

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 TEL03-3538-0221(代)

No. 31
2019年6月

特集

アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領

橋梁用防護柵は、車両や歩行者等が路外などへ逸脱するのを防止し、種々の被害や損害の発生防止のため設置されています。この防護柵の基準は、公益社団法人 日本道路協会により「防護柵の設置基準・同解説」が発刊されており、土木製品開発委員会でもこの基準に基づいて「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」を刊行して参りました。

平成28年12月に「防護柵の設置基準・同解説」が改訂されたため、今般、当委員会でも防護柵に用いられる材料や防錆防食対策の見直し・解説の充実や計算例の追加など、「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」をより分かり易い内容になるように改訂しました。本要領がアルミニウム合金製橋梁用防護柵の設計に十分活用され、安全な道路交通環境の実現に資することを期待しております。



高欄・防護柵の変遷と土木製品開発委員会への期待



パシフィックコンサルタンツ株式会社
特別顧問

藤本 貴也

略 歴

1949年 大阪府生まれ
1972年 東京大学工学部土木工学科卒業、建設省入省
1998年 関東地方建設局企画部長
1999年 道路局国道課長
2002年 総合政策局技術調査官
2004年 近畿地方整備局長
2006年 国土地理院長
2007年 国土交通省退官
2007年 (一財)道路空間高度化機構(現日本道研究所)専務理事
2008年 社団法人建設コンサルタンツ協会 副会長兼専務理事
2013年 公益財団法人日本道路交通情報センター 副理事長
2018年 パシフィックコンサルタンツ株式会社 特別顧問

家や建物を建設する際に、最も重要で費用がかかるのは「基礎」と「建物の躯体」だが、そこを利用する人にとっての使い勝手や住み心地を左右するのは、壁紙、照明器具、手すりやドアノブなどの付属品の機能やデザインである。土木構造物にとっても同様で、例えば道路を考えると盛土や舗装、トンネル、橋梁などの「道路本体」の建設には多額の費用がかかり、長期にわたりその機能を保持するうえで最も重要な施設ではあるが、ユーザーが安全で快適に道路を使う上では、「道路付属物」とされている高欄・防護柵、照明、標識、反射鏡、視線誘導標等々も「道路本体」に劣らず重要である。

本稿では、(一社)日本アルミニウム協会 土木製品開発委員会(以下、開発委員会という)の主力製品である、高欄・防護柵について考えてみたい。

1. 防護柵について

防護柵には車両が道路から逸脱するのを防ぐ自動車用防護柵と、歩行者等の転落防止、乱横断防止のための歩行者用防護柵がある。自動車利用が増大し交通事故が社会問題になりつつあった1965年(昭和40年)、車両用防護柵の設置基準・技術基準が制定され、その解説書として「ガードフェンス設置要綱」(道路協会編)が出版された。その10年後の1975年(昭和50年)1月1日朝、長野県大町市の市道で、でスキー客の送迎バスが青木湖に転落し、乗客24人が死亡、15人が負傷するという悲惨な事故が発生した。1966年(昭和41年)から都道府県や市町村が交通安全のための歩道や立体横断施設等の道路本体と防護柵等の道路付属物を整備する際の補助制度が発足していた。しかしながら、幅員の狭い山間部の地方道では防護柵を設置する余裕がなくその整備は遅れていた。青木湖の事故現場も道幅が狭く防護柵は設置されていなかったことから、この事故を教訓に路肩を改良して幅員を広げ防護柵を設置する路肩改良事業が新たな補助制度として発足し、防護柵の整備がより強力に進められることとなった。1970年(昭和45年)には交通事故による死者は16,765人となり「交通戦争」とまで言われたことから、政府を挙

