

手摺の安全 に関する自主基準 策定報告書

日本金属工事業協同組合
技術検討委員会

2007年12月25日

1. 理事長あいさつ

日本金属工業協同組合理事長 宇津野 和俊

姉歯事件以来、建設業界に対する強度問題の信頼性は、大きく揺らいでいます。

我々が製作・施工する金属工事についても、同様の問題が発生する要素が多分に含まれています。大手メーカーが製作したバルコニー手摺でも、死亡事故が発生する可能性がある事件が起きましたが、幸いにも今のところ重大事故には至っていません。

業界各社に起きている事故や事例を分析すると、重大事故に繋がる可能性が多数散見されます。現在のような、手摺メーカーや施工業者等、各社の責任施工体制のみに、責任や信頼性を任せる現状のあり方は、建設業界として検討する時期に来ていると思います。

現状の日本で作られている手摺の強度に対する信頼性にも疑問があります。特に人の命に関わる手摺は、市民が安心して身を任すことのできる信頼性を最優先に、設計・検討する課題であると思います。つまり、使用する場所に応じた手摺の強度は、グレード別にそれぞれ最適な強度を有する手摺を採用する必要があります。

一方で、手摺そのものは、用途に最適な強度を有する手摺を採用されていても、正しい施工方法に基づいて取り付けられていることや、手摺周辺のコンクリートの躯体の状況も、強度的に極めて大切であることが、数々の実験で明らかになりました。

以上、私が常日頃考えていた事や、昨今の様々な世の中の動きから、市民生活の安全の希求に対して当金属工業業界として早急にならなければならない事を、組合の方々に披瀝しましたところ、多くの組合員の皆様方のご賛同やご協力を得まして、当組合に技術検討委員会を設置し、具体的に「手摺の安全自主基準」作成に取組む事が出来ました。

幸いにも、中小企業団体中央会から資金面でのご支援を頂く事が出来ました。また、東京理科大学工学部建築学科・真鍋恒博教授には、顧問の立場で専門の見地からご指導を頂き、このような提言を発表させていただくことになりました。

我々、日本金属工業協同組合は、これからも安心して安全な金属製品の提供に努めていく所存です。

2. 監修にあたって

東京理科大学教授 真鍋恒博

手摺の強度に関する基準が十分に整備されていないという背景のもとで、手摺に関わる業界で自主的な基準を作成することになった。小生は、学識経験者の立場から、基準策定およびそれに関する一連のプロセスを監修する役目をおおせつかった。こういう立場から、今回の基準策定の概要について述べておく。

建築に使われる手摺の強度に関する基準としては、BL部品の認定基準があり、優良住宅部品としての手摺の性能を確保する上での機能を果たしている。しかし手摺の現実としては、もっと低い値でも経験的には強度的問題の生じない用途があること、その一方で意匠面や経済性を重視するあまり強度不足の製品が使われているという現実があること、さらに手摺本体だけ丈夫に作っても、取付方法や取付相手の強度がそれに追いついていない場合があること、などを挙げざるを得ない。こうした現状を踏まえた、実効性のある基準が必要とされていることが分かった。

手摺の強度に関しては、手摺自体の強度のほか、取付方法や取付相手のコンクリート部分、さらに平面形状や建物躯体への支持方法など、実際の設計に於いてはさまざまな要因が関係してくる。これらすべてを基準に盛り込むことは不可能なので、当然ながら単純化した条件で基準を定めざるを得ない。しかし、いざ強度の基準を作ろうとしても、手摺にかかる荷重に関するデータで公開されたものはあまりなく、過去にもいくつかの実験が行われているが、かなり古いものが未だに引用されているのが現状である。そこで、今回の基準策定にあたっては、一連の実験を実施した。すなわち、各種の人間動作によって手摺に掛かる荷重のほか、現在使用されている一般的な手摺の強度の把握、取付方法ごとの強度の差異、取付相手となる躯体コンクリート部分の強度などについて実験を行い、これらを踏まえて現実性のある手摺の強度基準を決めることとした。さらに、推奨される躯体コンクリート側の条件についても、なんらかの形で盛り込んだ内容とするを目標とした。

