

アルミ景観製品ニュース

一般社団法人 日本アルミニウム協会 土木製品開発委員会
東京都中央区銀座4-2-15 塚本素山ビル TEL.03-3538-0221(代)

No. 29
2017年2月

特集

「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」

河川の増水や沿岸部での高潮などの自然災害から私たちの生活を守る重要なインフラである水門や陸閘。この分野でもアルミニウムは優れた耐食性や軽量性などの特徴を活かし、長きにわたって数多く活用されております。

この度、その設計・製作の要となるアルミニウム合金製水門設計・製作指針を37年ぶりに改訂しました。改訂にあたり、水門・陸閘の分野に関係する17の機関や法人から委員やオブザーバーのご参画をいただき、議論を重ねて参りました。そして関係する基準や指針などから最新の知見を加え、新たな指針としてまとめました。

一般社団法人日本アルミニウム協会 土木製品開発委員会は、新たな指針が広く活用され、多くのアルミニウム合金製の水門・陸閘が有用なインフラとして活用されることを期待しております。



妻良漁港（静岡県）

沿岸防災用のアルミニウム合金製水門



早稲田大学
清宮 理

略 歴

- 昭和48年 3月 東京工業大学土木工学専攻修士課程修了
- 昭和48年 4月 運輸省港湾局第二港湾建設局
- 昭和53年10月 運輸省港湾技術研究所構造解析主任研究官
- 昭和55年 7月 総理府振興局米国カルフォルニア州立大学派遣（昭和56年 7月）
- 昭和57年 4月 運輸省港湾技術研究所沈埋構造研究室長
- 昭和63年 4月 運輸省港湾技術研究所構造強度研究室長（平成 9年 3月迄）
- 平成 9年 4月 早稲田大学理工学部土木工学科教授（平成15年 3月迄）
- 平成15年 4月 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授（現在まで）

周囲を海で囲まれている日本では沿岸域は絶えず高潮、津波の危険にさらされている。特に人口、産業などは沿岸域に集中しており自然災害に対する防御が求められている。高潮・津波の危険のある地域では、防潮堤、防波堤、堰堤など連続した壁で水の進入を阻止している。船舶、自動車などの通行のためにこの壁の一部を開ける必要がありここに水門、陸閘、閘門、樋門などを設置する。この施設の開閉の出来る扉により常時は通行可能とし高潮・津波時には閉鎖する。この水門形式には、ローラゲート、横引きゲート、フラップゲートなど種々がある。

一般的にこの扉は鋼製である。鋼製の場合沿岸域では特に錆が問題となり維持管理が欠かせない。絶えず塩分が飛来する海岸や海水につかる水門では特に慎重な対応が求められる。数十年にわたって機能を保持が求められる防災用の水門などは、通行料など取れないことから維持管理費は基本的には管理者の負担となる。このため管理者や設計者が水門建設を考慮する際、維持管理が容易で安価な水門を強く要望している。アルミニウム合金はこの要望に応えることができ、適切な対策をとれば錆の問題がほとんど発生しない。アルミニウム合金の腐食の課題は、海水中での腐食進行が早いことと鋼などの異種金属接触部で腐食発生である。防食対策としてアルミニウム合金以外の金属を構造体に極力使用しないことと接触部に絶縁キャップ、塗料などによる十分な絶縁対策を施すことである。またステンレス材料やコンクリートとの取合いを注意すればアルミニウム合金と併用して使用できる。海水中に存在する部分では電気防食も有効である。防食対策が十分であれば腐食による減量が無く再塗装の必要がないことから長期にわたる維持管理が容易となる。

また重量が軽く強度が高いので扉体の閉鎖時の操作の負担が鋼製より楽となる。水門に使用するアルミニウム合金の規格はA5000番のAl-Mg系合金を使用する。この合金は0.2%耐力が125 N/mm²以上ある。強度的には十分な材料である。ローラゲートでは扉体全長22m、高さ6.6m、横引きゲートでは扉体全長20m、高さ4 mの大規模水門も製作されてきた。このような利点から東北大震災後の水門、陸閘など改修や新設にアルミニウム合金が多く採用されてきている。東北震災以降推定で約400基のアルミニウム合金製水門が建設されてきた。今後高潮・津波の発生が懸念される地域でもアルミニウム合金製水門・陸閘等への採用事例が