げて総合交通安全対策が推進された。その際10年後に死者を半減させるという(無謀とも思われる)意欲的な目標が掲げられ、1980年(昭和55年)に8,760人まで減少した。この間、1967年(昭和42年)、1972年(昭和47年)と防護柵設置要綱が改定されたが、昭和42年に発足した開発委員会の前身であるガードレール委員会が、土木研究所(以下、土研という)と協力してアルミニウム合金製ガードレールの開発を行ない、1972年の改定に反映させるなど、時代の流れに対応したアルミニウム土木製品の開発に取り組んでこられたことは特筆に値する。

2. 高欄について

もともと「欄干」という用語が一般的に使われてきた。欄干を広辞苑で調べてみると「橋や縁側のへりに設けた腰の高さほどの柵状の工作物。人の墜落を防ぎ、また装飾とする。」となっている。一方「高欄」は「宮殿・社寺・廊下・橋などの、端のそり曲がった欄干」となっており「欄干」の特別な場所、特別な使われ方のものを指している。したがって高欄の歴史は、自動車とともに普及した防護柵よりも古く、その技術基準も1956年(昭和31年)の「鋼道路橋示方書」で初めて規定されている。その内容は高さが路面から0.9m、最上部横方向に250kg/mの群衆荷重をかけるというもので、歩行者を想定したものであった。その後幅2.0m以上の歩道に自転車走らせる自転車歩行者道の整備を進めだしてからは、高さを1.1m以上とする等の変更はされてきたが、自動車の衝突を想定するとの考えはその後取られないまま推移した。

筆者は1974年(昭和49年)に茨城県土木部道路建設課橋梁係に勤務していた。その頃県内では新しく改良した橋梁にアルミニウム高欄が採用されていたが、頻繁に自動車が転落する事故が発生していた。当時は自動車の衝突荷重で設計を考えようとの意見まではあまり聞かれなかったが、鉄製の高欄の方が安全で、アルミ製は弱いので採用は控えるべきだとの認識が技術屋の間では広まっていた。

青木湖バス転落事故から10年目の1985年（昭和60年）1月、同じく長野県長野市で三重交通のスキーバスが国道18号の大安寺橋直前のカーブでガードレールを突破し犀川に転落、25名が死亡、8名が重軽傷を負うという事故が発生、ガードレールの強度が国会等で大議論となりマスコミも注目するところとなった。当時筆者は道路局で交通安全担当補佐の職にあり、連日連夜国会・マスコミ対応に追われるとともに、再発防止策の原案作りに忙殺された。従来は全国記事にはならなかった人身被害のない転落事故も毎日のように報道され、防護柵の強度はどうあるべきかとの議論とともに、自動車が高欄に衝突する可能性がある場合には自動車の衝突荷重を考慮すべきとの考え方が強くなってきた。現場の声を聴くと、鉄製のともかくアルミ製の高欄は強度が小さく継ぎ手部分から外れ易いとの意見が強く、このままではアルミ高欄は現場で使われなくなるのではないかとの危惧を開発委員会に伝えた。開発委員会ではこの問題に真正面から取り組むため、土木研究所と協力して実車衝突実験を繰り返し行い、土研のお墨付きも得たハイテンション型アルミニウム合金製高欄を開発することにより、この危機を乗り切った。

筆者は当初はアルミ高欄・防護柵の安全性に対して懐疑的であったが、開発委員会の誠意ある対応とその結果土研との共同研究で生まれた新製品の

の安全性に確信が持てたこと、更には景観・加工性・耐食性等様々な利点があることからその普及に開発委員会の皆さんと一緒に取り組むこととなった。

3. 今後の展開

以上の内容は開発委員会の皆さんにとって周知のことかもしれないが、この話題を取り上げたのは、開発委員会がこれまで時代の急激な流れに常に誠実かつタイムリーに対応されてきたこと。その結果、これまでは鉄製の高欄・防護柵の補完的な位置づけであったアルミ製品が、今やそのシェアにおいて鉄製を上回るようになってきたことを再確認したかったからである。