基準値を提案する際には、多種多様な条件の単純化はむしろ不可避であり、最も不利な条件での使用を前提に基準を決めることが理想である。現実からかけ離れた高すぎる水準が基準化されても実効性は疑問であり、そんな数値が独り歩きするのも問題である。このように「実情に合った」基準でなければならないところが、今回の基準策定の難しいところであった。

今回提案する基準の数値は、単に今回実施した実験の結果だけによるものではなく、既存の基準値や、現状の標準的な手摺の仕様なども勘案して、総合的な判断で数値の区切りを決めたものである。なお、グレードを決めて設計時にそこから選択するという形をとり、適用用途についてはあくまで参考例を示すに留めたが、この方法は、性能発注の考えに基づくJASS16（建具工事）などと同様の考え方である。

このように、今回は業界団体としてあくまで自主的な基準を提案した段階であり、また規定内容についても最も基本的な範囲だけを決めた段階にすぎない。この自主基準が、今後とも各方面の意見を取り入れつつ、内容的にも、また基準の位置付けとしても、手摺の安全性確保のためにより有効なものに発展していくことを期待する次第である。

3. 手摺を取り巻く問題点

建築基準法及び同施行令では、手摺については、高さ1,100mm以上との規定があるのみで、材質や寄り掛かった場合の強度については何ら規定が無い(表1)。

一部には「手摺がぐらついて人が転落しないか不安」や「手摺の一部が落下したが幸いにも人的な被害は無かった」等の報告があった。折から耐震強度偽装事件とも関連して、平成18年5月24日の第164回衆議院国土交通委員会で、手摺の強度に関する問題が取り上げられた。この場で、国土交通大臣は「関係業界と協議して第二弾の法令見直しにどう措置するか検討する」と答弁している。

建築業界の最近の傾向としては、「強度よりもデザイン重視、経済性優先」の流れが加速しており、このままではいずれ手摺に関する重大事故が発生する可能性が、残念ながら高くなって高い状況にある。

当業界では、従来から「勘と経験」で手摺の製作・施工を行ってきた。しかし、大きな事故が発生する前に、業界としても安全に関する自主基準を作成し、それに基づいた製作・施工を行うことで、事故防止を図る事が必要である。これに対して、平成18年11月から、業界の英知を結集して手摺の安全に関する自主基準づくりのための委員会を設置し、検討を開始した。この検討会では、当組合の技術者を集めて1年を掛けて標準的な手摺の強度に関する調査・実験及び検討を実施し、「手摺の安全性に関する自主基準」を作成するに至った。なお、この検討会は、東京理科大学・真鍋恒博教授の指導を受け、また全国中小企業団体中央会の中小企業活路開拓調査・実現化事業の補助金を受けている。

▽
「手摺本体の強度実験」
▽



表1 手摺関連法規・基準

| 法規・基準名 | 条項 | 規定内容 | 記載項目 | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------------------|------|----|----|----|----|----|
| | | | 強度 | 設置 | 構成 | 寸法 | 安全 | 耐火 |
| 建築基準法施行令 | 25条 | 階段の手摺設置 | | ○ | | | | |
| | 125条 | 屋上広場等の手摺 | | ○ | | ○ | | |
| ベターリビング 優良住宅部品認定基準 | | 墜落防止手摺認定基準 | ○ | | ○ | ○ | | |
| 国土交通省告示 | 1286号 | | | | | ○ | | |
| 都市整備公団 共同住宅設計要領 | | | | | | ○ | | |
| 公営住宅建設基準 | 36条 | | | | | ○ | | |
| 建築基準法施行令 | 112条 ほか | 防火区画・避難階段等に関連する内装等の制限 | | | | | | ○ |



手摺の安全
に関する自主基準
策定報告書



4. 手摺の安全性に関する自主基準

1) 概要

建物の用途別に、手摺に掛かる想定荷重も変わる。特に公共施設や商業施設など、不特定多数の人が集まる場所では、大きな荷重が手摺に掛かることも考えられる。手摺の笠木や支柱の選定、手摺の取付方法によっても、手摺の耐力は大きく変わるので、想定される荷重に対して適正な手摺を設置していく必要がある。設計・施工段階に於いても、手摺製作者・手摺施工者と十分に協議をしていただきたい。

