故とのもっとも大きな違いは、子どもの場合は多くの場合「誤使用」の概念を当て嵌めることができないことである。子どもが関わる可能性のある道具、機械、設備、材料は原則としては、子どもが行ういかなるアクセスによっても、子どもの心身に、許容されないレベルの障害を生じさせてはならない。
- (3) 当会が取り扱う不慮の事故はつぎの3つの条件を満たす事象である。1)はエンジニアリングの知見を活用するための前提であり、2)、3)が成立しなければそもそも事故防止は不可能だからである。
 - 1) 人工物が原因（の一部）となっている
 - 2) (設計、製造、運用管理者等にとって) 予見可能であること

- 3) (設計、製造、運用管理者等にとって) 回避可能であること
(予見可能性、回避可能性に関しては、それぞれの義務性の有無、困難さは問わない)
- (4) 防止するとは現に低減させることを意味する。単なる評論や解析や計画にとどまらず、現に起こり得る事故を抑止し、失われる可能性のあった命を救うことを目標とする。もちろん全ての不慮の事故を無くすことは不可能であろうが、一人でも多くの子どもの命を守ることを目標とする。

1.5 Injury Alert 事例分析の基本的視点

子どもの安全研究グループの活動方針に基づき、日本小児科学会雑誌(Injury Alert) 事例および他の重要な事例の分析は次の視点に立って実施した。

- (1) 事故の工学的な分析と対策とは、当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料のリスクを定量的に評価して危険源を同定し、その危険源のリスクを低減することである。
- (2) この分析においては事故を引き起こした危険源に限定せず、当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料が保有するリスク全てを対象とする。これによって当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料によって今後引き起こされるかもしれない重篤な事故を全て排除することを目指す。
- (3) この研究においては、事故を本質的に防止する方策は人の注意力に求めず、当該機械(道具、設備等を含む)類あるいは材料の危険源そのものの排除によることを第一とし、それからの防護を第二とする。そして人の注意力に頼る方策は、ごく小さなリスクに対してのみ認めるものとする。
- (4) 事実と意見を峻別すること。そして意見はできるかぎり定量的な解析に基づいて実施すること。

この研究においては、研究期間の制約のためおよび入手できる資料類の制約のため、リスクの定量評価に基づく危険源の同定およびリスク低減の提言は十分ではなく基本思想に留まっている事例もある。これについては本報告ののちに引き続き作業を進めて、できるかぎり広範な分析および具体的な低減方策をまとめていく所存である。

(補足)

ここに記した方法論は以下の規格、標準にのっとっている。

- ・ ISO/IEC guide50 : Safety aspects - Guidelines for child safety
- ・ ISO/IEC guide51 : Safety aspects - Guidelines for their inclusion un standards
- ・ IS12100-1,-2/JIS B9700-1,-2 : 機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則
- ・ 他

機械類の安全性についてこれらの規格類が現在世界で認められていることから、本報告においても、これら規格類を踏まえて評価、分析を行い低減方策の提案を考案した。（上記 JIS を発展させた「機械の包括的な安全基準に関する指針」が平成 19 年 7 月 31 日に、厚生労働省労働基準局長通達として公表されている）。

これら規格類によれば安全とは「許容されないリスクにさらされないこと」と定義されている。そしてリスクを低減させるために、リスクアセスメントおよびリスク低減の反復的プロセスが要求されている。ちなみに機械類に関わらない事例（本報告書の「マニキュア除光液による中毒」）においても当該物質を使用するときには生じるリスクを評価し、許容されないレベルのリスクが認められた場合はその低減を図るという考えで当該ケースに取り組んでいる。

リスク低減については次に示す 3 ステップメソッドによることが強制されている。このステップは順位を含めての強制であることに注意しなければならない。

ステップ 1：本質的安全設計方策によるリスクの低減

ステップ 2：安全防護によるリスクの低減、付加保護方策の実施

ステップ 3：使用上の情報によるリスクの低減

従来はこれらの方策の優先順位が意識されず、ややもすれば簡便な方法に流れやすかったが、有効な再発防止のためにはそれは厳にいましむべきことである。

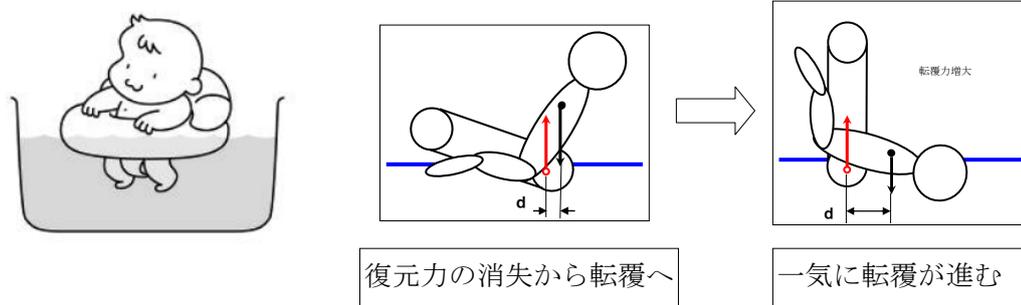
機械類に対して本質的安全設計方策を求めるには多くの場合、設計にまでさかのぼってリスクアセスメントを行いリスク低減方策を考慮する必要がある。「事故の事典」（日経 BP 社、2009-02-01 発行、p3）によれば、2006～2008 年代の事故においては製品のライフサイクルの各段階の原因割合は次のようである。

- ・ 設計工程 60%
- ・ 製造工程 14%
- ・ 使用工程 8%
- ・ 保全工程 16%
- ・ 不明 3%

エンジニアリングの世界では品質もコストも設計工程でその 9 割が作り込まれるという見方は常識である。機械類の安全性は品質の一部であり、設計過程で適切な配慮がなされたか否かが製品の安全性に大きな影響を与える。本報告書では入手できるかぎりのデータを元に、設計段階で行うべきリスク評価まで踏み込んで実施し、より本質的な危険源の抽出、安全方策の提案を試みた。

2. 浴槽用浮き輪による溺水

2.1 要約



発生日時 YY年11月21日 19時頃 (*)

発生場所 事故当事者の自宅の浴槽内 (*)

事故の概要 浴槽内でオムツ型の浮き輪に座らされて浮かんでいた生後9ヶ月の子
どもが、洗髪中だった母親が気づかない3～4分のうちに浮き輪からはずれ、
うつ伏せで浴槽に浮かび意識混濁し一時呼吸停止した。

子どもは病院へ搬送され、医療処置の後に回復し退院した。 (*)

(*)は Injury Alert No.4 による)

リスクアセスメント

a) 危険源

- ・子どもの重心位置が高く、また子どもの活発な動きにより移動しやすく、浮力とのバランスがくずれ、身体の回転モーメントが発生して転覆し易い
- ・一度転覆すると頭部が水没し自己復旧不可能である(溺水)

b) リスクの大きさ

- ・溺水時間に大きく依存する(4～6分で不可逆な脳ダメージ)
- ・最悪は溺死

リスクの低減策

- ・“転倒しない浮き輪設計”、“子どもがどんなに動いても頭が水上にあるようにする”などが考えられる。

意見

- ・浮上体転覆の危険について技術的検討の結果を広く社会に周知したい。
- ・死亡事故例の報告もあり、販売自粛している業者、販売継続の会社ま
ちである現状において、玩具協会や関係諸機関と協力して類似の危険な製品
の販売を抑止できるような安全ガイドを作成したい。
- ・行政機関と協力して、技術的に危険と判断されるものについては断固として
市場から排除出来るような制度について検討したい。

2.2 事実

2.2.1 事例の概要（＊）

- (1) 発生日時 YY年11月21日 19時頃
- (2) 発止場所 事故当事者の自宅の浴槽内
- (3) 事故の概要

浴槽内でオムツ型の浮き輪に座らされて浮かんでいた生後9ヶ月の子どもが、洗髪中だった母親が気づかない3～4分のうちに浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かび意識混濁し呼吸停止した事故。

2.2.2 事例の経過（＊）

- (1) 母が洗髪中、患児はオムツ型の浮き輪に座らされ、足はついていない状態で浴槽内に浮かばされていた。母が、患児の声がないのに気づき(長くて3～4分)確認したところ、患児は浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かんでいた。
- (2) すぐに浴槽より引き上げたところ息をしておらず、顔色不良のため人工呼吸を行い、1～2分で呼吸再開した。
- (3) 救急車で近医に搬送され、今後の加療のため同日病院へ搬送され入院となった。
- (4) 病院への入院時、意識はやや混濁していたが集中治療室に入室し管理した。呼吸は数時間で安定し、翌日には意識清明となり、哺乳も普段どおり出来るようになった。頭部CTに異常を認めず、脳波所見も正常範囲内で11月27日に退院となった。
- (5) 以後の外来経過観察と4ヶ月後の発達状況からは後遺症は残さない可能性が高い。

（＊）は Injury Alert No.4 による）

{なお、本件の他にも類似の事例が多数あることが新聞報道されている。(資料1)}

2.2.3 当時およびその後の対策

本件 IA の事故事例との前後関係は不明であるが、下記対策が成されている。

- (1) 国民生活センターで危険情報発信（浴槽用浮き輪で溺れる事故）（資料2）
- (2) 社団法人日本玩具協会（<http://www.toys.or.jp/>）は当該製品のSTマーク更新をしないと表明、「このタイプの浮き輪を今後STマークの対象外とする」と国民生活センターのホームページに記載されている。（上記と同じ資料2）
- (3) 国内製造メーカーの一部は販売自粛
但し、事故製品そのものの技術的対策は特になし
インターネット上では現在（H22/2/16）も類似品の販売及びオークション取引

がある。(付属資料 C、D)

- (4) 英語で検索すると、海外では浮き輪類似製品の危険情報が数多く出されていることがわかる。(資料 3~5)

2.3 見解

2.3.1 リスクアセスメント

(1) 事故時の使用方法

子どもを浮き輪に座らせて浴槽内に浮かばせていたのは正規の使用法である。3~4 分間目を離すことの危険性が、もし注意事項に記述があるとすれば、注意事項不遵守ともいえることとなる。

(2) 危険源 (下記 2.3.3 に詳述)

- ・ 子どもの重心位置の移動 (高さ方向及び横方向)
- ・ 子どもは活発に動きたい生来の願望があり、予想できない動きがあり得る。
→浮力とのアンバランスによる身体の回転モーメントの発生
- ・ 頭部の水没と自己復旧不可 (溺水)
- ・ 活発な動きにより浮き輪から外れて水 (湯) に落ちる→溺水
- ・ 破れるか栓の不完全により、浮き輪の空気が抜ける→浮力低下→溺水

(3) リスクの大きさ

- ・ 溺水時間 (保護者の気づき時間) に大きく依存する。
(2 分で意識を失い、4~6 分で脳に不可逆なダメージが発生する。(資料 3))
- ・ 最悪は溺死

(4) 誤使用の可能性

- ・ 子どもの足がきちんと入らない場合があるとの使用者の発言例があり、その場合は重心位置が高くなる。
- ・ 水量が少なく、子どもの足が風呂の底に届くと立ち姿となり重心位置が高くなる。
- ・ 手すりなどに寄りかかっても重心移動が大きい。

これらは想定される誤使用と見ることもできないわけではないが、後述するように設計的な本質的な危険を持っているものについて、子どもが使用するとき「誤使用」という見方はすべきでないと考える。

- (5) 一般的に浮上体の危険に関する情報は乏しい。機械類の安全については多数の JIS 規格 (国際規格と整合) があって体系化されているが、その中で「浮上体」の安定性に関するものは見当たらない。

2.3.2 リスク低減策

(1) 転倒しない浮き輪設計とする

- ①浮き輪を大きくして浮力を大きくする／子どもが浮き輪外へはみ出さない。・・・これは、湯船の大きさの制約有り
(注：プール用浮き輪で”サイズが大きく安全”とPRしている商品もあり)
- ②座高長を高くして重心を下げる・・・これは、湯船の底に足が付き目的を阻害する
- ③子どもがどんなに動いても頭が水上にあるようにする
- ④転覆限界が十分大きく、子どもがどのように動いても転覆しない設計とする。

(2) 破れや栓の不完全で急速に浮力を失うのを避けるよう、空気の数画を設ける

- (3) 警告の徹底（本質的に転倒・沈没の危険があること、4～6分で命にかかわること、水没すると音はほとんど出ないことなど）

2.3.3 技術的検討

水上で子どもが乗って遊ぶ浴槽用浮き輪についてのリスクの第一は転覆である。ここでは浴槽用浮き輪の転覆のメカニズムについて考察する。

子どもが浴槽用浮き輪に乗って水に浮かんでいる状態を模式的に図1で表す。

図1に見るように、子どもと浮き輪からなる系は重心Wがかなり高い位置にある。一方浮き輪と子どもの下半身が水に没している部分には浮力が働き、浮心（浮力の中心）Bは重心Wより低い位置にある。下向き重力の作用線と上向き浮力の作用線が水平方向にずれていると系に回転モーメントが作用する。

図1の状態では右向きの回転モーメントが働き系は傾く。

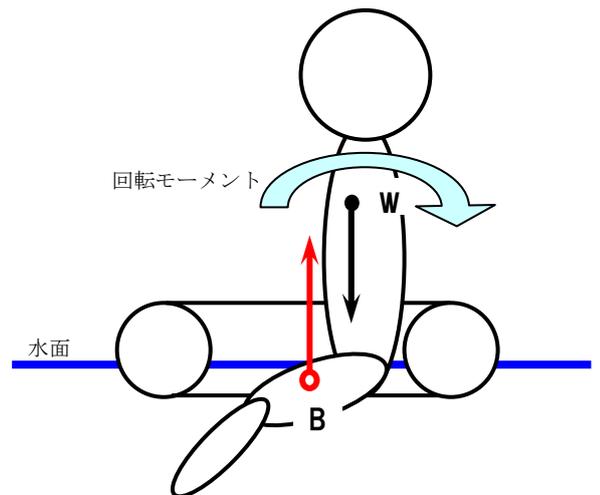


図1 子どもと浮き輪の系
Bの↑は浮力の方向
Wの↓は重力の方向

回転モーメントにより子どもと浮き輪は右に傾く。この場合重心位置はほとんど変わらないが、浮き輪の形状により浮心が右へ移動するので上向きの浮力と下向きの重力の水平位置関係が変わって回転モーメントは逆の左方向に向く（図2）。これにより系には復元力が働いて安定方向に向う。底が比較的平らな系ではこのように重心が浮心より上にあっても浮心移動による復元力で系は安定方向へ向う。船の安定の原理である。

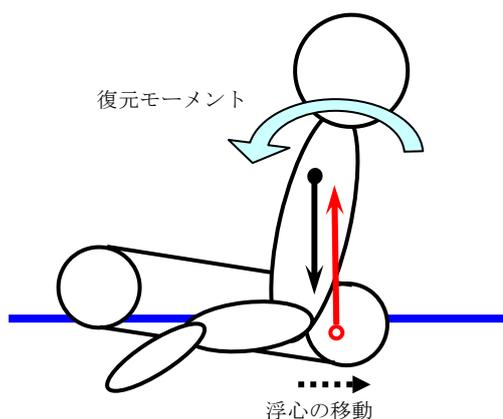


図2 浮心の移動と復元力

ちょっとした体重の移動により子どもは回転と復元によるゆらゆらした動きを経験し、面白いと感じて楽しく遊ぶようになることは容易に想像がつく。子どもが足や首を使ってゆらしているうち、傾きが更に増えると浮心の水平移動はやがて限界に達し、重力の作用線と浮力の作用線の水平位置関係が逆転する（復元力の消失）。すると回転モーメントは右に変わり、復元力ではなく転覆力になってしまう。転覆力は二つの作用線の水平距離 d に比例する（図3）。

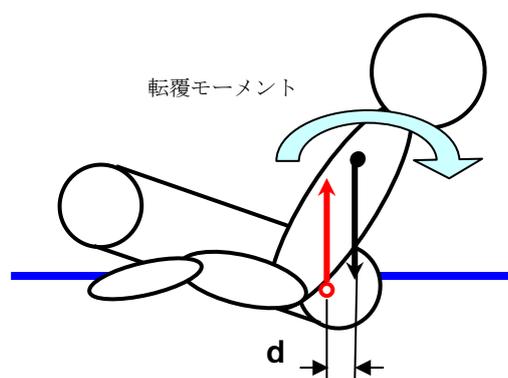


図3 復元力の消失から転覆へ

転覆力によって傾きが増えるにつれて水平距離 d が大きくなり転覆力が更に増大するので、転覆は一気に進む。図4の状態になると浮き輪の水没部分の断面は円形に近くなる。原理的に水中に没している部分の断面が円形の浮上体は浮心の移動がなく復元力を期待できない危険なものである。子どもの身体が水に入ればそれに作用する浮力はある程度期待出来るが、転覆の勢いがついている子どもの身体はそのまま水中に没することになる。

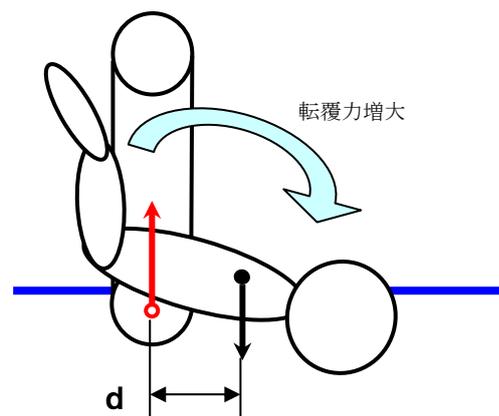


図4 一気に転覆が進む

子どもの足が浮き輪から離れない限り系はそのままの形で回転し続け、重心が浮心の真下に来たところで系として安定する(図5)。この状態では子どもが頭を上げようとしても、逆さまになった浮き輪が子どもを逆さに吊り上げる働きをしてしまうので、もはや自力で復元することは不可能である。

以上で見たように、子どもが足を拘束されて浮き輪に乗っている系は原理的に極めて危険な状態にあって、子どもがちょっとはしゃぐだけで転覆して後に戻らないことが起こりうる。極端に言えば、ちょっと押して転覆させ、子どもを故意に溺死させることさえ出来る危険な系と言える。

ここでは簡単なモデルにより輪型の浮き輪に子どもが足を半ば固定されて浮かんでいる状態のリスクについて考察したが、子どもが浮上体と一体化して高い重心のまま浮かんでいる系では同じように復元力の消失といったリスクについてよく吟味する必要がある。

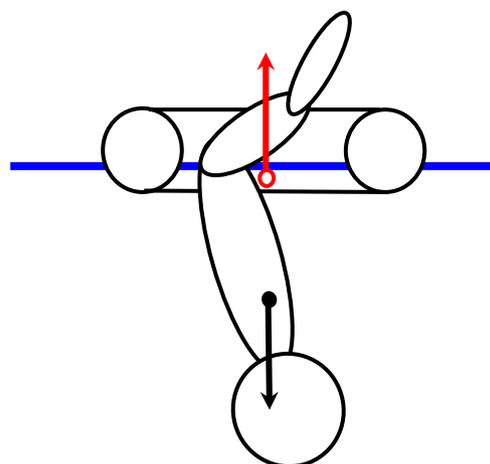


図5 重力と浮力のバランスで安定

なお、子どもと浮き輪からなる系の安定問題について詳細分析した試料を付属資料として巻末に示す。

付属資料A 「浮き輪への荷重と浮力のバランスに関する考察」

付属資料B 「浮き輪の転覆に関する浮力の試算」

2.3.4 意見・所見

(1) 子どもが下半身をほぼ拘束される形の浮き輪は子どもと浮き輪が一体化し、浮上体の安定原理に反する極めて危険な系を構成する。このような浴槽用浮き輪はリスクアセスメントにより、技術的に見て明らかに重大な設計不良であると判断できる。