更に増加すると考えている。

アルミニウム合金製水門設計製作指針案は昭和54年 3月に(社)軽金属協会より発行され40年近くが経過してきた。アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針（案）（土木学会）が2015年発行され、また水門鉄管技術基準（水門扉編）（水門鉄管協会）が2015年に改訂された。このような状況でアルミニウム合金製水門設計製作指針案1）も改訂を行った。今年度発行した。改訂の主要な項目はアルミニウム合金の設計強度を実強度を反映させたこと、座屈式などを最新の設計式に変更したこと、津波波力を最近の知見で修正したこと、維持管理検査を充実させたことなどである。アルミニウム合金製水門が、河川、港湾、海岸の施設により合理的に適用できる環境が整ったことになる。

沿岸域と河川での管理・防災以外にも最近は都市での集中豪雨による、建物、地下街、地下鉄などに浸水被害が多発している。雨水の浸入を防ぐためシャッター、扉、土嚢、角落しなどがあるが高水圧や浸水に耐える構造とはなっていない。このためフラップ式の扉などを入り口に設置して浸水を防止する機構が提案されている。この場合にも、維持管理、景観などの観点からアルミニウム合金製が有望である。また安全防災用として、波返し、越流・飛沫防護柵などの各種沿岸施設にアルミニウム合金の製品が提供されている。

アルミニウム合金表面は、塗料を塗ることなく錆汁で汚れることはほとんどない。銀色の光沢による近代的な材料の印象と格調があり風格さえ感じさせ、美観的に優れている。このように種々の優れた性能を保有するアルミニウム合金製防災施設の更なる普及を願っている。



アルミニウム合金製ローラ式水門（本文中指針案より）

アルミニウム合金製水門設計・製作指針

アルミニウム合金製水門は、軽量かつ耐食性に優れることから早くから使用されており、当協会の前身団体である軽金属協会は、「アルミニウム合金製水門設計製作指針案」を1979年に発刊した。その後、特に沿岸域での高潮・津波対策としての使用実績が増加し、2011年の東日本大震災以降は維持管理が容易なアルミニウム合金製水門・陸閘が多数採用されている。また、臨海部の発電所や工場への浸水対策としての採用も増加している。そのような中、当協会内に組織した「アルミニウム合金製水門設計製作指針案改訂小委員会」の編集のもと、2016年9月に「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」が発刊された。目次は以下の通りである。

- 第1章 適用範囲
- 第2章 設計条件
- 第3章 設計一般
- 第4章 許容応力度
- 第5章 構造設計
- 第6章 溶接継手
- 第7章 製作
- 第8章 維持管理
- 付録1 各種水門扉の実績例
- 付録2 津波荷重の算定方法

本稿では、新たな研究成果や知見を取り入れた「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」の特徴について解説する。

■アルミニウム合金製水門扉の特徴(第1章)

アルミニウム合金は耐食性に優れ、軽量であるという特徴がある。耐食性に優れることより、再塗装の必要がないためライフサイクルコスト

を抑えることができる。また、リサイクルが可能のため、廃棄処分費用を低減できる。製品重量が軽量であることより、開閉装置をコンパクトにでき、短時間での開閉が可能、また扉体の地震時慣性力も小さく、堤体等土木構造物の水門扉定着部への負荷が小さい等の特徴を示した。

■設計条件(第2章)