今後国民のニーズは一層多様化し、高度化し、その変化も急速になってくることが予想される。社会資本（インフラストラクチャー）の世界もこれまでの需要追随や安全の確保だけでなく、新たな魅力即ち地域のオンリーワンを造り出して地方創生につなげるのがより一層求められることになる。アルミ製品は、軽量、耐食性、成形加工性、電磁波シールド性、リサイクル等々の長所を有し、歩道橋、側道橋、建築の耐震補強、水門等をはじめとして、これからの時代が求める様々な課題に対応できる可能性を有した素材だと思う。50年余の歴史を持つ（一社）日本アルミニウム協会土木製品開発委員会が次の半世紀で一層活躍されることを期待したい。

土木遺産「金慶橋」講演・見学会 開催

「金慶橋」は、昭和36年6月に本邦初の全溶接アルミニウム橋梁として、芦有開発株式会社により兵庫県芦屋市と有馬温泉を結ぶ芦屋一有馬間有料道路に架橋されました。道路橋として橋桁部に鉄鋼以外の金属材料が使用されたのが国唯一の例であり、アルミニウム合金の溶接など当時の最新技術が使用されています。橋桁部は、アルミニウム合金の高耐食性が発揮され、健全な状態が維持されています。

施工後56年が経過した平成29年には、構造用強度材としてアルミニウム合金が使用された貴重な遺産として公益社団法人土木学会により「選奨土木遺産」に認定されました。この認定を機に土木学会のご後援をいただき、講演見学会を実施いたしました。

1. 日 時：平成30年5月15日（火） 13：00～17：00
2. 講演会：「ANAクラウンプラザホテル神戸」9階「ラベンダー」
3. 現地見学：「金慶橋」神戸市北区有馬町字孫七1762-2地内
4. 参加人員：一般応募参加者・報道・関係者52名が参加

講演会では、日本アルミニウム協会田端祥久専務理事の開会挨拶の後、金慶橋の所有者である芦有（ろゆう）ドライブウェイ株式会社の藤澤茂樹代表取締役社長より同社の概要について説明がありました。続いて、岐阜工業高等専門学校伊藤義人校長（名古屋大学客員教授・名誉教授）からは、「56年経過したアルミニウム合金橋梁金慶橋」と題して講演がありました。



アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領の改訂

（社）日本道路協会より「防護柵の設置基準・同解説」が平成10年11月に発刊された。これを参考にして平成12年3月に「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」の初版を発刊した。本要領では主に橋梁・高架に設置されるアルミニウム合金製の車両用防護柵と、歩行者自転車用柵を対象としており、アルミニウム合金製防護柵の理解を深め広く活用して頂くための手引きとなっている。その後、国土交通省の「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン」の策定運用、平成20年1月の「防護柵の設置基準・同解説」の改訂に伴い本要領も改訂を重ねてきた。

今回は「防護柵の設置基準・同解説」平成28年12月（以下「設置基準」）の改訂に伴い、防護柵に用いられる材料や防錆・防食対策の見直しを行うとともに、解説の充実や計算例の追加など、より分かり易い内容になるように改訂を行った。本稿では改訂のポイントについて各章ごとに解説する。

第1章 総則

第2章 材料

第3章 許容応力度

第4章 橋梁用ビーム型防護柵

第5章 歩行者自転車用柵

第6章 補助手すり

第7章 表面処理

付 録 設計計算例

○適用範囲（第1章）

種別S Sは衝撃度が極めて高く、実車衝突実験にて機能、強度、安全性を確認された材質、構造形式のみ対応できるもので、本設計要領の適用範囲からは除外しているが、コンクリートとの複合防護柵で実車衝突実験による検証をおこなった実績もあり製品化されている。

「設置基準」では、幅員が狭い道路においても車両から歩行者等を保護できるようにするため、歩車道境界に設置する歩行者自転車用柵の強度をさらに高めた柵として「生活道路用柵」をあらたに規定したが、橋梁・高架に設置されることがないことから本設計要領の適用範囲外とした。