(2) 製造者・販売者とも、この点についての技術的見解を述べていない。

(3) 業界の自主基準「ST マーク」制度においても、浮き輪の安全基準についてこのような技術的検討がなされているであろうか不明である。(資料は見当たらない)。

(4) 行政機関として国民生活センターのホームページを利用した詳細な事故分析の報告(資料7)は評価出来るが、設計責任を明確に述べていない。その結果をふまえての指導のしかたはあいまいであり、業界への「要望」「自主努力に期待」で終わっている。このような原理的に死亡に直結する危険な遊具については直ちに使用禁止、回収などの強力な措置をとるべきではないかと思われる。また、既に出回っているものについて、母親には「目を離さないで」と注意を喚起しているが、これほど危険が明らかなものについては「目を離すと数秒で転覆します。更に数分目を離すと極めて高い確率で死亡につながる危険があります」などと明確に危険を伝えるべきであると考えます。

(5) 2007年の公表以後どうなっているか、再発防止は確かなのかについては情報が乏しい。良心的なメーカーはホームページで自主的に製造中止を表明しているが、販売会社の中には反省の言葉もなく、なお類似品のネット販売を続けているところがある。ST マークの安全基準についてその後どのように扱われているか情報が見当たらない。

2.3.5 今後への提言

(1) 事故を起こした浴槽用浮き輪だけでなく、同じ原理の危険をはらんでいるものが今もインターネットなどで多数販売されている(付属資料C、D)。今後も開発・製造され販売されることが考えられる。どのようなものが考えられるか調べ、リスクアセスメントを幅広く適用してみたい。

(2) 浮上体の不安定現象について技術資料を整備し、関係諸機関と連携を取りながら安全規格・ガイド類の制定について提言したい。

(3) 玩具協会と協力して類似の危険な製品の製造・販売を抑止できるような安全基準になるようなものを作成したい。

(4) 行政機関と協力して、技術的に危険と判断されるものについては緊急に市場から排除すると共に、誰にもわかるように継続して危険を知らせるしくみを検討し提言したい。

2.4 資料

2.4.1 類似事故事例

①国内では01～06年に計7件のおぼれる事故があり、死者数1、重体者1の報告

がある。(資料 1)

②フランスでは1997年に10件の溺水事故が報告されている。

(また、フランス、ドイツ、スペインでは販売禁止となっている。)(資料 6)

2.4.2 情報源

①日本小児科学会雑誌 **Injury Alert** (傷害注意速報) 抜粋 2009年4月18日、

②国民生活センター情報 (資料 2、6、7 など)

③新聞記事 (資料 1)

④業界各社ホームページの表現

⑤外国インターネット情報 (資料 3、4、5 など)

2.4.3 規格などに於ける情報

- ・ISO/IEC Guide 50

全体を通して子どもの特質と怪我の危険について詳しい解説がある。

5.2.11 溺れる危険源の記述がある。(浮き輪の転覆の記述はない)

- ・ISO/IEC Guide 51 等、機械安全の標準の中に浮上体の不安定に関する記載はない。

2.4.4 インターネットによる類似製品の情報

① 「首輪式浮き輪」(付属資料 C)

② 「浮き輪のタイプと主な製品情報 (Yahoo 検索による)」(付属資料 D)

[参照資料]

資料 1 朝日新聞 2007.7.6

資料 2 http://www.kokusen.go.jp/kiken/pdf/280dl_kiken.pdf

資料 3 <http://www.wallypogs.com/water-safety-tips.html>

資料 4 <http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml09/09261.html>

資料 5 <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/912>

資料 6 http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20070705_2.pdf

資料 7 http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20070705_2.html

付属資料 A

浮き輪への荷重と浮力のバランスに関する考察

I 浮き輪への荷重と浮力の基本的考え方

1. 1 想定条件と仮定

子どもと浮輪系の静的安定性を考える。

簡易的検討のため、下記仮定を設ける。

仮定 1：浮き輪は下図で前後に断面積の均等な方形形状とする。

(左右の断面積も簡易評価の考え方としては均等とする)

仮定 2：浮き輪は水中で回転はするが変形はしないとする。

仮定 3：子ども（水上部分）の体積は変化しないとする。（子どもへの作用重力値は不変）

仮定 4：浮き輪の重量（質量）は子どもに比べて小さく無視できるとする。

(無視できないとする場合は、以下の議論で“子どもへの重力の作用点”を“子どもと浮き輪系への重力の作用点”と考えれば良いが図示が複雑となる)

下図 A で

G：子ども（水上部分）の重心に作用する重力、（子どもの比重=1.0 とする）

F：浮き輪の合成浮力 a：浮き輪の前後長さ

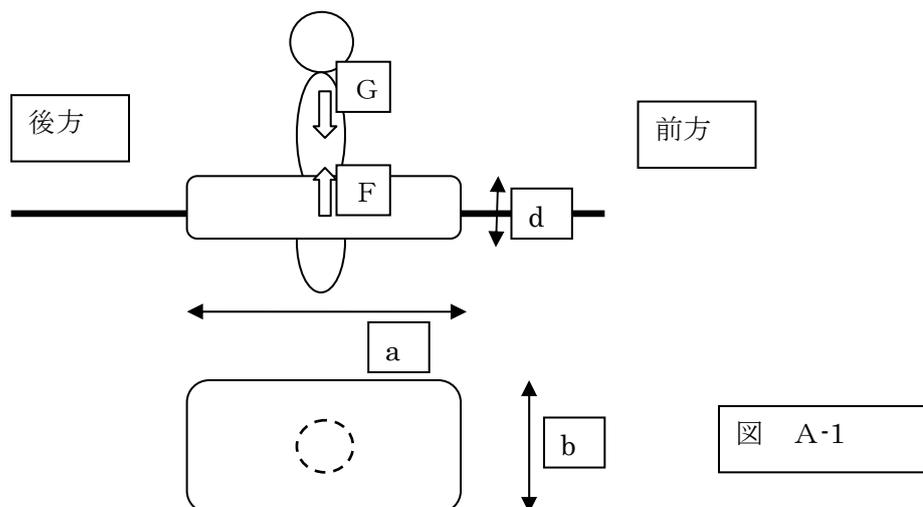
b：浮き輪の左右長さ d：浮き輪の厚さ

amax：子どもの重心移動限界長（子どもの重心が浮き輪の中心から移動して安定可能な限界長さ）

子どもと浮き輪が静定している条件は下記①と②が成立することである。

① 子どもへの重力と浮き輪の浮力がバランス $G=F$

② G と F は同一垂線上にあり回転モーメントが発生しない



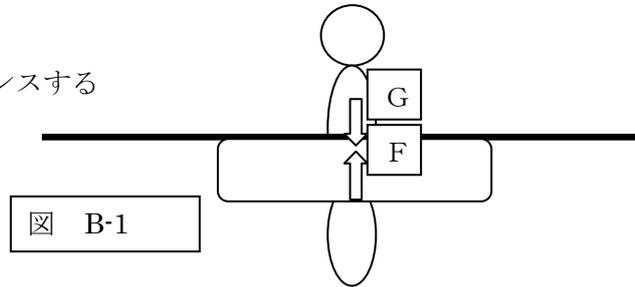
なお、以下の議論は上記前後関係を左右に置き換えても対応できる。

1. 2 子どもへの重力と浮き輪浮力の静的バランス及びその限界

1) 浮き輪の浮力が小さく全体が水没して丁度子どもへの重力とバランスする場合

(1) 子どもの重心が中心にある場合

図 B-1 では浮き輪全体が沈んで丁度バランスする



(2) 子どもの重心が前に少しでも動いた場合

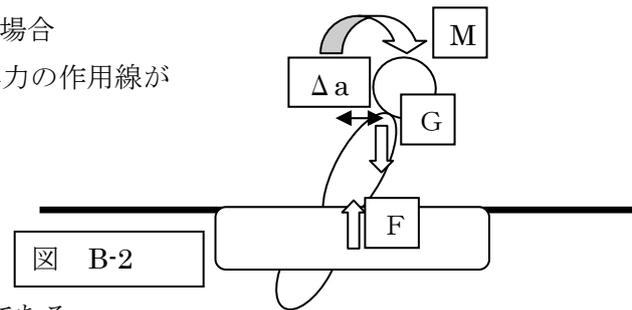
図 B-2 では子どもへの重力と浮き輪への浮力の作用線が一致せずにバランス出来ない。

子ども・浮き輪系への回転モーメント

$M (=G \times \Delta a)$ が発生して抑制できず

子ども・浮き輪は転覆する。

子どもの重心移動限界長 (Δa_{max}) = 0 である。

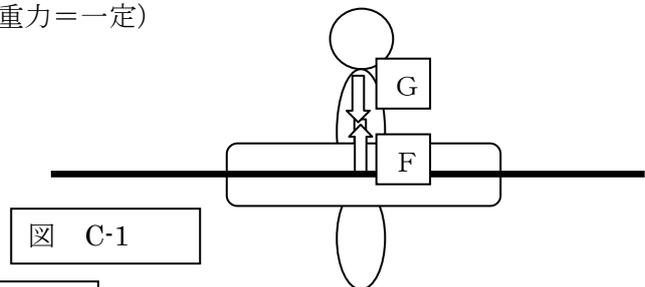


2) 浮き輪の 1 / 2 が水没して子どもへの重力とバランスする場合

(浮力 (浮き輪水没量比例) = 子どもへの重力 = 一定)

(1) 子どもの重心が中心にある場合

図 C-1 のようにバランスする。



(2) 子どもの重心が前に動いた場合

・子どもの重心が前に動く、浮き輪は前側が沈み後ろ側は浮き上がる。つまり浮力の中心が図 C-1 の状態から前方に移ってくる。

・しかし、浮力の中心の前方向移動は限界があって、水面が浮き輪の角に位置する図 C-2 がほぼ限界である。

(浮力の中心は水面下の 3 角形の重心位置)

・これ以上子どもの重心が前に移動して浮き輪が図で右周り回転すると浮力の中心は浮き輪の回転と共に後ろ側 (図で左側) 方向に移動するからである。(図 C-3)

・一方、子どもの重心の移動が図 C-2 のバランス状態より前側 (図の右側) に移動する。

・このため子ども・浮き輪系への回転モーメントが発生して抑制できなくなり、転覆する。

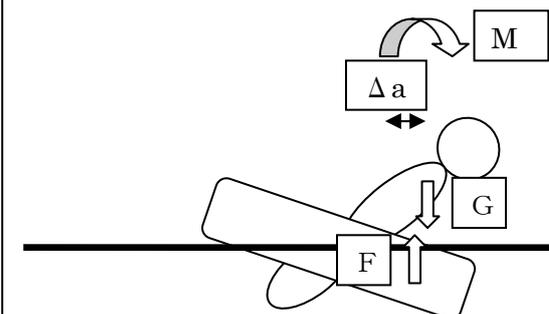
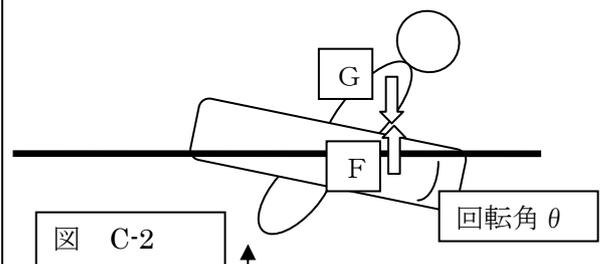


図 C-3

(3) 浮き輪の浮力の中心位置の移動と
子どもの重心位置移動限界

- ・ケース(2)の場合の浮力の中心位置は浮き輪の回転角に対して図D-1のような軌跡を描く。
- ・従って、子どもの重心移動が安定して可能な限界は図の縦線で示される位置となる。
- ・子どもの重心が重心移動限界を超えて移動すると急に転覆する。

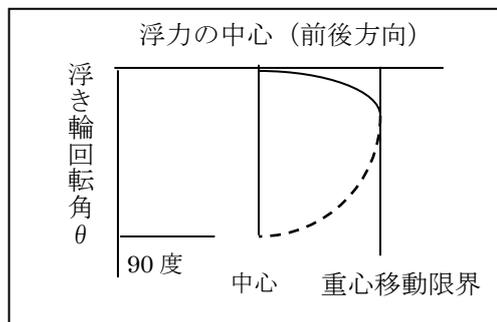


図 D-1

以上を整理すると、下記となる。

- 1) 浮き輪容器水面下の部分が浮力となり、子どもの体重とバランスする。
- 2) 合成浮力は浮き輪水面下の容器の重心位置でありその移動限界が子どもの重心の移動限界となる。

(4) 浮き輪の形状と移動限界の関係

重心移動限界値に関して、浮き輪の前後寸法(a)と厚さ(b)の寸法比の極端な例を調べてみる。

i) 浮き輪が横長の場合： $a \gg d$ (平たい板状)

図D-2においては、浮き輪の右半分が水没し、左半分が水上にあると考えると、浮き輪の中心から $1/4 a$ の距離が浮き輪浮力の中心となる。即ち、重心移動限界は浮き輪の中心から $1/4 a$ となる。

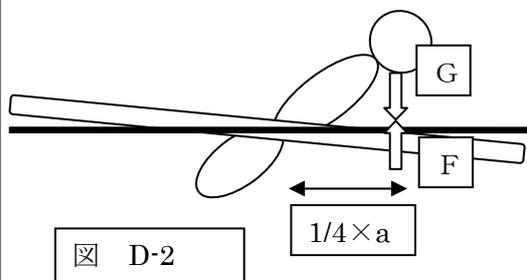


図 D-2

ii) 浮き輪の横断面が正方形である場合 ($a = d$)

図D-3においては、浮き輪浮力の中心は浮き輪の中心から少ししか移動できない。浮き輪が45度傾くと、浮力の中心はまた浮き輪の中心に戻る。(図D-4)

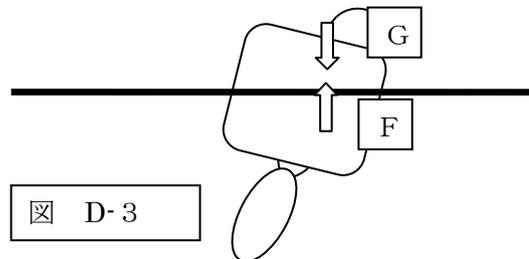


図 D-3

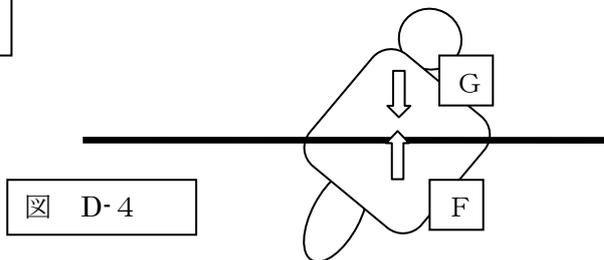


図 D-4

iii) 浮き輪の形状を変化させた場合の重心移動限界を纏めると次のようになる。

(この検討は、浮き輪の1/2が水没して子どもの重力とバランスする条件下である)

①概要

	正方形	長方形	平板型
形状	$a = d$	$a > d$	$a \gg d$
図示	図 D-4	図 C-2	図 D-3
重心移動限界	小 (Trial 中)	$1/6 \times a$ 程度	$1/4 \times a$

②グラフ

- ・前後左右の安全性を同等とする為に浮き輪の前後長 (a) と左右長 (b) を同じとし、浮き輪の容積 = $a \times a \times d = \text{一定}$ とすると浮き輪厚さは図 D-5 の破線となる。

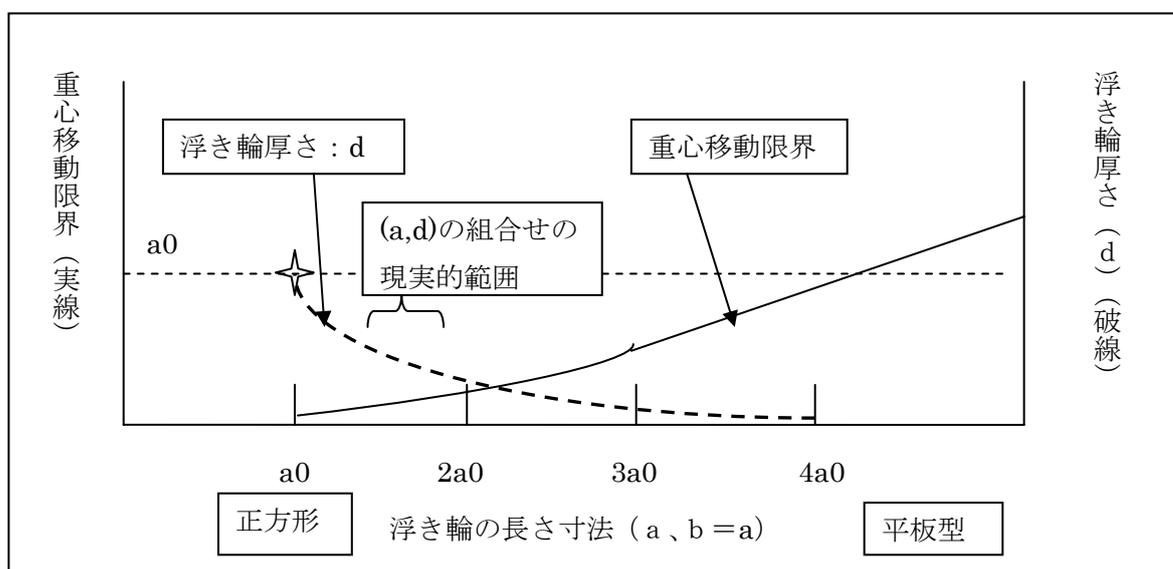


図 D-5

上記検討から、浮き輪の形状によって前後方向の移動限界値は変化するが、子どもの重心の移動限界が有るのは事実である。また、極端な平板型も存在しないとすれば図 C-2 のような浮き輪形状では図 C-2 の形態がほぼ移動限界と考えられる。

3) 浮き輪の水没割合が上記 1) と 2) の中間であるとき

浮き輪の浮力特性に対して、子どもの重心移動限界もやはり、1) と 2) の中間となる。

4) 浮き輪の水没割合が {2) より} 小さくて子どもの重力とバランスする場合

つまり、2) に比べて相対的に子どもの体重が小さい場合は浮き輪の水没量が少なくなる。子どもの重心移動限界も前方 (中心から遠く) に移動する。

子ども・浮き輪が転覆しない条件は、子どもが前方に倒れて水平になっても子どもの重心が重心移動限界を超えない浮き輪特性であることとなる。

5) 子どもの水面上の体重（質量への重力）と子どもの重心移動限界の関係

- ・浮き輪とそれに載せる子どもの体重／最大浮力比に対する重心移動限界の関係は右図のようになる。
- ・子どもの重心移動限界は浮き輪の断面形状によって変化する。
- ・p点は子どもの体重と浮き輪の最大浮力が等しい条件であり、上記のケース1)に相当する。
- ・浮き輪に対して相対的に大きな子ども程不安定であるといえる。
- ・最大浮力が同じ浮き輪を比べると、平らな浮き輪形状の方が安定する。
(サイコロ形状は不安定)
- ・Rが非常に小さくなると実際には浮き輪の質量が無視できなくなって、その総合評価が必要となる。(図D-6で破線の特徴)
(最大浮力：浮き輪が完全に水没したときの浮力)