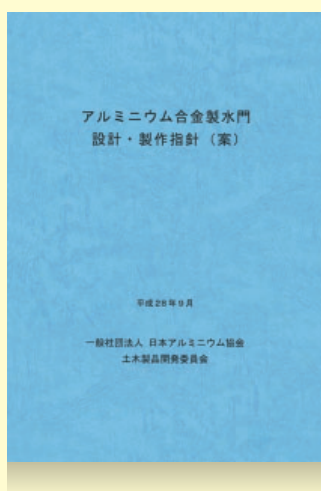
設計荷重を含む設計条件の設定において、旧版では解説中に各設計荷重の算出方法を示していたが、準拠基準により設計条件が異なることから、本指針(案)では「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」、「海岸施設設計便覧(2000年版)」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局監修)」、「漁港・漁場の施設の設計参考図書(2015年版)」、「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編(I)」、「ダム・堰施設技術基準(案)」および「水門鉄管技術基準 水門扉編」等を参考にすることができるとした。

津波荷重について、旧版では衝撃的な圧力と静水的な圧力に分けて算定する方法が示されている。一方、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局監修)」、「漁港・漁場の施設の設計参考図書(2015年版)」では、最新の知見に基づき、谷本式や修正谷本式等の算定方法が示されている。旧版の算定方法を採用した設計事例も多くあることから、本指針(案)では付録2に示すこととした。

■使用材料(第3章)

JS H 4100で規定される押出型材のA5083-H112の0.2%耐力の下限値は2015年に改正された際、

「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」 購入ご案内



「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」は、一般社団法人日本アルミニウム協会のホームページより購入できます。同協会ホームページの「刊行物案内」出版目録の購入申込書にご購入に関する情報をご記載のうえ、下記にFAXまたはメールして下さい(送料は購入者ご負担です)。

ご購入FAX番号: 03-3538-0233

書籍申込専用メールアドレス: book@alkyo.jp

価格は、税込1冊3,240円です。

URL: <http://www.aluminum.or.jp/publication/index.html>

(案)の紹介

110 N/mm²以上に変更されたが、1999年から2015年の間は140 N/mm²であった。2014年～2016年に発行された材料検査証明書（ミルシート）によるアルミニウム合金の強度に関する統計調査によれば、A5083-H112の押出型材に関して0.2%耐力が140 N/mm²未満の標本が無かったので、「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」においては、A5083-H112の押出型材の0.2%耐力の下限值に対して規定されている140 N/mm²を採用している。さらに、前述の調査で、A5083-H112の押出型材に関して、引張強さが275 N/mm²未満の標本が無かったので、「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」においては、A5083-H112の押出型材の引張強さの下限値を、押出型材のA5083-Oの引張強さと同じに設定し、引張強さの下限値は275 N/mm²に規定された。

これらより、本指針(案)では、過去の実績に基づいて用いられてきたA5083-H112の押出型材の0.2%耐力および引張強さを踏襲するため、0.2%耐力が140 N/mm²以上、かつ引張強さが275 N/mm²以上あるものを使用することを規定した。

■防食(第3章)

大気中におけるアルミニウム合金に生じる腐食は軽微であるため防食対策は不要だが、異種金属接触部およびモルタルおよびコンクリート埋め込み部には防食対策が必要であることを規定した。また、異種金属接触部で特に常時水中で使用する部分においては、陰極防食の検討が必要であるとした。

■扉体の曲げによるたわみ度(第3章)

旧版では扉体の曲げによるたわみ度は1/600以下と規定している。過去の地震・津波等による損傷・不具合発生等が報告されていないこと等を考慮し、実績から判断して本指針(案)でも1/600以下とした。また、地震・津波等の短期荷重によるたわみ度は考慮しなくてよいことを規定した。

■許容応力度(第4章)

扉体は溶接構造であるため、実績から判断して、溶接性、溶接後の強度および耐食性に優れている非熱処理合金のA5083材を使用することとした。市場性を考慮し、板材はO材とし、押出型材はH112材とした。

A5083-Oの板材の溶接部は強度低下を起さなため、母材の0.2%耐力125 N/mm²に対して許容応力度が設定されている。A5083-H112の押出型材の溶接部は強度低下が生じ、溶接部の強度が部材の強度を支配するため、「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」で規定される溶接部の0.2%耐力120 N/mm²に対して許容応力度が設定されている。なお、本指針(案)では「第7章 製作」において、溶接部を有する試験片の引張試験によって、これらの0.2%耐力を確認することを規定している。