○材料（第2章）

「設置基準」に合わせ防護柵に用いられる材料を追加した。アルミニウム合金材ではA1100P-H114、A3104P-H32を追加、また新JISに合わせて材質名を変更（A6N01S→A6005CS）した。鋼材及びステンレス鋼材ではSCM435H、SWRM、SWCH、SNB7、SNR490B、SUS304J3、SUSXM7を追加した。

○アルミニウム合金材の許容応力度（第3章）

アルミニウム合金材の許容応力度は「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針（案）」2015年3月（土木学会）に準拠して算定した。

アルミニウム合金の母材の許容引張応力度は、次式によって算出される値としている。

$$\sigma_{ta} = \min \left(\frac{\sigma_B}{2.2}, \frac{\sigma_{0.2}}{1.85} \right)$$

ここに、 σ_{ta} ：許容引張応力度

σ_B ：引張強さ

$\sigma_{0.2}$ ：0.2%耐力

許容曲げ応力度は許容引張応力度と同値とした。

許容せん断応力度は許容引張応力度の $1/\sqrt{3}$ とする。

許容圧縮応力度は、「土木構造物指針案」により2軸対称断面の押出型材、両縁支持板、自由突出板それぞれに応じて求めるものとする。

許容支圧応力度は、許容引張応力度の1.5倍としている。

溶接部については「土木構造物指針案」に準拠し、溶接による熱影響範囲の許容引張応力度と許容せん断応力度は、熱影響部と溶接材料の許容応力度のうちの小さい方の値とする。

○鋼材及びステンレス鋼材の許容応力度（第3章）

鋼材及びステンレス鋼材の許容応力度については、「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）平成29年11月においては従来の許容応力度法が廃止され限界状態設計法が導入されたが、11章 付属物等11.1橋梁用防護柵において、橋梁用防護柵の設置基準、性能、設置方法等は「防護柵の設置基準・同解説」（日本道路協会、平成28年12月）によることとあり、本設計要領においては「防護柵の設置基準・同解説」に基づき「道路橋示方書・同解説」（平成24年3月）の許容応力度によるものとした。

○種別S Pの設計（第3章）

種別S Pにあつては前述の理由により従来通り許容応力度設計による。

○たわみ性防護柵の車両の受ける加速度（第4章）

「設置基準・同解説」P17 [条文] 表-2・4に準拠し種別を路側のほか分離帯用および歩車道境界用も併記した。

○たわみ性防護柵の車両の最大進入行程（第4章）

橋梁では支柱を土中に埋め込む場合はないので本要領からは削除し、支柱をコンクリートに埋め込む場合のみの車両の最大進入行程を記載した。

「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」 購入ご案内



「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」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）。

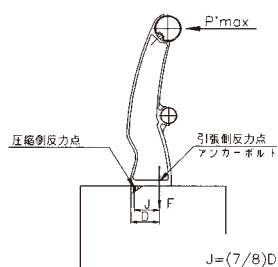
ご購入 FAX 番号：03-3538-0233

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>

アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領の改訂

○アンカー方式の定着部の反力（第4章）



（「設置基準・同解説」別添2 P120 付図-2・8を転載）

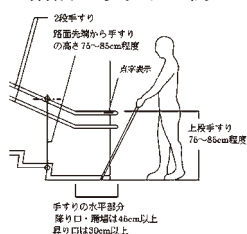
定着部の形状が上図と異なる場合は静荷重試験により求めたアンカーボルト引抜きFに対して、アンカーボルトの引張強度及びコンクリートの押抜きせん断力が十分であることを照査するものとする。これは改修工事が増加する中でアンカーボルトの埋込長に制限があり、各社が前アンカータイプやワイドベースといった新しいタイプの防護柵定着形状を開発していることが背景にある。