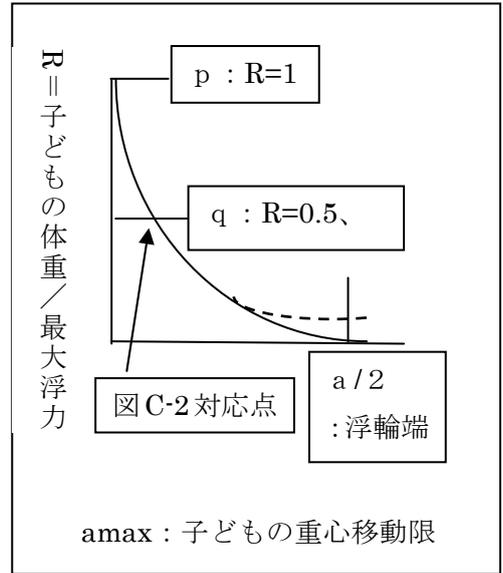


図 D-6

6) “浮き輪の形状の違い”と“体重の最大浮力に対する割合”の組合せ表示
 図D-5と図D-6を組み合わせると概略図D-7のようになる。

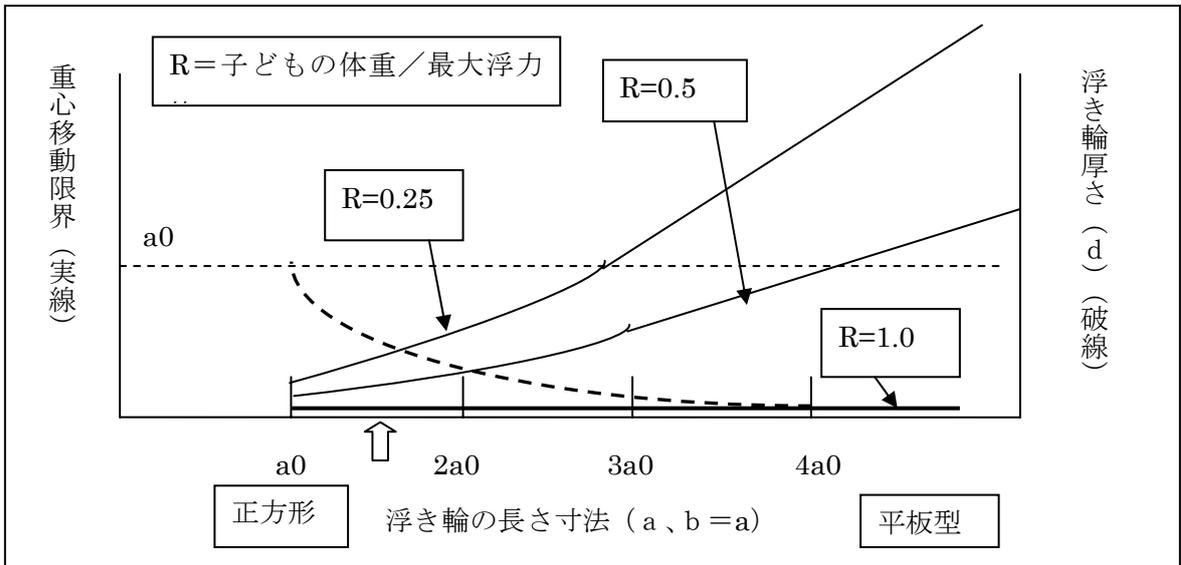
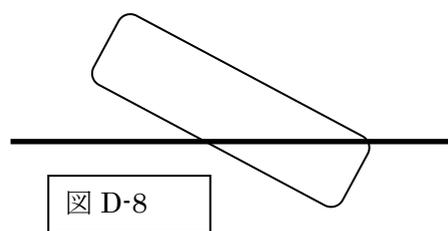


図 D-7

注) $R=0.25$ の浮力重心移動限界時の形状は
図 D-8 を想定している (水面下の面積が全体の $1/4$)
現実には浮き輪の重さが有効に作用して、図のようには
ならない。



II 浮き輪形状の浮力への影響

2. 1 浮き輪の実際の形状

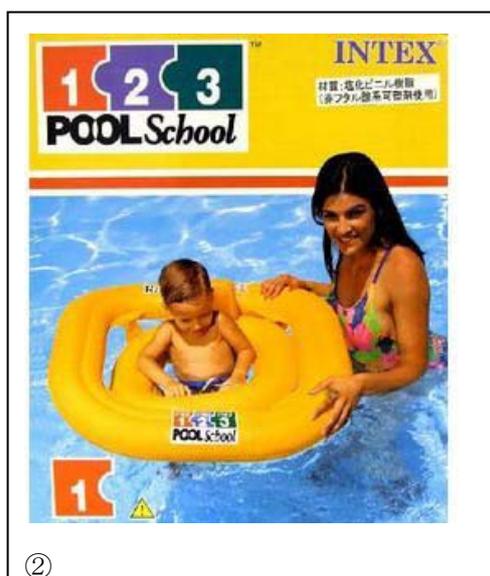
市場で入手可能な浮き輪と販売者による仕様表示

1) 正方形（又は円形）型 ①機関車タイプ（風呂場使用?）



きかんしゃトーマス ベビーボート（子ども用浮き輪 幼児 うきわ）THOMAS&FRIENDS
 サイズ：約 70×75cm
 材質：玩具安全基準適合可塑剤使用 PVC
 メーカー：株式会社 I 社
 対象年齢 3 歳未満。

2) 正方形（又は円形）型 ②プール用浮き輪



サイズ	約 79 × 79cm
素材・材質	非フタル酸可塑剤
仕様	対象年齢(目安): 1~2 歳 耐荷重: 約 15kg ビニール厚み: 0.3mm、2 気室
製造国	中国

背もたれ付きなので水遊びに疲れたら「ちょっと休憩」も可能♪
 また、79cm の大きなサイズなので波などでひっくりかえってしまう心配も軽減。

3) 長方形型



プラレール 500 系新幹線 ボート
 サイズ：80×58cm
 素材：塩化ビニル樹脂（非フタル酸系可塑剤を使用）、フタル酸を使用していないので、小さな子どもでも安心。ロープ付き。

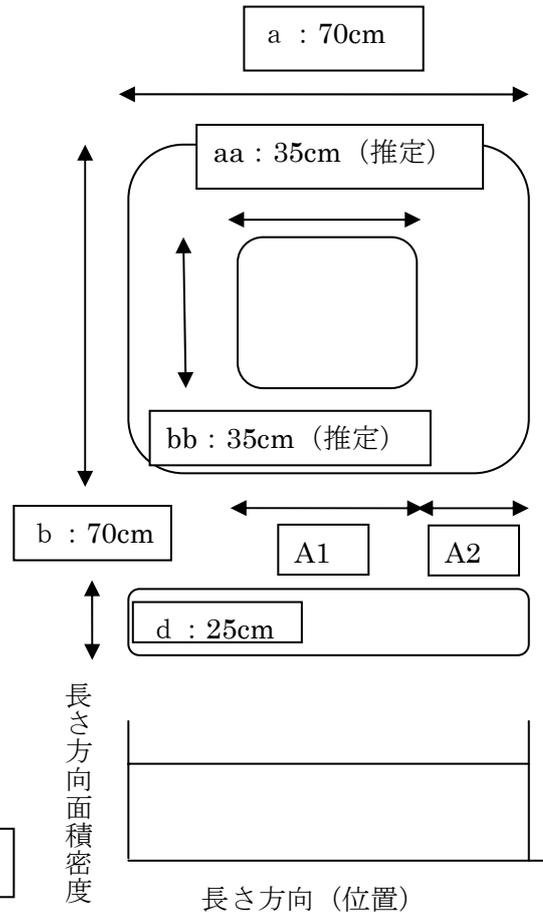
2. 2 製品のモデル化

1) 正方形（又は円形）型（均等断面面積密度）

横断面及び平面面を図 E-1 に示す。

- ・実機例①の横幅は 75cm となっているが、補助的な“浮き”部が含まれるので、実効長は 70cm とした。
- ・また、子どもの入る穴を外の長さの半分とした。
- ・率面図の形状は図の中に示す形状となる。
- ・この場合の長さ方向の浮き輪の面積密度をグラフに示すと一様になる。
 （何故なら A1 部は上下に 2 本、A2 部は 2 カ所の角部を含めると共に断面面積密度は等しくなるからである）
 （ただし、浮き輪の円形効果は無視している）
- ・従って、この場合は I の考え方で述べた論理がまさに適用できる。

図 E-1



2) 正方形（又は円形）型（不均等断面面積密度）

図 E-1 において、A1 部と A2 部の断面面積密度が異なる場合は、図 E-2 に示す不均等密度を考慮して浮力の影響を考えることが出来て、その場合の水面下の体積の重心位置を評価すれば良い。

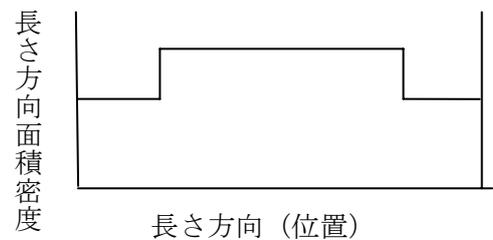


図 E-2

3) リング状浮き輪

リング状浮き輪についても、同様に面積密度の考え方を適用できる。
 純粋に円形なリングの断面面積密度はサインカーブのように考えることができる。
 この断面面積変化を考慮して浮力の影響を考えることが出来て、その場合の水面下の体積の重心位置を評価すれば良いこととなる。

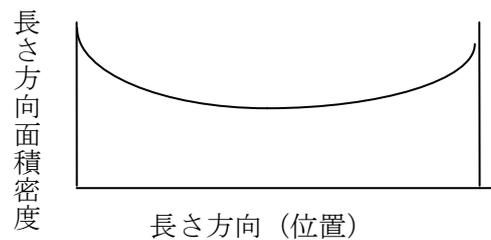


図 E-3

2. 3 製品の数値評価

1) 評価対象モデル

正方形型①の機関車タイプとする。

① 浮き輪寸法と浮き輪浮力

浮き輪寸法は図 E-1 に示すものとする。

方形とすれば全浮き輪の浮き輪効果のある体積 V を求める。(メートル表示)

$$V=0.25 \times (2 \times 0.7 \times (0.70 - 0.35) / 2 + 2 \times 0.35 \times (0.70 - 0.35) / 2) = 0.0918 \text{ (m}^3\text{)}$$

但し、実際の浮き輪断面は方形ではなく、全体の形状が円形を帯びていること、および前後左右共円形のチューブ状になっていること、また外径と内径の差等を考慮して、 $1/3$ から $1/4$ の体積とすると、

実体積 $V_a = V/3 = 0.0918/3 = 0.031 \text{ (m}^3\text{)} \sim V/4 = 0.023 \text{ (m}^3\text{)}$ と評価する。

浮き輪総浮力 F は、下記となる。

$$F=23\text{kg} \sim 31\text{kg}$$

②子どもの寸法および荷重

技術的詳細検討(その2)“浮き輪の転覆に関する浮力の試算”資料のデータを引用

i) 子どものサイズは7-12ヶ月児の平均寸法、体重とする。

身長	661.2mm	股下高	212,2mm	体重	7.4 k g
----	---------	-----	---------	----	---------

ii) 推定寸法、推定体重(水面より上部のみ)

腰から頭までの長さ (水面より上部のみ)	約 420mm	子どもの重心の最大移動 距離(真横になった状態 で左記の半分として)	浮き輪の中央から 210mm = 21cm (*)
推定体重 (水面より上部のみ)	5kg		

③評価

i)、浮き輪の(厚さ(d) / 長さ(a))比 = $0.25/0.7 = 0.36$

この条件を図 D-7 に適用すると、図の  印の位置となる。

(この図で、浮き輪長さ $a = 1.5 \times a_0 = 70\text{cm}$ 、浮き輪厚さ = 25cm の比に対応
 $a_0 = 70/1.5 = 47$)

(但し、本ケースでは中央に穴が有るので厳密には対応しない)

ii) 子どもの体重 / 最大浮力比 $R = 5/23 = 0.22 \sim 5/31 = 0.16$

図 D-7 の  印位置で $R = 0.25$ のカーブを適用すると、重心移動限界値は a_0 の約半分であ

り、

$$1/2 \times a_0 = 1/2 \times 70/1.5 = 1/2 \times 47 = 24\text{cm}$$

“子どもが真横になっても重心位置は 21cm(*)しか動かないとすると転覆しない”となる。

以上は実際の浮き輪の寸法や浮力を測定したものではなく、また多くの仮定が含まれての試算結果例である。

別な浮き輪であるが、2. 1 浮き輪の形状の 3) 長方形型は横幅が 58cm と狭いので横方向に不安定化する可能性が大きいと推測される。

III 補足的検討

1) 子どもの身長が相対的に大きい場合

子どもの身長が相対的に大きく浮き輪の幅を超える場合、つまり舟のマストの様な形態を考える。

子ども・浮き輪系の安定性は 1) から 6) 迄で議論した内容が適用される。

しかし、マストが折れて舟の側面をはみ出ると、舟としては転倒しないが、マストは水没する可能性がある。

このため、水面上の子どもの長さ（高さ h ）が浮き輪の長さを超えたら（ $h > a / 2$ 又は $b / 2$ ）子どもの上半身が転倒するとそれは水没すると考える。

舟型の浮き輪で側面の幅が小さいと、このような形式での転倒水没もあり得る。

2) その他

・浮き輪の変形などの影響

浮き輪は荷重が掛かる部分がより多く沈んで安定化しようとする作用があり、これは安定化の方向である。

ただ、浮き輪の変形により水没部分の容積が小さくなれば浮力が低下するため子どもの重心移動限界値は小さくなる。（より不安定になる。）

・浮き輪の重量の影響（上記検討では考慮外）

浮き輪は前後左右同型であるため、常に（転倒時は除き）浮き輪の中心に垂直方向の合成重力が作用していると考えられる。

子どもの体重を重くした要素と重心が中央に引き戻される要素の組み合わせとしての考慮が必要となる。

・動的な特性の簡易上の影響

子どもの活動範囲（前後左右等の移動量）は大きく、子ども・浮き輪系の前（後）（左右）スウィング振動が容易に生じる。静的条件にこの振動系が加わると、一般には静的条件よりも厳しい（不安定化しやすい）状況が発生して子どもの重心移動限界値はより小さな値となる。

IV 今後の課題

浮き輪の実物を入手して寸法、浮力を確認すること及び上記仮定条件等を吟味して、考え方や計算手法の妥当性を判断する必要がある、その後の提言に結びつけたい。

以上

付属資料 B

浮き輪の転覆に関する浮力の試算

2010.02.18

浮き輪は、その水没している部分の体積の中心に、体積の大きさの浮力が発生する。従って子どもが浮き輪に乗ると、浮き輪のその部分が沈み、水上における子どもの重心位置に重力に相当する浮力を発生させ釣合いが保たれる。しかし、浮き輪の浮力の寸法限界を超えた位置にまで重心の水平方向の移動が起こると、浮き輪の浮力と重力の間で偶力が働き、転覆にいたる。

この、浮力と重力について試算を行う。

1. 試算条件

1.1 子どもの寸法

公開された 7-12 ヶ月児の主要平均寸法を基準とする。計算に当たって重心位置は明確なデータが得られないので肩の高さ尻の位置の中間点(高さ 356 mm)と仮定する。

1	身長	661.2 mm	2	肩峰高	499.5 mm	3	股下高	212.7 mm
4	腸骨稜幅	128.0mm						
5	体重	7.4kg						

「機械製品の安全性工場所ための子どもの身体特性データベースの構築及び人体損傷状況の可視化シミュレーション技術の調査研究報告書」(社)日本機械工業連合会 H21.2)

1.2 浴槽寸法

ユニットバスの寸法を参考として浮き輪の寸法等の検討をする

	幅	高さ
和式	80～120cm 程度	60cm 程度
洋式	120～ 180cm 程度	45cm 程度
和洋折衷式	110～160cm 程度	60cm 程度

2. 試算項目と概算

2.1 浮き輪の浮力

子どもの体重を保持するために、浮き輪の最大浮力を求める。浮き輪の形状はドーナツ型で試算する。

浮き輪に入る子どもの腰の幅(0歳児の腸骨稜幅)の平均は128mmのから浮き輪の内径は最小130mm必要で、0歳児の子どもの平均体重は7.4kgであるが、身体が半分水中にあれば実質的に4 kg程度あれば浮上できる。

内径 D1	幅 d	内容積(浮力)	中心径 Dc	外径 D2
130 mm	100 mm	5765cm ³ (5.7 kg)	230 mm	330 mm
150 mm	100 mm	6169cm ³ (6.2 kg)	250 mm	350 mm

200 mm	80 mm	4422cm ³ (4.4 kg)	280 mm	360 mm
--------	-------	------------------------------	--------	--------

ドーナツ型空気の体積 V_0 は、ドーナツの中心径 D_c における円周長さと断面積の積である。

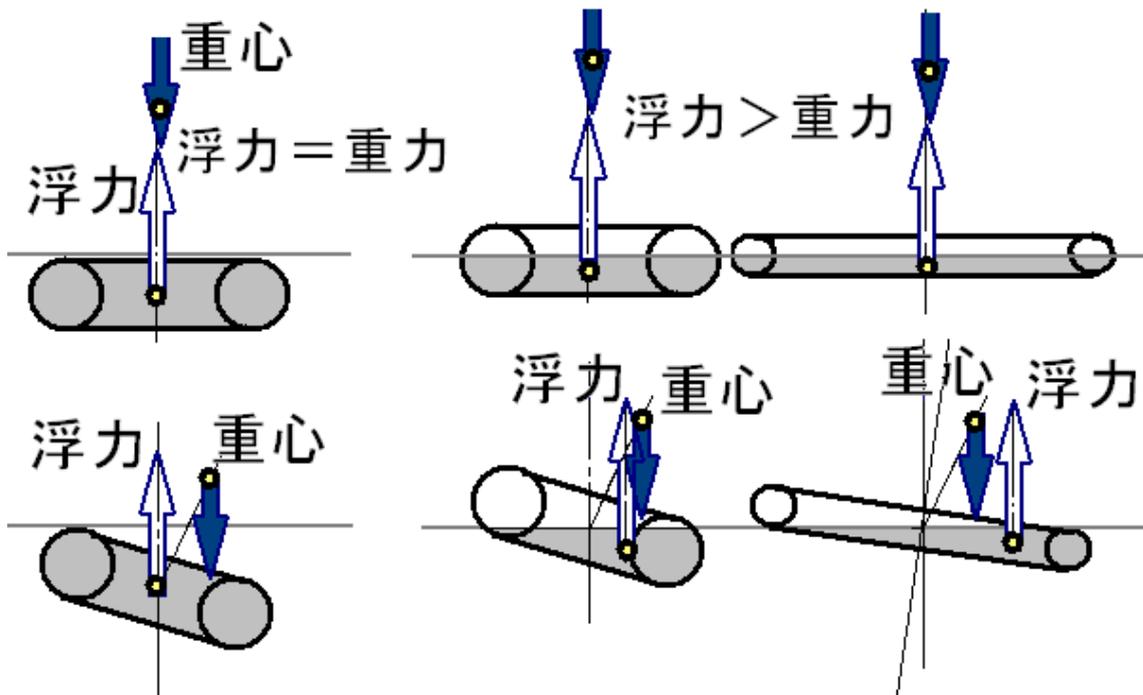
$$V_0 = \pi D_c \cdot \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = \pi^2 d^2 (D_1 + d) / 4$$