■許容軸方向圧縮応力度(第4章)

1形断面の押出型材の許容軸方向圧縮応力度を規定した。許容応力度の算出方法は、「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」に従っている。

「橋梁用アルミ製制震ダンパー」講習会開催

制震ダンパーを既設橋梁内部に設置して制震橋梁化する耐震補強法が実用化されるようになってから10年余が経過し、現在では鋼橋の耐震補強法の主流になりつつあります。素材としては主として鋼材が用いられていますが、アルミニウム合金を適用する研究開発も近年行われるようになり、鋼製の性能に匹敵するアルミ製制震ダンパーも製作可能になってきています。「アルミニウム合金製制震ダンパー実用化検討小委員会」（委員長：宇佐美勉名城大学教授）では、平成26・27年の2年にわたり6回の委員会を開催して実用化のために解決しなければならない課題を抽出して調査研究活動を行って参りました。検討した結果を報告する講習会を「アルミニウム合金製制震ダンパーの実用化に向けてー現状と課題ー」と題して、8月25日に中小企業会館（東京都）において開催しました。本講演



会では、その成果である報告書をテキストとして用いて制震ダンパーの構造、設置方法・接合方法、設計の現状と実施例などについて説明を行いました。また、アルミ製制震ダンパーのみならず、各種のアルミ土木製品の実用化に不可欠である異種金属接触腐食を回避する最新の研究成果も報告書に掲載され、併せて講演されました。



■許容曲げ圧縮応力度（第4章）

フランジとウェブからなる上下対称のI形断面面部材の横倒れ座屈強度を対象とし、アルミニウム橋研究会ALSTレポートNo.42の結果に基づき許容曲げ圧縮応力度を定めた。本文中の溶接桁は板材のフランジプレートとウェブプレートを隅肉により組み立てて桁として使用する場合、非溶接桁はI形断面の押出形材をそのまま桁として使用する場合を想定している。

■圧縮応力を受ける部材の板厚（第5章）

圧縮を受ける板要素が0.2%耐力に達するまでは局部座屈を生じないように板幅と板厚の比を板材、押出形材それぞれについて定めた。圧縮を受ける両縁支持板および自由突出板が、降伏に達するまで局部座屈を生じない限界幅厚比パラメータ R_{cr} を規定し、両縁支持板と自由突出板の座屈係数をそれぞれ4と0.425とし、算出した。

■腹板の板厚（第5章）

「道路橋示方書・同解説」に示された曲げモーメントとせん断力を受ける板の座屈照査式に準じて腹板の最低板厚を規定した。座屈安全率 ν_B について、本指針(案)では鋼材の基本安全率1.7とアルミニウム合金の基本安全率1.85の比率を考慮して定めている。

■スキンプレート（第5章）

スキンプレートに生じる曲げ応力度の算出方法は「水門鉄管技術基準 水門扉編」に準じている。

■溶接継手（第6章）

使用できる溶接継手の種類と適用は「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」に従っている。また、溶接材料は実際の製作で一般に使用される母材の組合せと溶接材料をJIS Z3604から抽出し、A5183とした。

■溶接施工試験の方法と判定基準（第7章）

「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針(案)」に従い、溶接施工試験の種類、試験方法、および判定基準を規定した。

■塗 装（第7章）

旧版記載の塗装仕様の一例中、JISの改定により廃止された塗料があったため、本指針(案)では塗装仕様の一例を見直した。また、水中部およびコンクリート埋め込み部の塗装仕様の一例を追加した。

■異種金属接触腐食対策（第7章）

アルミニウム合金製扉体とステンレス鋼等他の金属からなる部品（ヒンジ、ボルト等）は塗膜により絶縁されているため、通常的环境下では問題とならない。使用環境により、異種金属接触腐食の抑制を更に確実にする場合、ステンレス鋼製部品、ボルト等に亜鉛末系のコーティン