○補助すり（第6章）

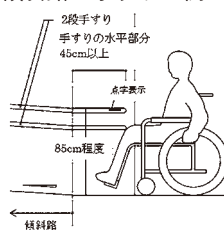
詳細に関しては「道路の移動等円滑化整備ガイドライン」（平成23年8月10日 編集・発行財国土技術研究センター）の第3章「立体横断施設」において解説されている。

参考として「東京都福祉のまちづくり条例 施設整備マニュアル」（平成26年9月 東京都）を示した。

階段の手すりの例



傾斜路の手すりの例



「東京都福祉のまちづくり条例 施設整備マニュアル」

（平成26年9月 東京都）に示された手すり形状

○「景観に配慮した道路付属物ガイドライン」

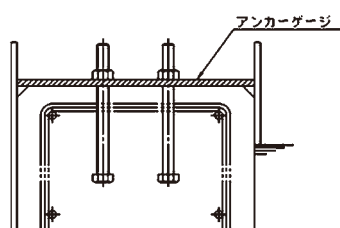
平成29年10月（第7章）

色彩の決定にあたっては従前の「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン」平成16年3月で規定された「特に周辺景観との融和を図るための基本景観3色（ダークブラウン、グレーベージュ、ダークグレー）」にさらにオフグレー（薄灰色標準マンセル値5Y7.0/0.5程度）が追加された。

「防護柵を設置する橋梁等の構造物との関係で個別に色彩を決定する場合は、それらの色彩との調和を考慮し選定を行う事が必要」としている。

○定着部の施工（第7章）

支柱のコンクリート埋込部、あるいはアンカーボルトの施工にあたっては直接鉄筋に溶接した場合、全体の配筋と通電すること、またアンカーボルトの熱影響による強度低下の恐れがあることから直接鉄筋に溶接してはならない。



アンカージェージによる施工例

○高欄（SP種）設計計算例（付録）

高欄（SP種）の強度計算に関し従来の埋込方式に加えてベースプレート方式（鋼製さや管）の定着部の強度計算を追加した。ここではさや管およびさや管溶接部の強度照査のほか、「車両用防護柵標準仕様・同解説」平成16年3月（日本道路協会）に準拠してアンカーボルトより作用するベースプレート曲げ荷重からベースプレートの板厚を算出している。

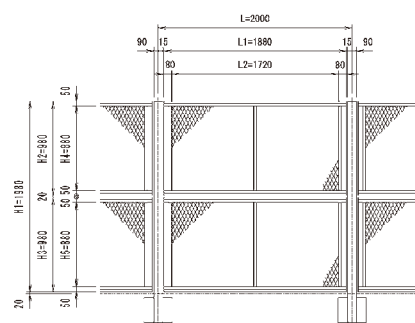
一方近年需要が少なくなった横桟型高欄（アンカー方式）の計算例は削除した。

○落下物防止柵設計計算例（付録）

さらに本要領ではコンクリート躯体側面付けの落下物防止柵（アルミ製エキスパンドメタル仕様）の計算例を追加した。風圧力は「設計要領第五集 落下物防止柵設置要領3設計条件」（平成29年7月 N E X C O 総研）に準拠し風圧力 $p = 2,000\text{N/m}^2$ としている。ただし、別途指示がある場合はそれに従うものとする。許容応力度の割増係数は「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編3章 許容応力度」の風荷重に対する許容応力度の割増係数1.2を適用した。

（本設計要領 第5章 歩行者自転車用柵 5.2 設計条件

【解説】（6）参照）



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。



豊沢橋（岩手県）



奉納大橋（長野県）



盛川筋塩場地区（岩手県）



福ちゃんの森公園（茨城県）



本町橋護岸整備（大阪府）



牛臥陸間（静岡県）



田原町駅地下道防水扉（東京都）



成田国際空港路線バス降車場（千葉県）



ソラムナード羽田緑地（東京都）

土木製品開発委員会構成会社

A A Gエンジニアリング株式会社
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
Y K K A P 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