2.2 傾いた浮き輪の浮力

(1) 浮き輪の浮力が子どもの重力に対して余裕がないと、浮き輪は殆ど水没し浮き輪が傾いても浮力の水平方向の位置は変わらず、重心の移動に追従できずに偶力により転覆する。

(2) 浮き輪の浮力が子どもの重力に対して余裕があると、浮力の中心位置が移動して重力を支える方向の偶力（復元力）が生まれる。

同じ力の浮力を持っていても、浮き輪の直径が大きいほど浮力の作用点が遠くなり、復元力（偶力は力と長さの積）は大きい。



2.3 復元力の大きさ

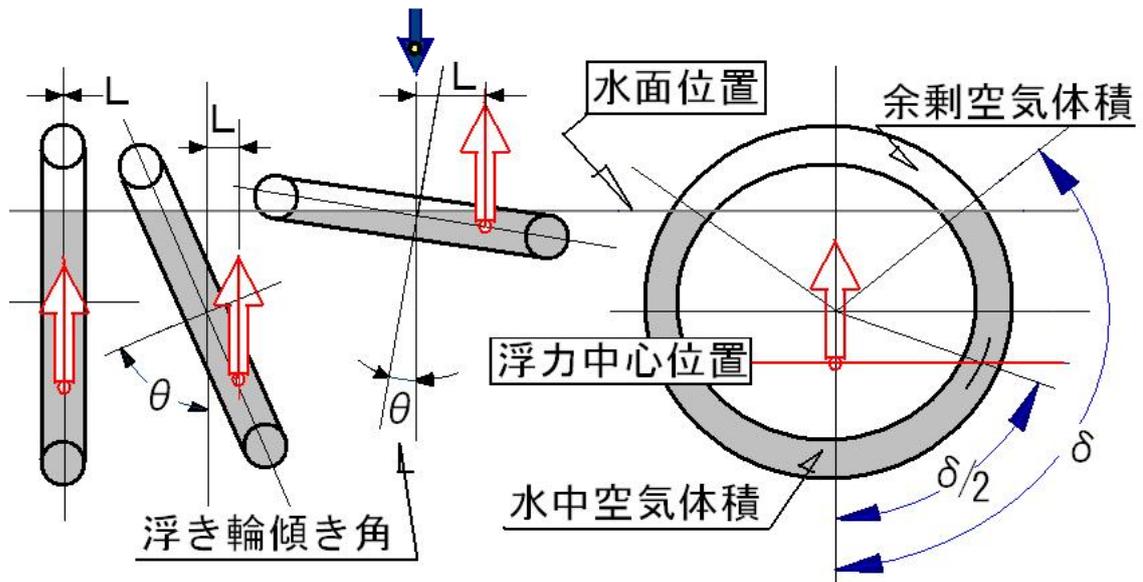
浮力の大きさは、水上における子どもの重さと釣り合うので、一定値であるが、浮力の作用する位置は浮き輪の傾きにより変化する。

必要最小浮力に必要な空気体積に対して、浮き輪の内容積が大きいほど浮力の作用距離 L は大きくなる。

浮き輪の内容積 V_0 に対する浮力に必要な空気の体積 V_f を k_f とする。

$$k_f = V_f / V_0 = \delta / \pi$$

$$L = (D_1 + d) \cos \delta = (D_1 + d) \cos(\pi \cdot k_f)$$



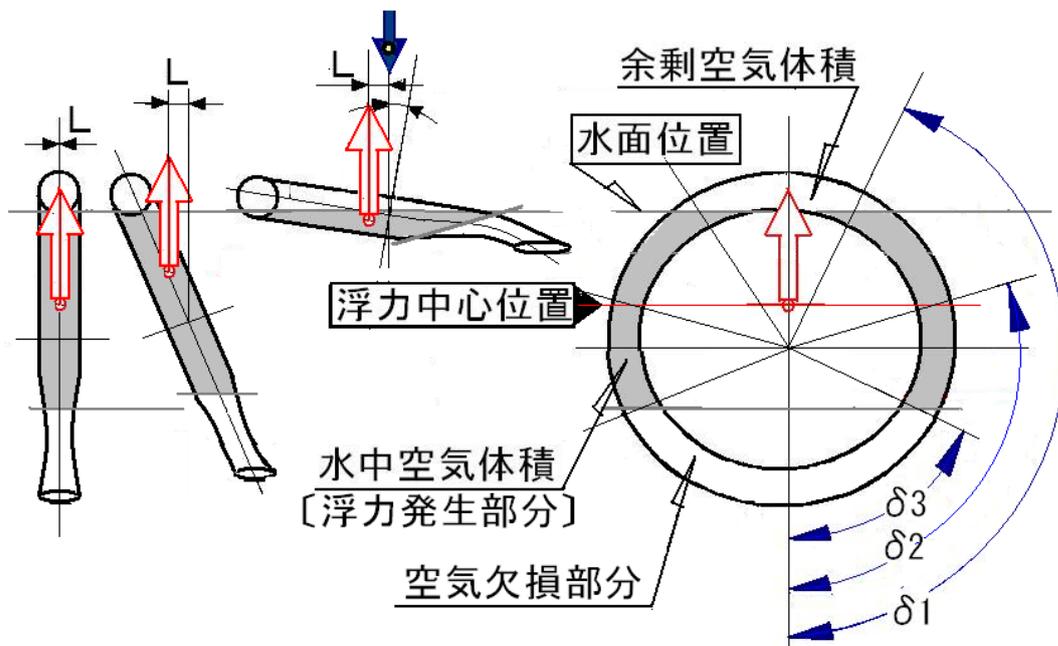
2.4 空気の膨らみ方 (充填率)

必要最小浮力に必要な空気体積に対して浮き輪の内容積は大きい、空気が充填不足の場合には、逆に転覆し易くなる。下図では浮力は転覆を促進する方向に働く。

$$k_f = V_f / V_0 = \delta_1 / \pi$$

$$k_e = V_e / V_0 = \delta_3 / \pi$$

$$L = (D_1 + d) \cos \delta = (D_1 + d) \cos \left\{ \pi (k_f + k_e) / 2 \right\}$$



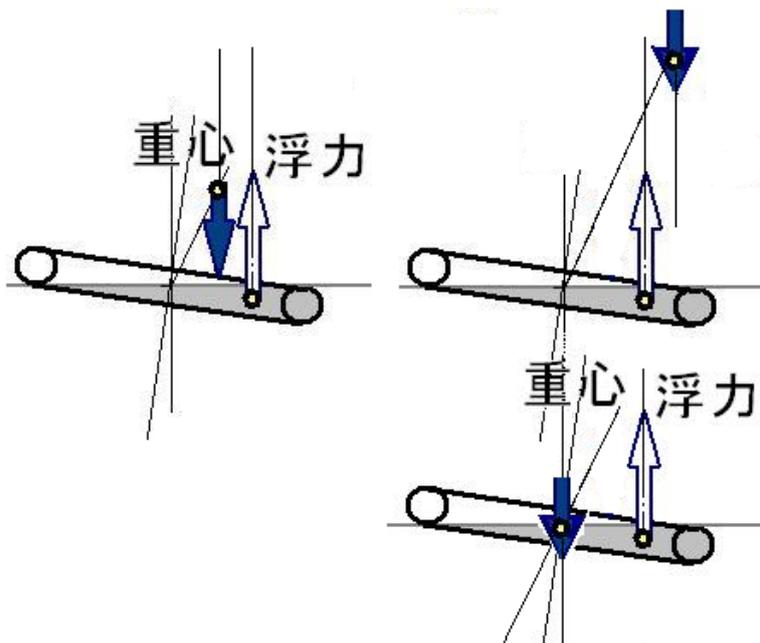
小西

2.5 重心の高さ

浮力による偶力が不安定でも、重心が下がれば浮き輪は安定する。

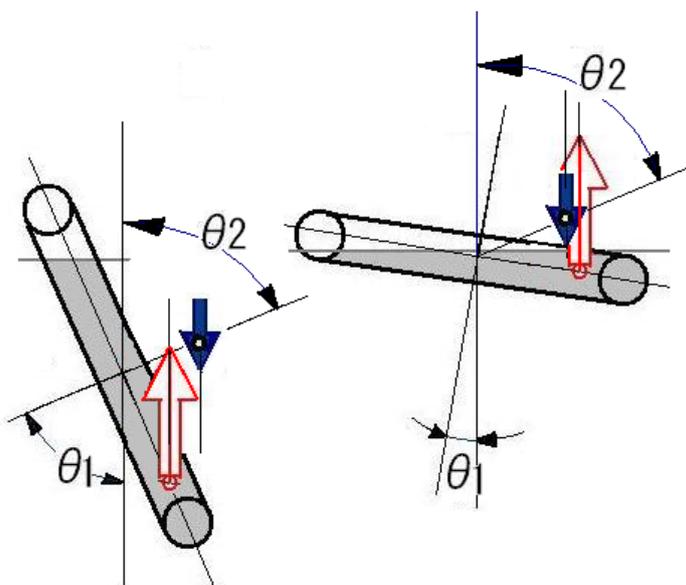
この場合に、子どもの浮き輪による支持位置が低いと浴槽の底部に足が接触する場合がある。

しかし、子どもの重心位置とユニットバスの深さを比較すると、浴槽の水面位置が浴槽高さの80%の深さの場合でも足接触しない。



2.6 浮き輪の密着と安定性

浮き輪が子どもの身体に密着している場合には浮き輪の傾きと子どもの身体の傾きが等しくなるが、密着せずに浮き輪が自由になる場合は、浮き輪があまり傾かず安定度は増す。



付属資料 C
首輪式浮き輪

No	項目	内容
1	参考事例	浴槽用浮き輪首リングによる溺水（可能性）
2	代表図	
3	メーカーの使用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・使用対象者：生後1か月から18か月までで、体重が11キロまでのベビー ・下記注意記述あり ・必ず日本語表記の使用ガイドを理解して、大人が付き添って観察の上、使用 ・必ず付き添いの方が注意の上、正しく使用 ・使用前に必ずすべての空気バルブ、水抜き栓がきっちりしまっていること、および浮き輪首リング&プールバスに穴やダメージが無いか、など異常の有無を確認
4	使用者（下記）の認識等の共通性	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもは生後3～8ヶ月±α ・使用目的：親自身の体・頭を洗っているときに浮かべておく ・子どもの対応初期は不安或いは泣く ・親の気持ち：助かる／カワイイ ・親の安心度に関する感触：安全／ひっくり返ることもない ・問題点：装着に力を要する 使用湯温が35度プラマイ2度と低い お風呂が浅いと立ち上がってしまって顔からバシャーンということがある
4A	使用者1	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもは生後3ヶ月／親が頭や体を洗っているとき浮かべる／成功する時とギャン泣きされる時が半々／今はパパの休日に3人で入る時に使用／ ・一人で浮き輪は付けづらい…両手で浮き輪を広げてから赤ちゃんの首に付けるので
4B	使用者2	<ul style="list-style-type: none"> ・4ヶ月の男児／はじめは泣いたが3日で慣れた／ ・宇宙遊泳をしているようで、面白く、かわいいです／長女のときに足入れタイプの浮き輪を使っていましたが、それよりも安全&使い方が簡単／ ・着脱は少々面倒、浮き輪の隙間を手でぎゅーっと押し開かなければいけないので、一人だとちょっと大変／ ・説明書には35度プラマイ2度で使用との記述あり。実際は39度で使用／

		中国製
4C	使用者 3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5ヶ月の男児／はじめは不安げだが慣れた／ ・ 親が洗っている間は助かる／すっごくカワイイ！！／全然危なっかしくなく、ひっくり返ることもなくとても丈夫／ ・ 問題は装着（多少手感う）
4D	使用者 4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 子どもは8ヶ月／親が洗髪時に安心／親が先に風呂から上がって着替えるまで浮かべている／ ・ お風呂が浅いと立ち上がってしまって顔からバシャーンということがある。
5	リスク アセスメント	<p>a)使用方法 首輪が首に適切な締め具合となること（メーカーの推奨は備考参照）</p> <p>b)何が起こりうるか：</p> <p>①首輪の締め具合の不適合 生後1ヶ月から18ヶ月までと使用期間が長く、首輪の締め具合が変化し、誤った設定の可能性がある （実物は装着しにくい、つまり抜けにくいようにはなっているらしいが、誤設定の可能性） →緩ければ首が抜けて→溺水 →きつければ首を絞めて呼吸困難化</p> <p>②浮き輪の空気が抜ける→浮力低下→溺水（注意事項で述べてはいるが）</p> <p>③口の位置が低く、浮き輪の上部に湯船の水が溜まり水を飲み込む→呼吸困難化 （同時に入っている兄弟の動作（波立たせなど）で）</p> <p>④足が風呂の底に届くと頭から倒れる（使用者4）→浮き輪が邪魔で呼吸困難</p> <p>c) 結果として生ずる障害のひどさは（リスクの大きさ）： ・ 溺水：溺水時間（保護者の気づき時間）に大きく依存する ・ 最悪は溺死</p>
6	リスク 低減策	<p>a) 首が抜けない浮き輪設計とする</p> <p>①・・・本質安全化は困難 備考に示すように現状は子どもの成長に対して首輪の締め加減を設定するのは親に依存している。</p> <p>b) 空気抜けを知らせる</p> <p>①・・・??</p>
7	情報源	①インターネット”Swimava 浮き輪首リング”で検索
8	備考 使用方法 (メーカー)	<p>手順は・・・</p> <p>①ベビーリングをベビー首回りのサイズに調整する</p> <p>②内側浮き輪の空気量を増減させてベビーリングと首の間に大人の指が2本</p>

	<p>スライドできるぐらいの大きさになるように調整する</p> <p>③ママ（パパ）がお風呂の準備（お風呂の後、出た時のタオル、湯船の温度、ガーゼその他）、先に服を脱いだら寝っころがっている赤ちゃんを迎えに行く。</p> <p>④赤ちゃんをだっこしたまま少し湯船で温まったら、赤ちゃんの体を洗う。洗い終わったら赤ちゃんに首浮き輪をつけて湯船に浮かべる。首がすわらないし、お座りもできないのでこれが便利。浮き輪は生後一か月から使えます。</p> <p>⑤ママ（パパ）は赤ちゃんの様子を見ながら体を洗い、シャンプーをすませて、再び赤ちゃんを湯船に入れる。</p> <p>⑥適当な時間温まって一緒にでる。</p> <p>⑦用意しておいたタオルでくるみ、きれいにふいてから着替え。必要ならこの時に水分をあげましょう。</p>
--	--

付属資料 D

浮き輪のタイプと主な製品情報 (Yahoo 検索による)

浮き輪タイプ	外形形状	インターネット上に記載された主な情報
従来型標準	 <p>(0)</p>	<p>I G A R A S H I (イガラシ)(セガトイズ)ALG-150 オシャレ魔女 寸法：外径50cm (対象4-6歳) (内周70~75cm)ロープ付 (500円) (外径は各種サイズあり)</p>
浮き輪 (両足掛け)	 <p>(1)</p>	<p>きかんしゃトーマス ベビーボート (子ども用浮き輪 幼児うきわ)THOMAS&FRIENDS サイズ:約70×75cm 材質:玩具安全基準適合可塑剤使用 PVC メーカー:株式会社イガラシ 対象年齢3歳未満。「保護者への注意喚起無し！」 (2,940円)</p>
	 <p>(2)</p>	<p>侍戦隊シンケンジャー (ベビーボート) 【サイズ】70x75cm 【材質】玩具安全基準適合 PVC 【特徴】4気室 シブヤ文具 「保護者への注意喚起無し！」 (2,551円)</p>
	 <p>(3)</p>	<p>水鉄砲ポケットモンスター ポケモン DP ボート 製品 ボート 80×78cm 3歳以上 (Yahoo) 「保護者への注意喚起無し！」 (2,184円)</p>



(4)

プラレール 500系新幹線 ボート

サイズ：80×58cm

素材：塩化ビニル樹脂（非フタル酸系可塑剤を使用）、フタル酸を使用していないので、小さな子どもでも安心。ロープ付き。

「保護者への注意喚起無し！」

(2, 184円)

(4)は(1)~(3)に比べて横幅が狭く横方向の浮力が小さく横転しやすい



(5)

○大きなリングの中に小さなインナーリングが入っていて安定度が抜群のベビーフロート。

○2つ穴（足を通す部分）シートなので落下の心配もありません。

■対象年齢：1~2歳

■サイズ：142×80cm

■耐重量：11キロまで

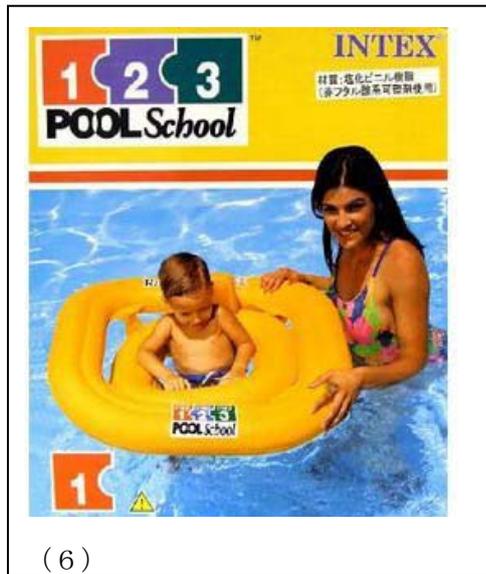
●メーカー：INTEX

●輸入元：(有) 尚北トレーディ

■お子様の一人遊びは危険ですので必ず保護者監視のもとで遊ばせてください。

(1, 189円)

(5)の木（緑）の強度にもよるが、掴まって重心が高くなることが無いかな？



(6)

サイズ	約 79 × 79cm
素材・材質	非フタル酸可塑剤
仕様	対象年齢(目安): 1~2 歳 耐荷重: 約 15kg ビニール厚み: 0.3mm、2 気室
製造国	中国

背もたれ付きなので水遊びに疲れたら「ちょっと休憩」も可能♪

また、79cm の大きなサイズなので波などでひっくりかえってしまう心配も軽減。ママ・パパも安心です。

(1, 680円)



(6a) 890円



(6b)

○大きなリングの中に小さなインナーリングが入っていて安定度が抜群のベビーフロート。

○2つ穴(足を通す部分)シートなので落下の心配もありません。

■対象年齢: 1~2 歳

■サイズ: 70cm

■メーカー: INTEX

■最大荷重: 15 キロまで

■お子様の一人遊びは危険ですので必ず保護者監視のもとで遊ばせてください。

INTEX 社製品には、保護者への注意事項が記載有り
また、海外製は風呂用としては考えていないか？



(7)

シブヤ文具

【対象年齢】1歳以上～3歳未満

【サイズ】600x280x490mm

【材質】PVC(玩具安全基準適合可塑剤使用)

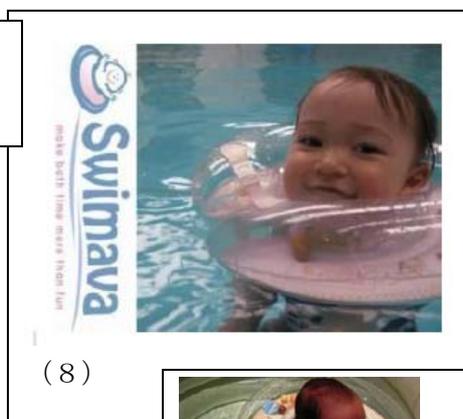
ロープ付き。

海やプールが楽しくなっちゃう！アンパンマンのベビー用足入れタイプの浮輪です。まるでアンパンマンの背中に乗ってるみたいで楽しいね♪

「保護者への注意喚起無し！」

(2, 551円)