グ処理を施す等の方法を記載した。

■検 査（第7章）

材料検査において、3.1使用材料の項で示したA5083-H112については、材料検査証明書（ミルシート）により確認を行うこととした。

■維持管理（第8章）

アルミニウム合金は、単独では優秀な耐食性を示すが、異種金属接触部では、異種金属接触腐食が発生する場合があります。この箇所について重点的に点検を行う必要があること、点検時には異種金属接触腐食対策が維持されているかの確認を行うことを記載した。また、点検結果および補修・更新の経過は、状況の変化や経過等が把握できるよう記録し、保管するものとした。

今回、37年ぶりに改訂となった「アルミニウム合金製水門設計・製作指針(案)」について紹介した。耐食性に優れ、軽量であるアルミニウム合金製水門扉は、特に沿岸防災での適用が増加すると考えられ、本指針(案)が活用されることを期待している。

〈 委 員 名 簿 〉（敬称略）

委員長	清宮 理	早稲田大学
委員	伊藤 義人	岐阜工業高等専門学校／名古屋大学
	大倉 一郎	大阪大学
	加藤 絵万	(国研)港湾空港技術研究所
	西崎 孝之	(一財)漁港漁場漁村総合研究所
	山本 広祐	(一財)電力中央研究所
	芹澤 富雄	(一社)ダム・堰施設技術協会
	館山 晋哉	いであ(株)
	田窪 宏朗	日立造船(株)
	森下 誠	株神戸製鋼所
	小林 秀行	日本軽金属(株)
	大瀧 光弘	株U A C J
	鯉淵 博秋	株住軽日軽エンジニアリング
	齊藤 隆博	天野アルミニウム(株)
オブザーバ	佐藤 寿延	国土交通省 水管理・国土保全局
	久保 宜之	国土交通省 水管理・国土保全局
	宮武 一郎	国土交通省 総合政策局
	小塚 正啓	東京都 港湾局
	梶田 洋規	(国研)土木研究所
	西崎 到	(国研)土木研究所
事務局	渡辺 健二	八千代エンジニアリング(株)
	天野 俊	八千代エンジニアリング(株)
	長尾 隆史	日本軽金属(株)
	大島 勤	株住軽日軽エンジニアリング
	川畑 達哉	(一社)日本アルミニウム協会

アルミニウム合金製土木製品

数々の優れた特性（耐久性、耐食性、軽量性、美観性、加工性等）を持つアルミニウム合金は、その多くの特性が土木製品の性能向上に役立っています。



陸前高田市消防防災センター（岩手県）



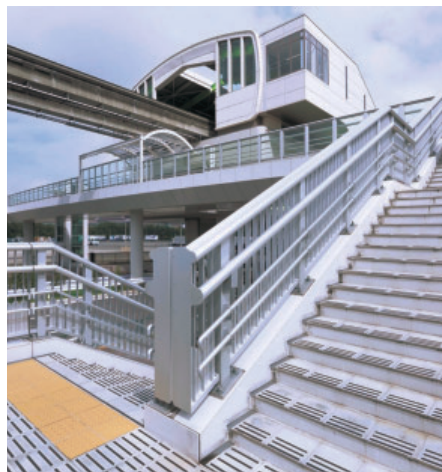
仙台空港進入灯柱（宮城県）



塩竈津波避難デッキ（宮城県）



谷田川橋（群馬県）



立飛横断橋（東京都）



屏風ヶ浦跨線橋（神奈川県）



旭橋（新潟県）



乙川リーパーフロント（愛知県）



曾根漁港（福岡県）

土木製品開発委員会構成会社

天野アルミニウム株式会社
J F E 建材株式会社
積水樹脂株式会社
株式会社 L I X I L

三協立山株式会社
神鋼建材工業株式会社
日軽金アクト株式会社

昭和電工アルミ販売株式会社
株式会社住軽日軽エンジニアリング
株式会社 U A C J