うきわ
首リング



(8)



Swimava うきわ首リングセット

お届け内容 :うきわ首リング、ハンドポンプ、ご使用ガイド

寒い時期に洗い場で待たせることがないので安心！

うきわ首リングがあればひとり入れのお風呂もカンタン！

手順は・・

- ①ママ(パパ)がお風呂の準備(お風呂の後、出た時のタオル、湯船の温度、ガーゼその他)、先に服を脱いだら寝っころがっている赤ちゃんを迎えに行く。
- ②赤ちゃんをだっこしたまま少し湯船で温まったら、赤ちゃんの体を洗う。荒い終わったら赤ちゃんに首うきわをつけて湯船に浮かべる。首がすわらないし、お座りもできないのでこれが便利。うきわは生後一か月から使えます。
- ③ママ(パパ)は赤ちゃんの様子を見ながら体を洗い、シャンプーをすませ、再び赤ちゃんを湯船に入れる。
- ④適当な時間温まって一緒にでる。
- ⑤用意しておいたタオルでくるみ、きれいにふいてから着替え。必要ならこの時に水分をあげましょう。

ご使用前にご確認ください

☆ベビーは生後1か月から18か月までですか？

☆体重は11キロまでですか？

☆必ずガイドを最後までお読みいただき、正しくご理解の上大人の方が付き添ってご使用ください。

☆Swimavaは命を維持、助けるもの、おぼれることに対するの保護、予防を役目とするものではありません。安全の為、必ず付き添いの方が注意の上、正しくご使用ください。

浮力は首だけに作用している。

(首と浮き輪の寸法差等を考えると一見して怖い)

回転パドルボート



(9)



(9 a)

【サイズ】 W165cm×D94cm×H40cm

【素材】 アビバPVC(0.3mm)

【制限】 体重 40kg 以下

アビバ (スポーツ) チャレンジャー
(回転パドルボート)

PVC (素材) : 従来の製品 0.18mm (一般に市販されている浮き輪など) に比べ、素材の厚みが 0.3mm ~ 0.5mm あり、抜群の防水性・キズ・摩耗性に優れ、バルブ部分も非常に強化され、つなぎ目においては強力な高周波接着です。長く使えて経済的。

「保護者への注意喚起無し！」

(特価 5,355 円)

子どもには面白そう！

ただ、中の穴に滑り落ちたらどうなるか

3. 計測器による大腿部圧迫（近日発行）

3.1 要約

3.2 事実

3.2.1 事例の概要

3.2.2 事例の経過

3.2.3 当時の対策

3.2.4 その後の対策

3.3 見解

3.3.1 リスクアセスメント

3.3.2 リスクの低減方策

2.3.3

(1) 技術的検討

(2) 技術的検討

3.3.4 意見・所見

3.3.5 今後への提言

3.4 添付資料

4. 乳児用ベッドからの転落（近日発行）

4.1 要約

4.2 事実

4.2.1 事例の概要

4.2.2 事例の経過

4.2.3 当時の対策

4.2.4 その後の対策

4.3 見解

4.3.1 リスクアセスメント

4.3.2 リスクの低減方策

4.3.3

(1) 技術的検討

(2) 技術的検討

4.3.4 意見・所見

4.3.5 今後への提言

4.4 添付資料

5. マニキュア除光液による中毒

5.1 要約

代表的な図 特になし

発生日時	不明 午後 10 時ごろ
発生場所	自宅の八畳間
事故の概要	自宅で母親が除光液で爪からマニキュアを除去する際、そばの床に寝ていた生後2ヶ月の男児がアセトン中毒になった。マニキュア除去後、除光液臭が充満していることに気づいたが換気はしなかった。その後児はぐったりし嘔吐をくりかえし、発生約 20 時間後に嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となった。発生約 30 時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、4 日後に元気に退院した。
リスクアセスメント	危険源：発生したアセトン蒸気（を乳児が吸引したこと） 本件の危害の大きさ：中毒症状。4 日で回復
リスクの低減策	<ul style="list-style-type: none">・ 溶剤をアセトンより危害性の低い成分に変更・ アセトン蒸気の発生・拡散を防止（乳児の吸引を防止）する方法の提案・ 「除光液＝アセトンが有害であること」と「対応策」の明示と教育
意見	企業活動のケースと異なり、消費者が自分で使用するケースでは消費者が「有害である」という認識をもち、必要な防護策（このケースでは①換気、②本報告 5.3.2(2)での防護策提案：アセトンをしみこませた布を密閉容器にしまうなど）を実施することが重要である。そのための具体的提案の推進が必要。

5.2 事実

5.2.1 事例の概要

(1) 発生日時

不明 午前 10 時頃

(2) 発生場所

自宅の八畳間

(3) 事故の概要

自宅で母親が除光液で爪からマニキュアを除去する際、そばに寝せていた生後2ヶ月の男児がアセトン中毒になった。

マニキュア除去後、除光液臭が充満していることに気づいたが換気はしなかった。その後児はぐったりし嘔吐をくりかえし、発生約20時間後に嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となった。発生約30時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、4日後に元気に退院した。

5.2.2 事例の経過

(1) 母親が除光液を使用する際、そばに生後2ヶ月の男児を寝かせていた(母親から約1m)。

(2) ティッシュペーパーに除光液を数回振り出し拭き取ることを繰り返し、手足計20本の爪からマニキュアを除去するのに約15分を要した。使用した除光液は100mlほど残っており、使用中は開栓したままであった。

(2) 使用後、除光液臭が充満しているのに気づいたが、換気はしなかった。その後児怒責様の発声が数回あり、ぐったりとした様子で12時間以上寝ていた。授乳を試みるも吸いつく力は極端に弱く嘔吐をくりかえし反応がにぶかった。

(3) 発生約20時間後、嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となり、発生状況からアセトン中毒を疑った。傾眠傾向で腹部膨満をみとめたが、一般血液、生化学、静脈血液ガス分析、尿検査に異常はなかった。意識障害は改善方向と判断し、経口的には何も与えず、補液のみで経過観察した。発生約30時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、4日目に元気に退院した。入院時のアセトン濃度は $8\mu\text{g/ml}$ (基準値 <5)であった。

引用：Injury Alert(2009年4月18日) No.8

5.2.3 当時の対策

特になし。

5.2.4 その後の対策

特になし。

5.3 見解

5.3.1 リスクアセスメント

(1) 危険源の特定

上記の事例の経過より、①除光液中のアセトンがティッシュペーパーに振り出されペーパーに含まれた（量は不明）、②マニキュアを拭き取ったティッシュペーパーは容器ではなく、室内か、くず入れにおかれ（推定）、従って振り出されたアセトンの大部分はある時間内に室内に蒸発した（経過時間は不明であるが上記の約 12 時間の可能性はある）、アセ



図 5.1

トンは空気の約 2 倍の密度があり、下部に溜まりやすい(図 5.1)、③その低い床に自分では逃げることも不快なことを伝えることもできない乳児が寝ていた、④母親は除光液が毒性を持つことを知らなかった、従って母親は臭気を感じたが換気はしなかった、の 4 要因が重なって危害が発生した。

直接的原因は「①アセトン蒸気」であるが、②～④までの 3 項目も主要な原因である。

多くの場合、①母親が除光液の毒性、従って換気が必要であることを認識しており、換気など必要な予防策をとる、②母親が臭気に耐えられずに換気をするか、子どもと一緒に室外にでる、③乳児が十分に大きければ、大声で泣いたり自力で逃げ出す自律的な行動をとる、などの行動の一つをとることにより、本事例の中毒を予防する可能性は大きい。しかし、本事例の危害が再発する可能性も予想でき、「危害発生の確率(上記 4 要因がすべて重なって危害が発生)」・「危害の大きさ(本例よりも重大なケースもありえる)」も、だれもが一度は乳児であることを考慮すれば、許容できるほど低いとまではいえない。

5.3.2 リスクの低減方策

当研究チームが作成した対策を述べる。対策は、ISO121001;-2 (JIS B9700-1, -2) が示す 3 ステップメソッドに従った。

(1) 本質的な安全 (危険源の除去・隔離)

本事例における危険源は「発生したアセトン蒸気を乳児が吸引したこと」である。この危険源を無くす、もしくはリスクの大きさを許容できるリスクの大きさ以下にすることが本質的な安全である。

対策案 1. 溶剤をアセトンより危害性の低い成分に変更する。

検討 1: 爪からマニキュア（塗料）を除去する機能を満足する可能性がある溶剤の候補として、マニキュアに使用されている酢酸エチルと本事例のアセトンの危害性の比較検討をおこなった。後記する添付資料 4.4.1 に検討結果を示すが、結論は「除光液への適用で、酢酸エチルがアセトンより危害性が低いとは言えない」である。更にペンキ、自動車用ペイント、ラッカー、油絵具などの家庭用品にも危害性のある溶剤が適用されている。それらを勘案しながら今後の検討をすすめる予定である。

検討 2: ジェルを爪に塗って 10 秒程度後に水洗する方法で使用するアセトンを含まないネイルクレンジングクリームが通販で市販されているが、価格は 1260 円/15g でグラム単価が約 40 倍であり、解決とはなりにくい。

(2) 防護による安全

対策案 1. アセトン蒸気の発生を防ぐ(美容院、美容専門学校等で実施している)。

検討 1: 除光液が毒であることを関係する組織および消費者に周知する。

検討 2: 拭き取ったあとの布（以下コットンという、事例ではティッシュペーパー）を蓋つき容器（以下キャニスターという）に入れて必ずフタをして、くずかごに捨てない。キャニスターはネイル専門店から約 800 円で入手可能。

検討 3: ビンから振り出す除光液の量を一定量にするために定量押し出しポンプ付き容器（以下ポンプディスペンサーという）を用いてコットンに振り出す。ポンプディスペンサーはネイル専門店から約 800 円で入手可能。

(3) 使用上の情報

上記の(1)本質的な安全、(2)防護による安全に加えて、更に警告標示、標識、警報、安全マニュアル、などで使用者に周知徹底させる。企業の現場では、教育・訓練を徹底し、行動をチェックし修正することが可能なために(1)本質的な安全、(2)防護による安全の占める役割が大きい。しかし消費者が家庭で使用する場合は、そもそも当該商品が危害を加えるものであることを知らない場合が多く、(1)(2)の改善の結果、高価になったり使い勝手が悪くなったりするために、改善した商品が普及するとはかぎらない。

このため、(3) 使用上の情報（特に毒性の明示）の役割（たとえ高価でも使い勝手が悪くても改善商品を使用することにより危害性を低下できることが使用の動機づけとなる＝安全のための負担は受け入れる）が重要であることが、企業活動と異なる家庭用品使用のポイントの一つであると考えられる。

対策案 1. 商品に危害性と安全対策を表示する

検討1：除光液が有害であることおよび安全対策を明示する。後記する添付資料 5.4.2 に示すように、外国の除光液では、有害(harmful)であることとともに対策、なかでも上記(2)ー検討2 に示す密閉容器の使用が明示されている。また、後記する添付資料 5.4.3 に示すように、他の有害物質を含む日用品（例：塗料、塗料リムーバー、防水・撥水剤、漂白剤、殺菌剤、ガビ除去剤など）では共通の「必ず換気マーク」「吸い込まないマーク」が表示され、使用上または安全上の注意として「吸い込むと有害」「必ず屋外で使用」「換気をよくしてください」「必要に応じて医師の診察を受けること」などが記載されている。この表示はメーカーなど供給側にとっても有益である可能性があるため、実現性があるのではないかと推定する。

検討2：しかるべき方法で消費者教育を実施する。従来多数の機関・組織で消費者教育が実施されているので、それらの機関・組織と協議して方法・教材などを検討することを考える。

(4) 危機管理

実際に危害が発生したときに迅速に対処するために、この中毒がおきる可能性と対策を医療関係者に周知する。乳児傷害の意識障害の鑑別に、除光液など有機溶剤による中毒を入れる必要がある（この項目は Injury Alert より引用）。

5.3.3 技術的検討

上記の各項目及び 5.4 添付資料に記述している。

5.3.4 意見・所見

(1) 企業などの場合、機械安全のリスクマネジメントの結果に従い、リスク低減の方向に設備・手順・留意事項などが改善され、従事者に周知徹底され、毎日の活動のなかでチェックするなど PDCA サイクルをまわすことでリスク低減が達成されている。これに対し、家庭用品のケースではリスク低減の方法を従事者である消費者に周知徹底・チェックすることは困難である。

特にリスク低減した改善商品が、改善により、高価、使い勝手が悪い、多少効能が落ちる、などの場合、消費者がリスクの存在を強く意識し、リスク低減の価値を評価することで改善商品を購入・使用し、リスク低減が期待できる（例：幼児用シャンプーは高価で洗浄力が落ちるが目にしみにないので使用する）。

一般的には、①マスメディアによる問題提起・注意喚起、②多様な消費者教育、③商品の説明書・表示、などがその役割を果たしている。

(2) この事例でも、消費者がリスクを認識する具体的な方策が必要と考えるが、関連する機関・組織と連携してどのように進めるかが今後の検討課題である。

5.3.5 今後への提言

現時点で想定する今後の検討事項（案）を列記する。

- (1) アセトン蒸気濃度の実測により技術的根拠を明確にする。
- (2) 他の溶剤を代替使用する可能性を検討する。
- (3) 使用者側との協議により、①対策の評価と検討、②対策の具体的実施方法の検討、③更なる対策の検討、などを目指す。
- (4) 消費者へのリスクの伝達、特に商品表示について推進方法を検討する。
- (5) タイミングをはかってメーカー、美容院など供給側と協議し、リスクの伝達とリスク低減対策の進展を図る。
- (6) 後記する添付資料 5.4.4 に示す「健康被害病院モニター」が報告されている。この内容およびそれらの事故に対して検討された安全対策について調査・検討する。

この報告書についてご意見を頂き、今後の検討事項の重点化と具体的方法の選択を策定する予定である。

参考文献：内藤裕史 横田規子 監訳 “化学物質毒性ハンドブック第 I 巻” 丸善(1999)

G.Clayton “Patty’s Industrial Hygiene and Toxicology” 第 4 版 USA の翻訳同書の p69～120 にアセトンの歴大な毒性のデータが記述されているが、本報告書では引用していない。

5.4 添付資料

5.4.1 物性値

表 5.1 物性値

		(A)アセトン	(B)酢酸エチル	参考 (C)ラッカー うすめ液
	溶剤 分子量	58.08	88.10	
	用途	除光液	マニキュア	ラッカー
1	管理濃度 ppm *1)	500	200	50~100
2	許容濃度 ppm *2)	200	200	
物性値				
3	沸点 °C	56.5	77	107.9
4	蒸気圧 kPa(20°C)	24.2	10	
5	蒸気密度 (空気=1)	2.0	3.0	
6	水への溶解度	水に易溶	微量(水 8.4%)	
有害性情報				
7	特定標的臓器・全身 毒性 (単回ばく露)	1190,2400mg/m ³ /6h のばく露で鼻、喉、気 管の刺激が報告され ている	400ppm のばく露で ヒトの上部呼吸器刺 激が報告されている	
8	動物への影響 吸 入 ラット LC ₅₀ *3)	50,100mg/m ³ /8h	16,000ppm/6h	
9	労働安全上の法規	いずれも労働安全法有機溶剤中毒予防規則第 2 種有機溶剤 法で定めた作業場には、発生源の密閉化または局所排気装 置を設ける		
10	化粧品種別許可基 準*4)による「配合 できる種別」	アイライナーを除く 全ての化粧品	爪化粧品のみ	

出典：1~7 項は MSDS：(A)と(B)安全衛生情報センター作成、(C)大阪塗料工業(株)作成、

8 項は MSDS：石油化学工業協会

注*1) 作業環境の測定管理濃度、労働安全法 2004.10.1 改正告示

*2) 日本産業衛生学会勧告値(2005 年版)

*3) LC₅₀：半数致死濃度：50%が死亡する濃度、アセトンの例：1m³の室内に 50g
のアセトン蒸気(27°Cで 210=空気中 2vol%)があれば 8 時間後に半数が死亡する。

*4) 化粧品種別許可基準 1994 による。現在は適用されていない。

結論：上記より、除光液への適用で酢酸エチルがアセトンより危害性が低いとは言えない。

5.4.2 除光液の表示例

(1)日本の除光液の表示例

表示例：

- 使用後は必ずキャップをきちんとしめてください。
- 乳幼児の手の届かない所に保管してください。
- 衣類や家具などにつくといたむことがありますのでご注意ください。
- 高温や直射日光のあたる場所を避けて保管してください。
- 中身を他の容器に移し替えないでください(容器が破損する場合があります)。
- 可燃性ですので保管および取り扱いについては十分注意してください。

成分表示例：商品①と商品②

①：アセトン、水、トリオクタノイン、グリセリン、ダイズ油、メトキシケイヒ酸オクチル、BHT、香料、赤225、黄4

②：アセトン、DPG、水、ミリスチン酸イソプロピル、オレンジ油

(2)USAの除光液の表示例：アンダーラインは作成者付記

A) 表示：A professional non-smear(油) polish remover that is especially formulated to be safe and effective on all types of nails. Fast acting and non-oily.

Directions：Moisten cotton with polish remover. Press firmly against nail surface and wipe off color from the cuticle(つけ根) to the nail tip.

Danger：Flammable! Do not use near fire or flame. Harmful if taken internally. Keep out of reach of children.

Caution：use with adequate ventilation. Avoid breathing vapors. If you experience eye watering (医学用語、涙目), headaches or dizziness(ふらつき), increase fresh air or leave area. Close container after each use. If swallowed(飲む), do not induce vomiting(吐く). Call your Poison Center or Physician(医者).

Ingredients： Aceton, Propylen Glycol, Water, Parfum

(3) コメント：USA品にはアンダーラインの部分に

危険：体内に取り込むと有害です。

注意：換気を十分にしてください。蒸気を吸ってはいけません。涙目、頭痛、ふらつきの時は、新鮮な空気に換気するか、室外へ出てください。使用後は密閉容器を使用してください。

の記述あり。日本品にはそのような記述はない。

5.4.3 他の市販家庭用品の該当する項目の表示例

表 5.2 表示例

用途	使用上の注意または安全上の注意	成分	注
スプレー缶			
衣類防水スプレー	「吸い込まないマーク」 「吸い込むと有害・必ず屋外で使用」 「有機溶剤を含んでいて有害なので蒸気を吸わないように注意」	IPA、グリコールエステル	
靴防水スプレー	「吸い込むと有害・必ず屋外で使用」「スプレー噴霧を吸い込むと有害です」「閉め切った場所や車内、浴室など空気の滞留しやすい場所で絶対に使用しないで下さい」	LPG、第四類第一石油類 危険等級Ⅱ	
ラッカースプレー	「警告：有機溶剤中毒の怖れがあります」 「有機溶剤が含まれていますので塗装中、乾燥中ともに換気をよくしてください」		
シールはがしスプレー	「使用中は換気をよくして下さい。目やのどに刺激を感じたり気分が悪くなったらすぐに新鮮な空気の場所に移動し、必要に応じて医師の診察を受けること」	炭化水素、有機溶剤、ブチルアセテート、LPG	
スプレー缶以外			
消臭・除菌クリーナー	「必ず換気マーク」 換気の良いところでお使い下さい	エタノール	
☆洗濯槽カビキラー ☆パイプクリーナー ☆キッチンハイター ☆トイレハイター	「必ず換気マーク」 必ず換気をしてください。  図 5.2	例：次亜塩素酸塩、	
ラッカースプレー用リムーバー	「有機溶剤が含まれていますので長時間溶剤のニオイを嗅ぐと有害ですので換気をよくして使用して下さい」	第2石油類、有機溶剤(主成分アセトン)	

5.4.4 家庭用品吸入事故等の資料

表 5.3 家庭用品吸入事故等の資料

表 6 年度別・家庭用品による吸入事故等の報告件数比較表

		平成18年度		平成19年度		平成20年度	
		件数	構成比%	件数	構成比%	件数	構成比%
性別	男性	302	41.5%	333	39.5%	399	41.0%
	女性	399	54.8%	473	56.2%	543	55.7%
	不明	27	3.7%	36	4.3%	32	3.3%
年齢	0～19歳	339	46.6%	393	46.7%	414	42.5%
	20～59歳	256	35.2%	292	34.7%	382	39.2%
	60歳以上	84	11.5%	96	11.4%	104	10.7%
	不明	49	6.7%	61	7.2%	74	7.6%
原因製品カテゴリー	防虫剤	13	1.8%	22	2.6%	27	2.8%
	殺虫剤	165	22.7%	210	24.9%	221	22.7%
	洗剤・洗浄剤類	205	28.2%	258	30.6%	329	33.8%
	芳香剤類	89	12.2%	91	10.8%	92	9.4%
	乾燥剤類	4	0.5%	7	0.8%	6	0.6%
	溶剤類	4	0.5%	1	0.1%	8	0.8%
	園芸用殺虫・殺菌剤類	52	7.1%	53	6.3%	67	6.9%
	燃料類	33	4.5%	26	3.1%	39	4.0%
	その他	163	22.4%	174	20.7%	181	19.0%
発生場所	家庭内（ベランダ、庭等含む）	610	83.8%	741	88.0%	855	87.8%
	屋内（工場、学校、商店等）	68	9.3%	50	5.9%	81	8.3%
	屋外（畑、公園等）	37	5.1%	41	4.9%	28	2.9%
	不明	13	1.8%	10	1.2%	10	1.0%
摂取経路	吸入（重複を含む）	544	74.7%	634	75.3%	733	75.3%
	眼（重複を含む）	248	34.1%	278	33.0%	308	31.6%
製品形態	スプレー式	301	41.3%	368	43.7%	396	40.7%
	うち エアゾール	164	22.5%	200	23.8%	200	20.5%
	ポンプ式	137	18.8%	168	20.0%	196	20.1%
	液体	200	27.5%	237	28.1%	297	30.5%
	固形	62	8.5%	66	7.8%	87	8.9%
	粉末状	109	15.0%	103	12.2%	104	10.7%
	蒸散型	40	5.5%	52	6.2%	62	6.4%
	その他	7	1.0%	11	1.3%	15	1.5%
	不明	9	1.2%	5	0.6%	13	1.3%
合計		728	100.0%	842	100.0%	974	100.0%

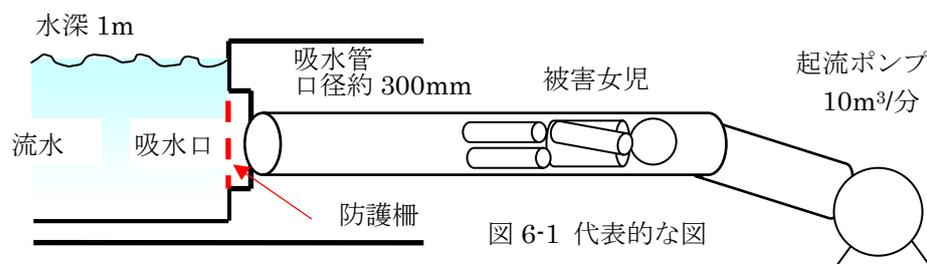
出典：平成20年度 家庭用品等に係わる健康被害病院モニター報告 p43 厚生労働省医薬食品局 審査管理課化学物質安全対策室 平成21年12月25日

6. 流水水泳プールによる吸い込まれ事故

水泳プールには様々なリスクがあるが、本報告は吸い込まれ事故について工学的な分野に絞って調査研究を行ったものである。

6.1 要約

代表的な図



発生日時

2006年7月31日 午後1時40分頃

発生場所

埼玉県ふじみ野市 市営大井プール

事故の概要

市営の流水プールで、小学2年生(7歳)の女児が吸水口に頭から吸い込まれた。吸水口は縦60cm、横120cmの大きさで、2枚のステンレス製防護柵が針金で取り付けられていたが、事故直前に1枚が何らかの原因で外れていた。

女児は吸水口から数m先の直径30cmの吸水配管の中から6時間後に発見されたが、搬送された病院で死亡が確認された。

リスクアセスメント

水中における捕捉の危険源(吸い込まれ)。危害の大きさ:溺死。

リスクの低減策

【本質的安全設計方策】吸い込み管の開口部を分散させる。吸い込み管に身体の一部が密着しても危険な吸い込み圧が発生しない、低コスト・メンテナンスフリーの本質的に安全な方策を提案する。

【安全防護・付加の保護方策】非常停止押しボタンの設置の防護による安全方策も必要。防護柵が外れるとポンプが緊急停止するインターロック回路も有効である。

意見

プールの排水口、吸い込み口に吸い込まれての死亡事故は、1966年以降2006年までに56人である。

事故防止への通知は1979年以降毎年のように行政から出ているが無効であった。事故後に国交省、文科省から出た安全指針においても、排水口の二重構造とその取付ねじ・ボルトの点検の人による管理に依存している。

大きなリスクが残存している吸排水管には本報告に示す本質的安全対策が必要である。

6.2 事実

6.2.1 事例の概要²⁾

(1) 発生日時

2006年7月31日 午後1時40分頃

(2) 発生場所

埼玉県ふじみ野市 市営大井プール

(3) 事故の概要

市営の流水プール(図6-10)で、小学2年生(7歳)の女儿が吸水口に頭から吸い込まれて死亡した。

吸水口は縦60cm、横120cmの大きさで、2枚のステンレス製防護柵が針金で取り付けられていた(図6-11)が、事故直前に1枚が何らかの原因で外れ、監視員が注意を呼び掛けていた。女儿は吸水口から数m先の直径約300mmの吸水配管の中から6時間後に発見されたが、搬送された病院で死亡が確認された。

6.2.2 事例の経過²⁾

(1) 夏休みの7月31日、ふじみ野市の市営大井プールは、プール管理委託を孫受けしていたビル管理会社の社員である現場責任者と13人のアルバイトの監視員の監視のなか、営業していた。

(2) 午後1時30分頃、小学3年生の男児が、防護柵の1枚が外れているのを水中で発見。近くの監視台にいた監視員に防護柵を渡した。監視員は蓋を監視台に立て掛け、事務室に連絡、現場責任者が別の監視員と現場に向かった。現場責任者は、吸水口に近づかないように遊泳客に呼びかけることを監視員に指示し、修理道具を取りに戻った。

(3) 午後1時40分頃、母親と2人の兄と同級生でプールに遊びにきていた所沢市在住の小学2年生の女儿が吸水口に近づいたのに気が付いた監視員が警告したが、女儿は頭から吸水口に吸込まれてしまった。

(4) 午後1時50分頃、「女儿が吸水口に挟まれている」との市営大井プールからの通報を受けた消防隊員らは現場に急行したが女儿はすでに吸水管内に吸い込まれていた。プールの水を抜き、重機を使って吸水管を掘り出した。女儿は吸水口から数m先の配管湾曲部で見つかり、事故発生から約6時間後に病院へ搬送されたが死亡が確認された。

(5) 死因は、頭蓋底骨折、脳幹損傷等による脳幹損傷であった³⁾。

6.2.3 当時の対策

- (1) ふじみ野市長は管理責任を認め、各施設に安全確認の徹底を指示し、市営プールの使用を中止した。
- (2) 埼玉県は、県内のプール管理の実態調査を行った。吸排水口の点検基準がない施設は 42%、吸排水口の防護柵が外れた場合の緊急時対応マニュアルがない施設は 71%という調査結果であったので、埼玉県は 8 月 24 日すべてのプール開設者に「学校プールの安全管理指針～排（環）水口による吸い込み事故防止のために～」を発行した。
- (3) 厚生労働省は 8 月 1 日、都道府県や政令市などに対し、事故の再発防止のため、遊泳用プールの吸い込み事故の防止策などを定めた施設基準（2001 年策定）の徹底を求める通知を出した。
- (4) 文部科学省は 8 月 1 日、各都道府県の教育委員会に、学校や公営施設のプールの安全点検実施と結果の報告を求めた。その結果、学校や公営施設のプール延べ 1901 ヶ所で吸排水口に安全対策の不備がみつき、8 月 8 日に文部科学省は、それらのプールは使用を中止するか応急措置をとるよう通知した。
- (5) ふじみ野市は、9 月 29 日に、ふじみ野市事故調査報告書²⁾を発行した。
<http://www.city.fujimino.saitama.jp/profile/policy/jikocho.html>
- (6) ふじみ野市は、市営大井プールの使用中止を継続した。

6.2.4 その後の対策

- (1) 国土交通省、文部科学省、厚生労働省、経済産業省で連絡調整会を立ち上げ、2007 年 3 月 29 日に「プールの安全標準指針」⁴⁾を公表した。
- (2) 文部科学省は毎年 5 月頃に学校プールに関する通知を発行している。
- (3) ふじみ野市は平成 21 年 8 月に事故に関する再調査報告書をまとめた。職員の資質やコミュニケーション不足などの問題点を挙げたが、事故原因については、ほとんどが判決や事故調査委の報告書などの抜粋であるという⁵⁾。
- (4) ふじみ野市は大井プールを平成 22 年度に解体する予定である。事故の救助活動等で施設が破損した上、老朽化が進んで改修の費用がとてつもないと説明されている⁵⁾。

6.2.5 司法による判断

業務上過失致死罪に問われた、元同市体育課長に禁固 1 年 6 月、執行猶予 3 年を、元同課管理係長に禁固 1 年、執行猶予 3 年をさいたま地裁は 2008 年 5 月言い渡し、控訴、上告を経て確定した。当初起訴猶予とされた下請け業者 2 人は 2009 年 3 月略式起訴され罰金刑を受けた⁵⁾。

6.3 見解

6.3.1 リスクアセスメント

水泳プールでは、プール内の水の水質を維持するために、水を循環ろ過し、塩素あるいは水道用次亜塩素酸ナトリウムで消毒する。この運転のため、吸水設備、ポンプ、循環ろ過設備、消毒設備、送水設備を持つ。この循環を行なうために、プール内に1箇所又は複数個所の吸込み口を備える。このうち、吸込み口はプール洗浄等の際し、排水口と兼ねることもある。水の循環のためのポンプ設備は、1日にプールの水を4回から6回循環できる容量が必要である。ふじみ野市大井プールに適用される埼玉県プール維持管理指導要綱（昭和49年6月11日）では6回循環を定めている。

この運転には、吸い込まれ、吸い付きに関し次のリスクを伴っている。

- (1) 循環、或いは排水の目的で、吸込み口より、循環水管（排水管）に水を流すと管内は水流の速度に対応した吸入圧が発生する。
- (2) この吸込み口に発生した吸入圧により、人間をはじめとする、物体が吸込み口に吸い寄せられる。
- (3) 吸込み口に物体が近寄ると水の流れが阻害されてさらに水の流速が上がり、吸入圧も大きくなり、吸引力は強くなる。吸込み口の50cm位の距離から流速の自乗に逆比例する形で急速に増大する。

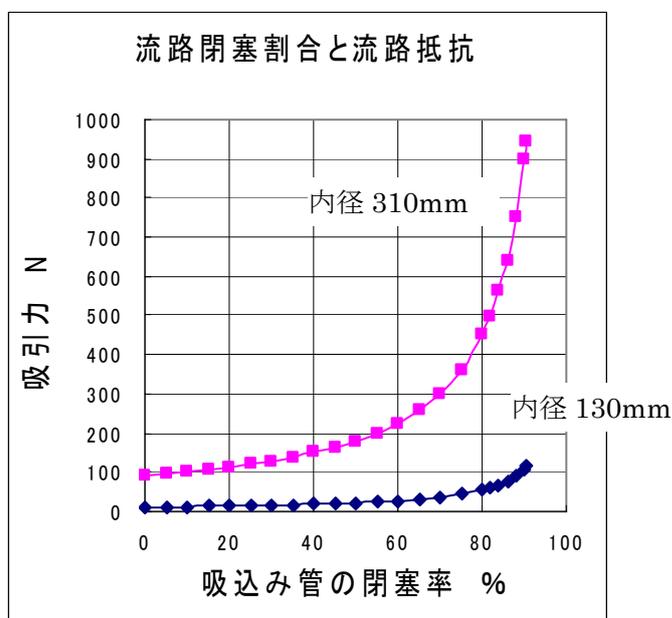


図 6-2 排水口の吸引力

- (4) 吸込み口の一部が人体によって閉塞状態となれば、吸入圧が増加し、配管口径が大きくなれば、例えば内径310mmでは800N（図6-2）にも達する。人は吸い付かれた状態になり人は捕捉される。

- (5) 吸い込みあるいは吸い付かれた状態に捕捉された人の自力脱出は非常に難しい。救助は困難で、ポンプの非常停止が必要である。または排水弁が備わっているときには排水弁の閉止である。
- (6) 防護柵の存在が遊泳者の安全確保に必要であるが、防護柵は十分な強度と耐久性を持たなければならない。防護柵の取り付けねじ・ボルトを定期的に点検することは人の点検作業に依存している。

注) 防護柵の取付は、設計図面 (図 6-12) では保護柵 1 枚当たり 4 本のタッピングビス (サイズ不詳、M4 あるいは M6 と図面の縮尺より推定) である。タッピングビスは、10 回程度の着脱でネジ山が低くなる、あるいは水流による振動で緩んで抜け落ちる可能性が高い。抜け落ちたタッピングビスが紛失し、そのためにふじみ野市大井プールでは針金で固定するようにしたとも推測できる。このような重要な箇所にタッピングビスを使用する設計であったこと自体が誤りである。(図 6-13: タッピングネジ参照)

遊泳プールのうち流水プールは、水路が楕円形で水全体がポンプの力でゆっくり川のように流れている。このポンプを起流ポンプと呼ぶ。起流ポンプの容量は消毒用循環ポンプより格段に大きい。ふじみ野市大井プール流水プールでは、埼玉県プール維持管理指導要綱によれば、循環・ろ過・消毒用のみであれば毎分 2.3m^3 のポンプ容量と見積もられるが、流れを起こすための備え付けられている起流ポンプは 1 台毎分 10m^3 、3 台の合計容量は毎分 30m^3 である。したがって流水プールでは、次のようなリスクが加わる。

- (7) 水量が大きいので、吸い込み口から離れたところでも吸水管に向かう水流が発生し、吸水口に人体が吸い寄せられる。
- (8) 吸水管の口径が大きい (ふじみ野市大井プールでは口径約 300mm) ので、人体全体が吸水管に吸い込まれる。

このリスクによる危害の大きさは、吸い付かれる、あるいは吸い込まれると水面下数十 cm に人が捕捉され、呼吸が出来なくなり、溺死という死亡事故となる。発見救出がはやければ一命を取り留める。溺死の他に、ふじみ野市の事故の場合は流速が大きいので吸い込まれて頭部をぶつけて死亡する³⁾痛ましい事故であった。

6.3.2 リスクの低減方策

事故が発生したふじみ野市大井プールは、事故後直ちに使用が中止され、その後も安全対策やプールの補修工事もされていない。2010 年度には解体される予定である。従って実施されたリスクの低減方策は無いので、ふじみ野市が作成した事故調査報告書をもとに、当研究チームが作成した対策を述べる。なお対策は、ISO12100-1, -2 (JIS B9700-1, -2) が示す 3 ステップメソッドに従った。

ステップ 1：本質的安全設計方策

(1) 本質的な安全

本事例における危険源は「吸い込まれ」によって吸水管に「捕捉される危険源」である。この危険源を無くす、もしくはリスクの大きさを許容できるリスクの大きさ以下にすることが本質的な安全である。

口径約 300mm の吸排水管の入り口で捕捉され 80%の閉塞の場合の吸い込み力は約 430Nにも達するので一旦捕捉されると大人でも脱出は出来ない(図 6-2)。吸い込み力を子どもの力でも脱出できるまでに低下させる方法を(図 6-7, 6-8, 6-9)に示す。

1本の吸い込み管に接続するプール側の吸い込み口を多数個数設置し、隣り合う2個の吸い込み口の間隔を適切に(例えば人体寸法 1.5 倍以上)離隔して設ける。1個の吸い込み口が完全閉鎖されても、他方の吸い込み口の吸い込み力は安全性を欠くほど大きくなる。例えば吸入口が4箇所あれば仮に1箇所を人体が塞いでも閉塞率は25%となり、図 6-2 で示すように閉塞が無いときとあまり変わらない。新設プールには、必ずこの多数の吸い込み口設備を設けることを推奨する。

既設のプールで吸い込み口増設工事が困難であれば、吸い込み口直前に分割板または分割管を設置して、同等に近い効果を得ることができる。(図・・・)また、1本の吸水管/排水管に接続する吸水口/排水口に、2個以上、多数個の吸い込み口を設置することが望ましい。

ステップ 2：安全防護、付加の保護方策

(2) 防護による安全

防護柵を設置する方法である。防護柵はボルト・ナットで固定する。防護柵は吸い込み口のプール側に吸い込み柵を設け、その前方のプール側に設ける鉄格子、穴あき鉄板、金網状などである。吸い込み口から離隔して吸い込み力の影響を受けにくい位置で、吸い込み口よりも大きい流水断面積をとることにより、防護柵に接近した人などに及ぼす吸い込み力を低減できる。さらに吸い込み力により、または故意、過失などによる吸い込み口への人間の接近を、物理

的に妨げることにより、吸いこまれ事故の発生を防止して、安全性を向上する設備である。

本事例にて明かにされたように、正規のボルトが使用されない事もあるし、ボルトの締め忘れもあり得るので、起流ポンプ等特別に大きなリスクを保有する設備の場合は、ボルトでステンレス製防護柵をきちんと締めないとポンプが運転出来ないようにインターロック回路を組み込む事が望ましい。

(3) 停止による安全

非常停止押しボタンを、すくなくとも、3箇所吸水口付近のプールサイドに設置し起流ポンプの非常停止を可能にする。

(4) 起流ポンプの始動スイッチ

ポンプの始動/停止はポンプから行っているが、起流ポンプ始動時の目視による安全確認が不十分なので、プール全体が見える場所から始動できるようにするのが望ましい。

ステップ3：使用上の情報

(5) 使用上の情報によりプール監視員等を教育する

管理マニュアルの整備、安全管理に携わる全ての従事者への周知徹底、排（環）水口の具体的な点検内容を明記、日常点検の配慮事項および監視員の事故原因や防止策・対応方法についての教育について明記、緊急時への具体的対応方法の明示、利用者に排（環）水口の位置など危険箇所の表示、プール利用上の注意・禁止事項、毎日点検結果等の表示が望ましい。

6.3.4

(1) 流速の計算

壁面に直径Dの吸込み口があり、壁面から距離b離して子ども（計算は直径dの円板モデルで模擬）が近づいたときに、子どもが流れから受ける力および、子どもの身体が吸込み口の一部または全てを塞いだ場合に子どもが流れから受ける力を求める。

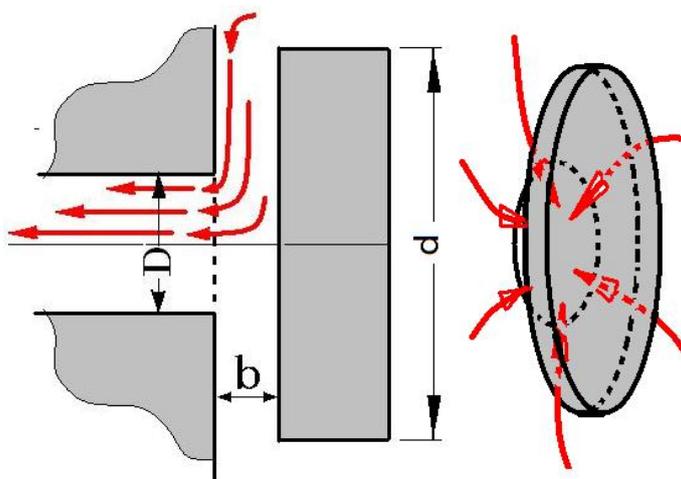


図 6-3 吸水管閉塞模擬図

①部分的閉塞状態での流路抵抗の大きさは次式にて求める。h を損失抵抗とする

$$h = \lambda \cdot (v^2 / 2g)$$

ここで、流速は、吸込み口と子どもの身体の間隙を流れる水の平均速度とし、ノズル係数： $\lambda = 0.5$ とする。

②吸込み口と子どもの身体に距離がある場合には、①と同じ式にて求める。

ただし、流入隙間の面積の大きさは、「壁の吸込み口の直径Dの円形と子ども模擬の直径dの円板を底面とする円錐台の側面の面積」と「両方の円板の大きいほうの円を底面とし、高さbの円筒の側面の面積」のいずれか小さいほうの面積を当てる。

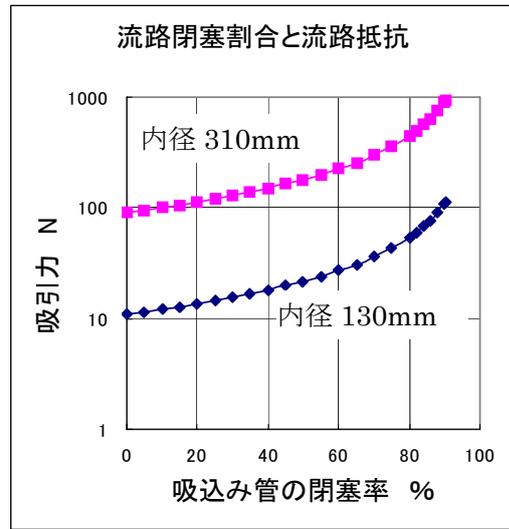
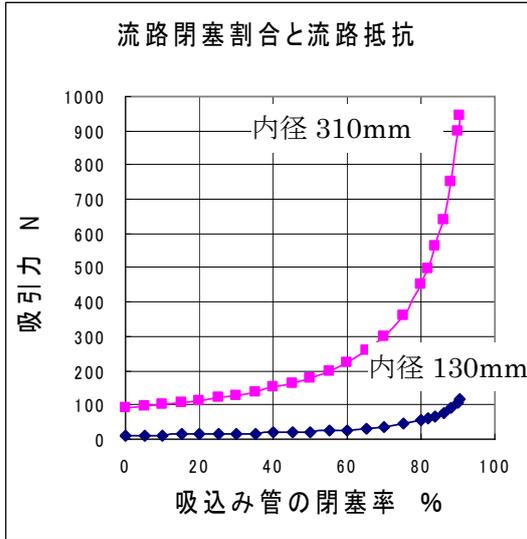
③流れにより子どもに作用する力は、損失抵抗（圧力の強さ）と作用面積の積とする

(2) 吸込み圧の試算

一般のプールの循環流量は、 $25\text{m} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 250\text{m}^3$ の容量のプール水を1日で6回循環出来るとすれば、 $250 \times 6 / 24 / 60 = 1.0\text{m}^3/\text{min}$ 程度である。

吸込み口径 134mm で流量 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ の場合と、吸込み口径 311mm で流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ （ふじみ野市の流水プール）の2通りの場合について、部分的な吸込み口閉塞の状態における吸込み圧の試算結果を図 6-4 に示す。90%の閉塞では1000Nの力が発生する。

吸い込み配管が分岐していて、閉塞されての他の吸込み口が残る場合は、2本の場合は50%、3本の場合は33%が最大閉塞率と考えればよい。グラフより、1本の90%閉塞に比べて2本の場合は、吸引力は1/10以下に低減する。



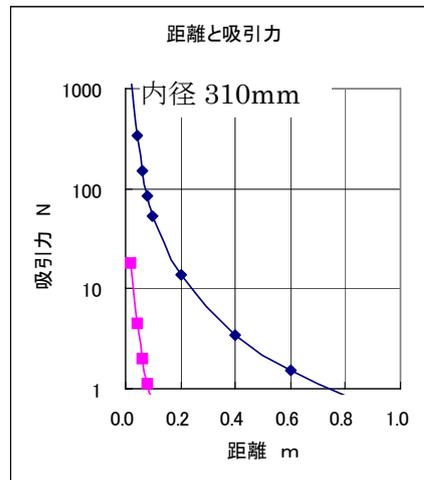
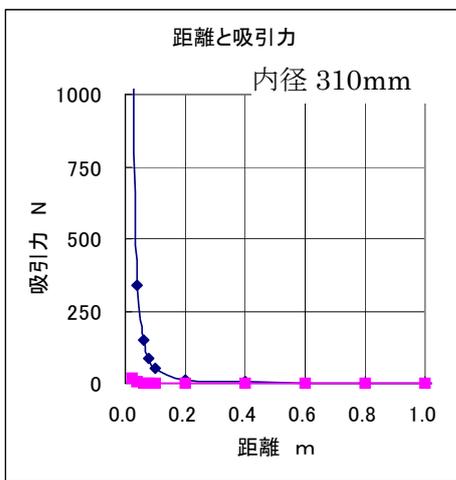
(a) 吸引力をリニアでスケールした図

(b) 吸引力を対数でスケールした図

図 6-4 流量閉塞割合と流路抵抗の関係図

(3) 接近時の流れの力の試算

一般のプールの場合とふじみ野市の流水プールの両方について試算結果を図 6-5 に示す。



(a) 吸引力をリニアでスケールした図

(b) 吸引力を対数でスケールした図

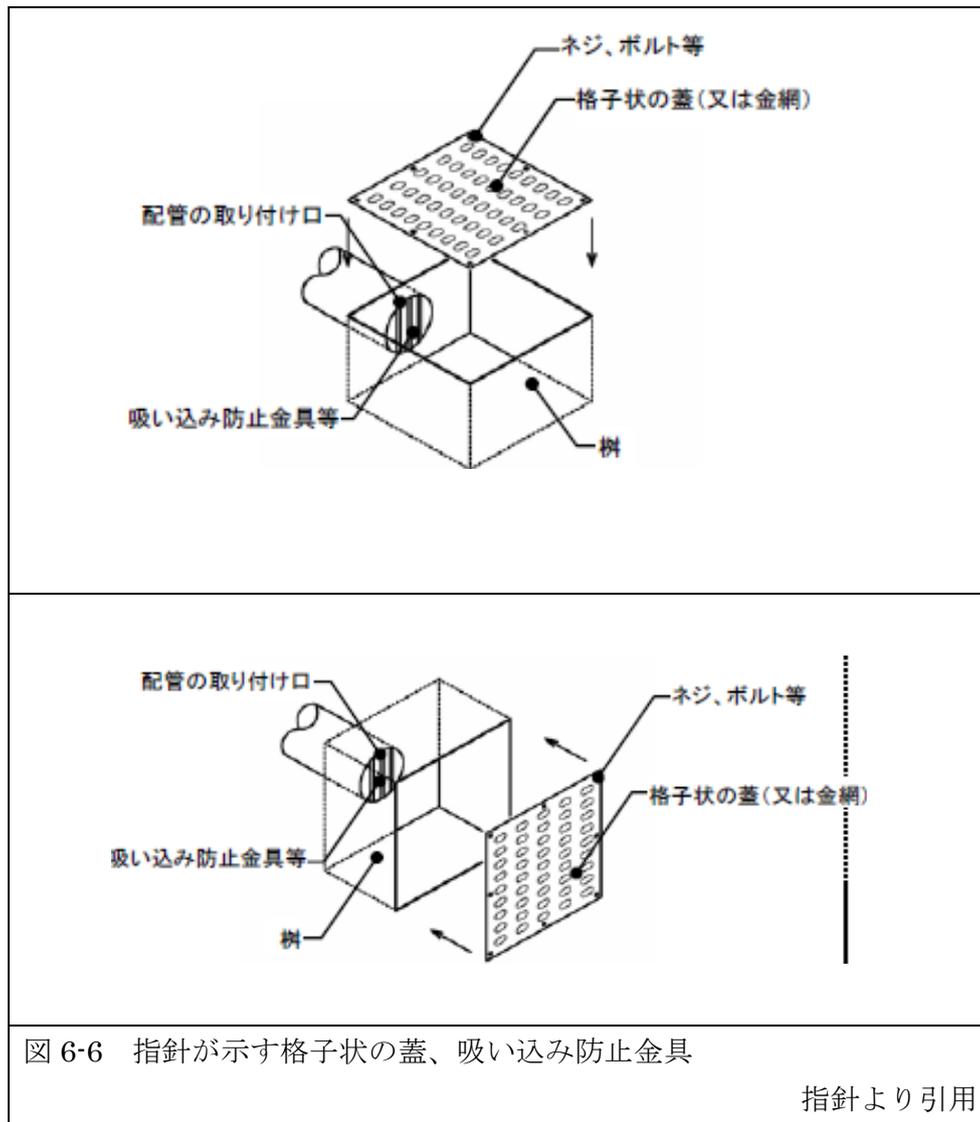
図 6-5 吸水管入り口からの距離と吸引力の関係図

ふじみ野市の流水プールの場合では、吸込み口から 20cm 離れた金網の付近では 14N 程度の力が働き、10cm 付近から急に増加し、吸込み口から 5cm 離れた位置では 200N の力が働く。

(4) プールの安全標準指針

当研究チームでの検討結果をもとに文部科学省と国土交通省の「プールの安全標準指針⁴⁾」(以下「指針」という。)を見てみると以下のことがいえる。

- 1) 指針では幅広い対策が列挙されているが、その優先順位が明確ではない。優先順位は、ISO12100 が示す、本質的な安全方策、防護による安全方策、付加の保護方策、使用上の情報にしたがって以下の優先順序ですすめるよう示されるべきと考える。なお指針は図 6-6 の構成を想定している。



- ・本質的安全設計方策である「複数の吸水口の設置」を最優先とすべきである。既存プールにも適用出来る多数の吸水口と同等の効力がある方策を前述した。

なお、指針 2-2 排(環)水口の解説は、例外規定として「ただし、排(環)水

口が多数あり、かつ1つの排(環)水口にかかる吸水圧が弱く、1つを利用者の身体で塞いだとしても、吸い込みや吸い付きを起こさないこと(幼児であっても確実かつ容易に離れることができること)が明らかである施設等、構造上吸い込み・吸い付き事故発生の危険性がない施設は必ずしも二重構造の安全対策を施す必要はない。」としているが、指針適用の例外ではなく、この方策を主たる方策として新設、既存を問わず求めるべきである。

- ・これができない場合に、安全防護である「二重構造の安全対策」すなわち指針がいう排(環)水口の蓋(本報告書の防護柵に相当)と吸水配管の取付口に吸い込み防止金具を設置する。

また取付は、耐久性のあるネジ(ボルト・ナット)などで固定すると明解にすべきである。ふじみ野市大井プールでは、多数回の脱着には耐えられないタッピングネジが使用(設計図面により推定)され、タッピングネジの脱落が防護柵を針金で止めることにつながったとも推察出来るからである。

当面このような対策を実施したとしても、出来るだけ早期に本質的安全設計方策を実施することが望ましい。

- ・付加の保護方策として「緊急停止ボタンの設置」等を実施することとすべきである。一旦吸い付けられると、子ども、成人を問わず自力での脱出は困難で、ポンプを寸秒を争って停止させることが救助策である。
- ・さらに残留リスクを「使用上の情報」として、プール業務の全従事者の教育・訓練および定期・日常の点検のために、さらにプール利用者への情報提供を行う必要がある。

2) 指針の内容が抽象的あるいは定性的である。

- ・指針の目的が技術的助言であるのでやむをえない面もあるが、実際のプールの現場において、危険性の有無、対策の必要性が容易には判断できない。
- ・子どもの安全研究グループの今後の目標として、専門的知識のない現場の管理者でもポンプの容量や吸水桝の大きさ等がわかれば、危険性や対策の必要性の目安がわかるような方策を検討すべきと考える。

3) ヒューマンエラーの要因について考慮すべきである。

- ・たとえば、吸水口の異常を察知した場合はポンプを停止することとされているが、ここでヒューマンエラーが起きると致命的な事故を招く恐れがある。人による監視は、30分を経過すると急に注意力が続かなくなり異常を発見できなくなるエラーの生理的メカニズム(ビジランス効果)は良く知られている。
- ・インターロックシステムによる異常時のポンプの自動停止など、人の判断や行動だけに頼らない方策を、子どもの安全研究グループとしても検討していくべきである。

(5) 吸い込み防止板の形状の検討

吸入口のます(柵)内にある循環ポンプ、起流ポンプの吸い込み配管取付口(図6-7)に吸い込み防止板を設置すると、吸い込みリスクを低減出来る。

ポンプに接続しない排水口の排水柵にも同等の吸い込み防止板を設置することが望ましい。

No.	図	説明
1		<p>左図は、プール底面に上向きに開口する吸い込み柵の垂直面側壁に水平方向の吸い込み管の吸い込み口を接続する場合の例を示す。十文字状に構成した吸い込み板を吸い込み柵に挿入設置することにより、吸い込み流れが4分割されて、吸い込み口を4個に多数化した場合に類似の吸い込まれリスク低減効果が得られ、防護柵(穴あき蓋)の効果とあわせてさらにリスクを低減できる。</p>
2		<p>左図は、プール側面に横向きに開口する吸い込み柵の垂直面側壁に水平方向の吸い込み管吸い込み口を接続する場合の例である。X字状に構成した吸い込み板を吸い込み柵に挿入設置することにより、吸い込み流れが4分割されて、吸い込み口を4個に複数化した場合に類似の吸い込まれリスク低減効果が得られ、穴あき蓋の効果とあわせてさらにリスクを低減できる。</p>

図 6-7 既存プールの吸水(排水)柵内に設置する吸い込み防止板の概念図

図 6-7 に示す十文字、X 字形の吸い込み防止金具は、ステンレス板、塩ビ板などで容易に製作でき、また吸い込み枡への設置は、単に挿入するだけで機能するので必ずしも固定する必要はないなどの特徴がある。

図 6-8 の図は、プール底面に細長く上向きに開口する溝状の排水口に吸い込まれるリスクを低減する例を示す。この溝状の排水口には長手方向に分割した穴あき蓋が取り付けられているが、吸い込み口に最も近い穴あき蓋 1 枚を故意に取り外した場合には、その蓋のない部分は単一の吸い込み口となる。この蓋のない部分で吸い込まれ事故が発生した事例が多数ある。この種のリスクを低減するために、溝内に長さを異にする複数のパイプを横たえて設置する。長さを異にするパイプを設置することにより、吸い込み口を複数にしたのに類似する吸い込まれリスク低減効果が得られる。すなわち、仮に吸い込み口に最も近い穴あき蓋 1 枚を故意に取り外した場合でも、設置したパイプを通じて流水があるので、吸い込み口を複数設置したのとほぼ同等のリスク軽減を期待することが出来る。

設置するパイプは腐食せず、軽量で安価な塩ビ管、または、排水用の穴あき塩ビ管が適している。設置するパイプと吸い込み口との間は、吸い込まれ事故が発生しないように密着させるだけでよく、水密構造にする必要はない。

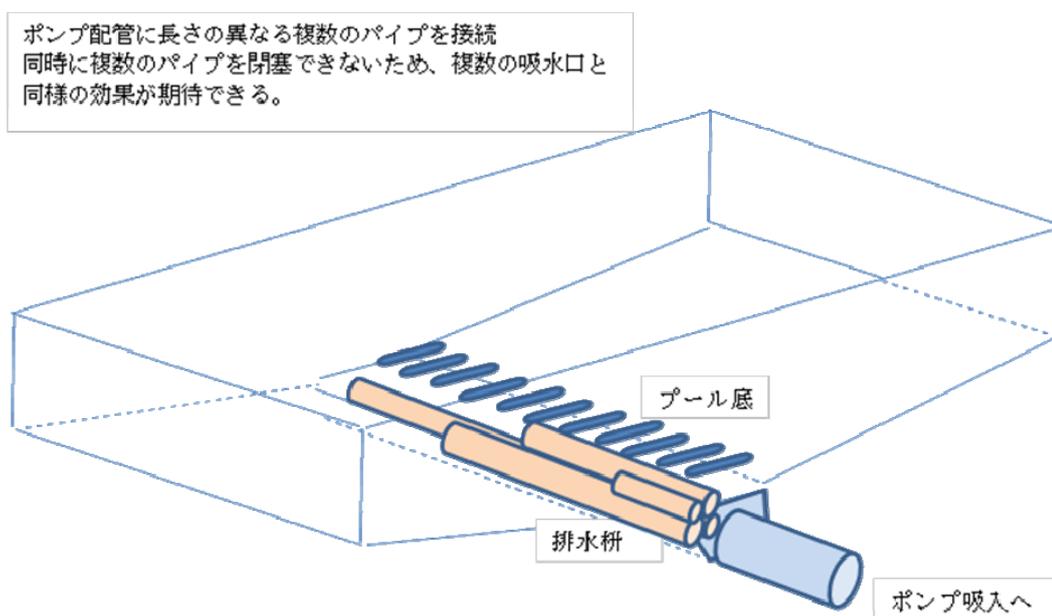


図 6-8 プールの底に排水溝があり、グレーチング等でカバーしてある既存プールに本質的安全設計方策を実施する概要図

複数のパイプに代えて1本の有孔管を接続する方法も、すべての小孔を同時に塞ぐことはできないため、有効と考えられる。さらに、十分な長さの有孔管を使用することにより、吸い込み口の総断面積が大きくなり吸い込み圧の低減も期待できる。有孔管孔の総面積は、吸水管の断面積の4倍以上必要である。その概要図を図6-9に示す。

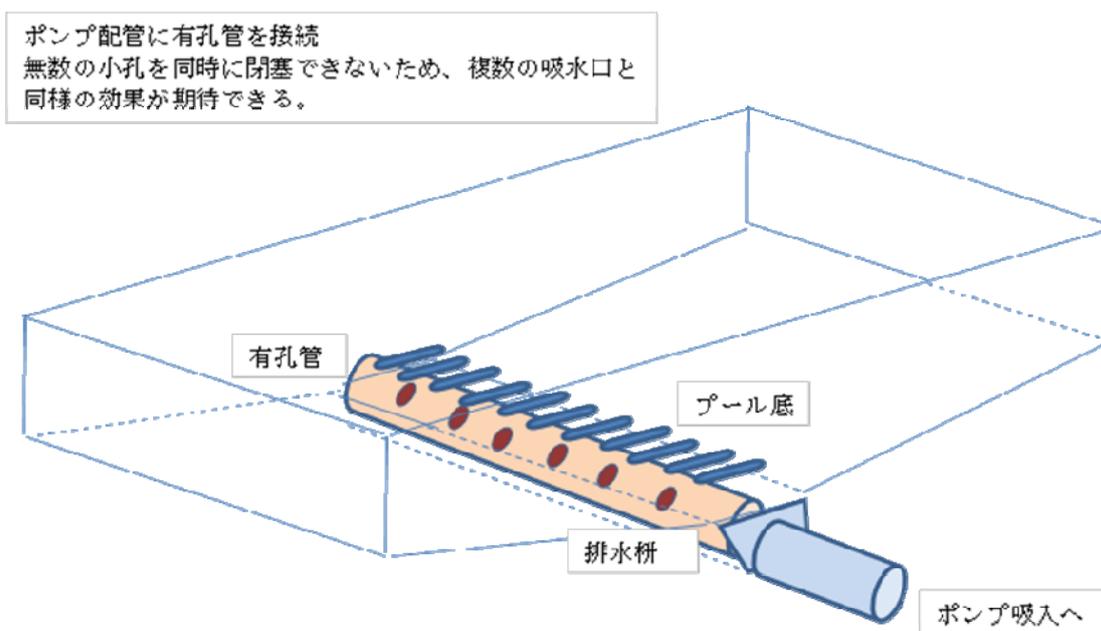


図6-9 有孔管を使用して図6-8と同様な効果を得ようとする例図

6.4 意見・所見

意見・所見

(1) ふじみ野市大井プールの設計上の問題点

- 1) 防護柵と吸込み口間の距離は 200mm である。我々の検討では、防護柵の外側を遊泳する限りでは、吸込み圧は自力で脱出出来ないほど大きくはない。しかし防護柵の内側、例えば吸込み口から 5cm の距離では捕捉され脱出できなくなる恐れが十分ある。したがって防護柵がいかなる故障・不具合がなく存在することが安全に遊泳できる重要な条件である。
- 2) 今回のふじみ野市大井プールで行われたタッピングビスを使用して防護柵を固定する設計は極めて不適切である。プールの清掃時等に取り外すことを毎年何回かは実施するのでタッピングビスの緩みが懸念される。また、プール水の流れに垂直に丸棒などの障害物があれば、障害物の下流側にカルマン渦が発生する。この渦による微細な振動がタッピングビスの緩みを誘発する一つの原因であったと考えている。

(2) 本検討の要点

- 1) ポンプ運転では、吸引力が発生することは避け得ない。この吸引力が子どもでも自力で脱出できる範囲であれば本質的な安全が維持されていると考える。この吸引力として 50N より小さい事 と仮定したが、この値については実験等で確認の必要がある。
- 2) 保護柵の取り付け確認用インターロック用検出に用いることのできる安全コンポーネントに関してまだ成案を得ていない。今後の検討が必要である。
- 3) 本提案は今後新設されるプールについて全てに適用するべきと考える。すでに使用中のプールについても最終的には本案に沿った改造がされるべきと考える。

6.5 今後への提言

- (1) プールの安全は人間の生命に直結していることを重視し、工学的視点から安全を検証するべきものである。プールの設置に関しては然るべき行政機関の認可事項とし、然るべき資格者による審査を行なうよう提言する。
- (2) 本提言を基に「プール安全標準指針」を補足、改定し、周知徹底を図るべきである。

参考文献

- (1) "[特集] 全国のプール施設の安全を守るために～「プールの安全標準指針」を策定," 月間体育施設, vol. 2007, 5.月間体育施設、2007年
- (2) ふじみ野市大井プール事故調査委員会, "ふじみ野市大井プール事故調査報告書, 平成18年9月" 2006.
- (3) さいたま地裁判決、平成19(わ)779
- (4) 文部科学省および国土交通省, "プールの安全標準指針 平成19年3月," 文部科学省および国土交通省, Eds., 2007.
- (5) 市営プール事故で小2女児死亡(埼玉県ふじみ野市) 市長交代で再検証へ, 東京新聞 WEB版、2010年1月12日
- (6) 埼玉県プール維持管理指導要綱(昭和49年6月11日)

6.6 添付資料

6.6.1 (1) 大井プール平面図

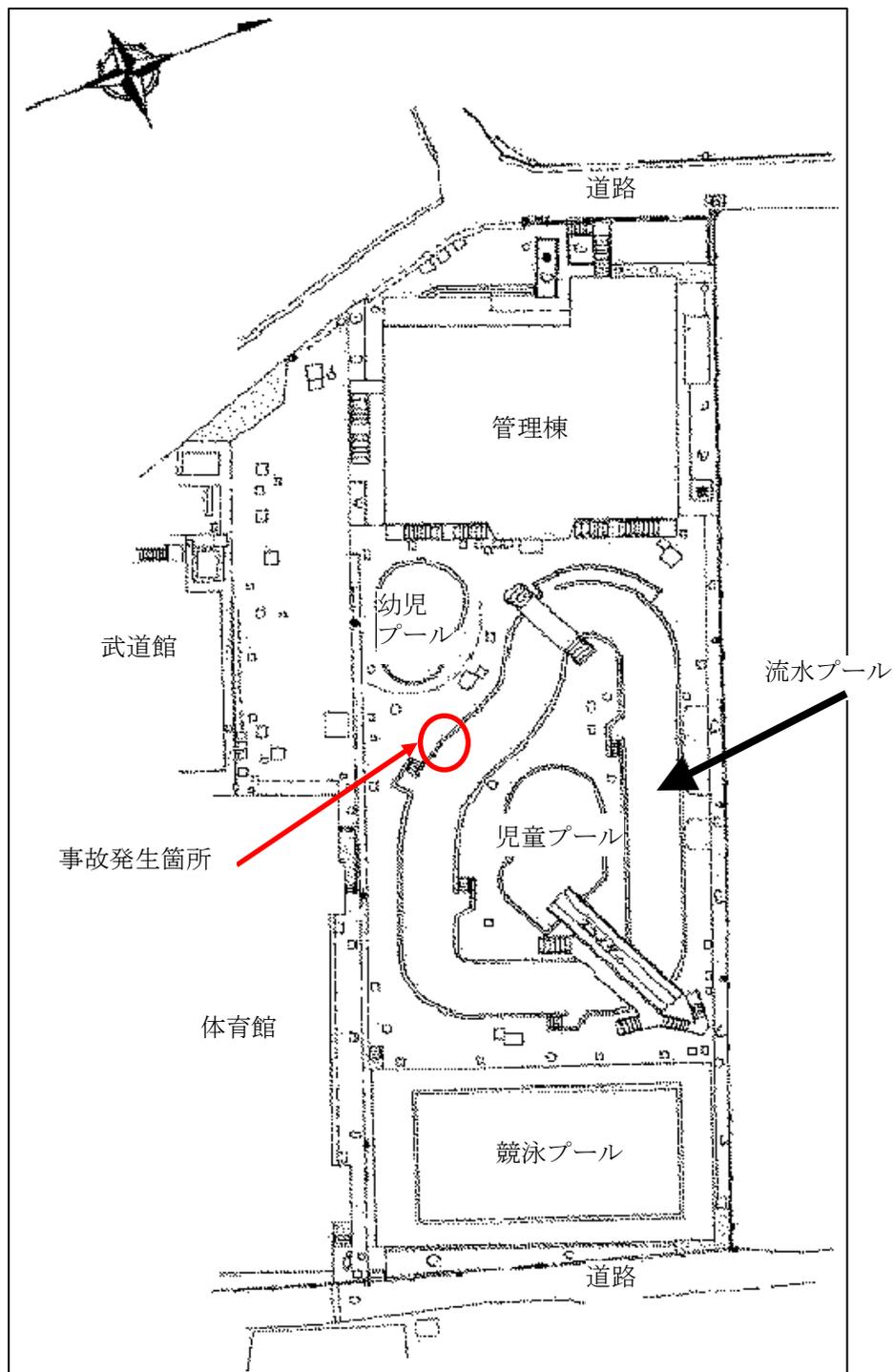
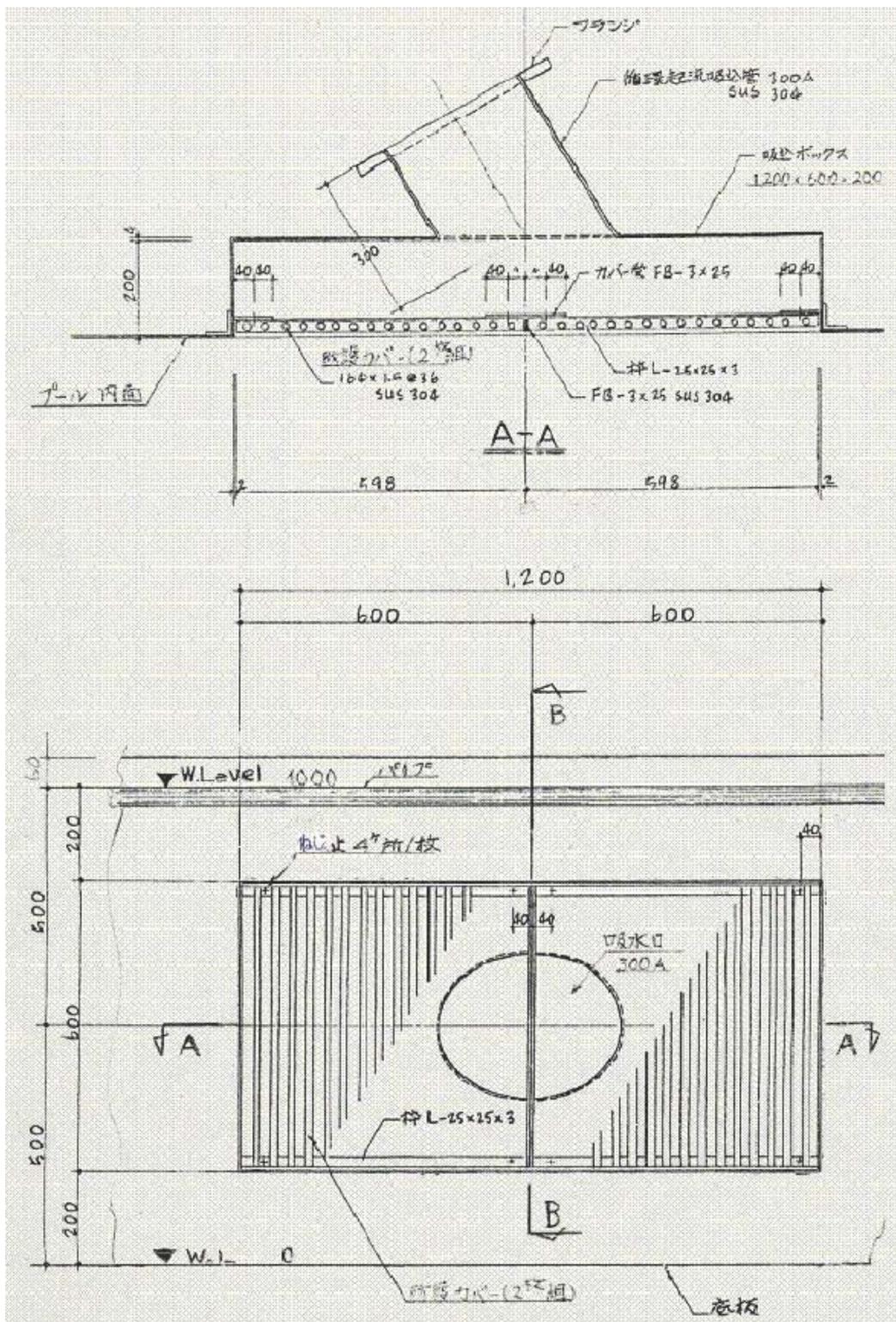


図 6-10 施設配置図

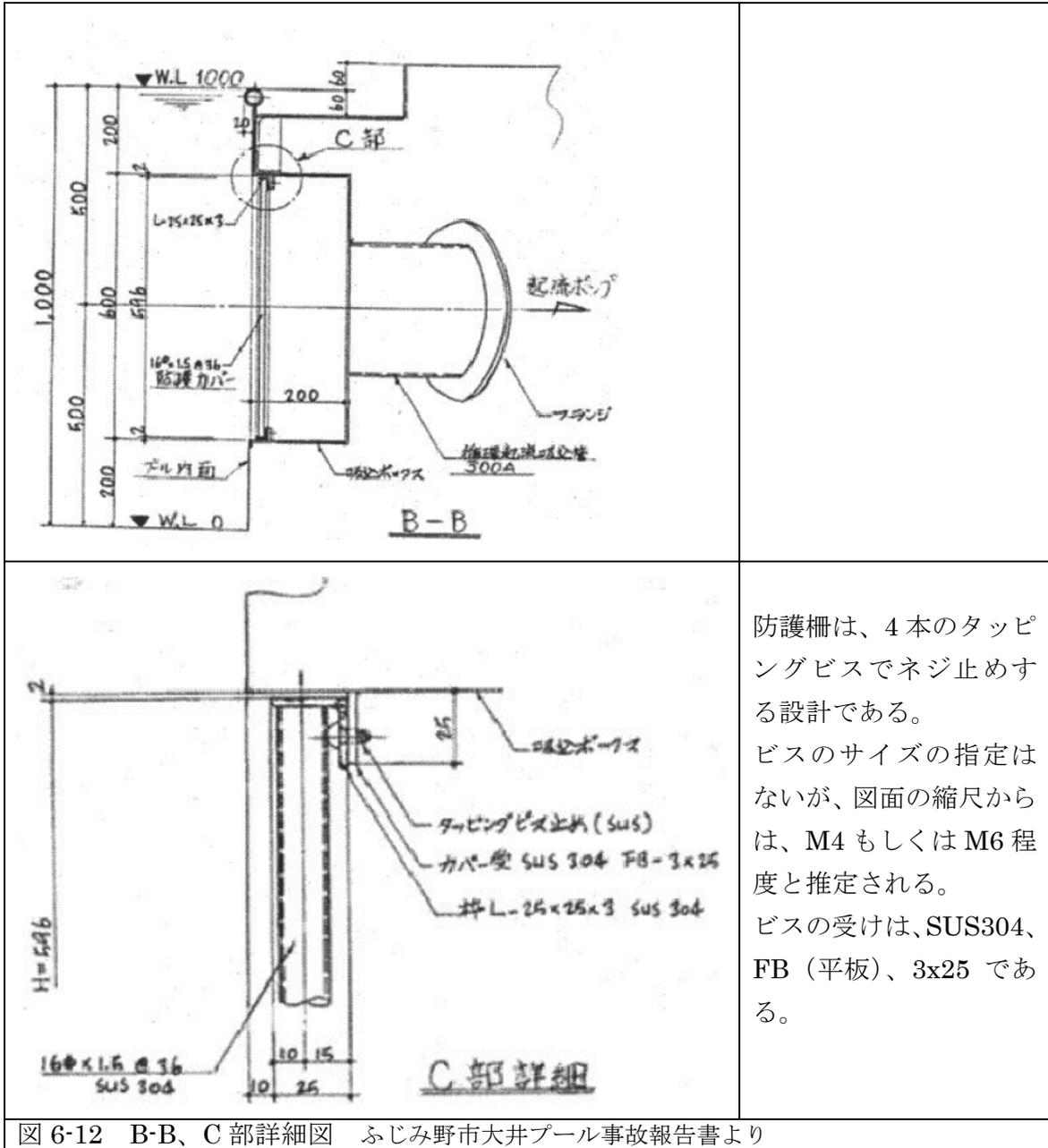
ふじみ野市大井プール事故報告書より

6.6.1 (2) 大井プール、吸水管



ふじみ野市大井プール事故報告書より

図 6-11 吸水管正面図（下図）と断面図（上図）



防護柵は、4本のタッピングビスでネジ止めする設計である。
 ビスのサイズの指定はないが、図面の縮尺からは、M4もしくはM6程度と推定される。
 ビスの受けは、SUS304、FB（平板）、3x25である。

図 6-12 B-B、C部詳細図 ふじみ野市大井プール事故報告書より

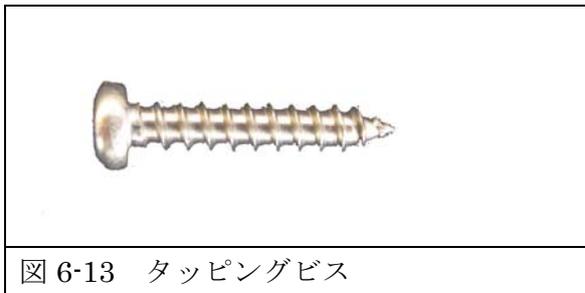


図 6-13 タッピングビス

7. 意見

1. ここに採り上げた5つの事例は、いずれも事故を引き起こすべき明確な工学的理由がある。そのうち4例については設計段階での安全方策の不足が推定される。ふじみ野市大井流水プール事故においては施設管理者が刑事罰を受けたが、設計事業者にはそのような責任は問われなかった。このように製品安全において重要な設計段階でのリスクの認識の不足について十分指摘されているとは言い難い事例がある。
2. 事故のあととられた改良方策は再発防止に寄与するものである。しかし、全体として人の注意を喚起し、人の注意によって事故を防止しようとする側面が強いようである。だが人の注意に頼ることはいずれ同類の事故を引き起こすこととなるであろう。
3. リスクアセスメントを行って当該危険源のリスクを評価し、大きなリスクに対しては原則として本質的安全設計方策を充当し、リスクが小さければ使用上の情報提供に基づく人の注意に頼るという原則があくまでも守られるべきである。
4. 事故の後に出了された報告書類においても必ずしも十分なリスク評価がなされているといえないものもある。ふじみ野市の流水プールにおいては、ます（柵）の深さが20cmに過ぎないので子ども達がますの直近で吸い寄せられる水流を遊びの対象にしていたという報告もあるように、生命の危険さえあるリスクさえも子ども達にとっては挑戦の対象にもなる。吸水口の柵面での流水による児童の吸い付けが起こる可能性があり、このリスクは例え柵が正常に取り付けられていたとしても残存するリスクである。
5. 事故による障害が大きな場合は、同類の機械類は直ちに使用を中止され、あるいは改良されるべきである。しかし、必ずしもそのような処置が取られていない事例がある。
 - ・ 浴槽用浮き輪による溺水においては同類の浮き輪がいまでも通信販売されている
 - ・ 計測器による大腿部圧迫においては同類の機械が改造されたとの情報を得ていない
 - ・ 乳児用ベッドからの転落においてはSGマーク未貼付の製品がいまでも販売、レンタルされているようである。
6. 本質的安全設計方策とは新たな設計行為である。これは当該機械類の専門技術に長じていることに加え、機械類の安全工学をも十分に習熟していなければならない。残念ながら現在わが国の設計現場にはとりわけ安全工学に関する十分な能力を持ったエンジニアがまだ少ないといわねばならない。このような能力を備えたエンジニアを教育することとともに規格、標準類の整備が必要である。これは単に国のみに期待することではなく、当該業界団体による安全標準の制定などの適切な活動も重要である。