2) 手摺の安全性に関する自主基準

手摺の安全性には、後述のように様々な要因が関係してくるが、今回の基準は安全性の内で最も基本となる、「手摺の最上部に面外方向に掛かる水平荷重」のみを考慮し、用途別に手摺に掛かる荷重のグレードを定めた(表2)。また、

想定される建物の用途別に基準を定めた(表3)。具体的な数値は、基本的には今回実施した人間工学実験の結果(表4)に基づいたが、この他に既存の各種基準類や既往の実験等の値も参考とした。なお、現在、一般的に使用されている手摺には、表2中で「グレード0」とした「柵」に相当するものも少なくないと思われる。

手摺については、建物用途のみならず、実際に使用に供される条件によって、人間の行動には様々なものが想定される。上記のグレードからいずれを採用するかについては、発注者、設計者、建設業者等、関係者との綿密な協議が必要である。「グレード7」については、個々の条件ごとに荷重を設定して強度計算をすることが前提となるが、他のケースに於いても、必要に応じて荷重設定・強度計算が必要となる。

表2 今回提案する「手摺の安全性に関する自主基準」

| グレード | 荷重 | | 備考 |
|------|-------|---------|-----------------|
| | N/m | (kgf/m) | |
| 0 | - | - | 面外荷重が掛からない「柵」 |
| 1 | 735 | 75 | 手摺の最低基準 |
| 2 | 980 | 100 | 一般的な荷重 |
| 3 | 1225 | 125 | 避難行為にかかわる荷重 |
| 4 | 1470 | 150 | BL墜落防止手摺基準(1)相当 |
| 5 | 1960 | 200 | BL基準の中間の値 |
| 6 | 2940 | 300 | BL墜落防止手摺基準(2)相当 |
| 7 | 2940超 | 300超 | さらに大きな荷重が掛かる用途 |

表3 対応する用途の目安

| グレード | 荷重 | | 適用用途例 | 備考 |
|------|-------|---------|--|-----------------------------|
| | N/m | (kgf/m) | | |
| 0 | - | - | 柵(安全通路柵、敷地境界柵等) | |
| 1 | 735 | 75 | 個人住宅(廊下・バルコニー) | |
| 2 | 980 | 100 | 共同住宅の共用廊下・避難階段 | 避難通路以外の廊下・バルコニー |
| 3 | 1225 | 125 | | 避難通路・避難階段 |
| 4 | 1470 | 150 | | BL部品150型 |
| 5 | 1960 | 200 | 商業施設・公共施設の通路、共同住宅共用部、学校、大規模オフィスビル避難経路等 | |
| 6 | 2940 | 300 | | 商業施設など多人数が集まる場所の手摺、BL部品300型 |
| 7 | 2940超 | 300超 | | 吹抜けまわり |

表4 数値の根拠となる実験結果

| グレード | 荷重 | | 適用用途例 | 実験結果(kgf/m) | |
|------|------|---------|------------------|-------------|--------|
| | N/m | (kgf/m) | | 平均値 | 95%上限値 |
| 0 | - | - | (荷重は掛からない) | - | - |
| 1 | 735 | 75 | 4人で寄り掛かる(前) | 27 | 37 |
| | | | 4人で寄り掛かる(後) | 27 | 33 |
| 2 | 980 | 100 | 1人でカー杯押す | 73 | 101 |
| 3 | 1225 | 125 | 4人走ってぼろぼろにぶつかる | 94 | 127 |
| | | | 1人でカー杯揺り動かす | 109 | 153 |
| 4 | 1470 | 150 | 4人横並びでカー杯押す | 124 | 141 |
| | | | 4人で10m走って同時にぶつかる | 149 | 176 |
| 5 | 1960 | 200 | 4人横並びで同時にカー杯押す | 174 | 209 |
| | | | 8人で押しくらむ状態を押す | 173 | 220 |
| 6 | 2940 | 300 | 20人以上で押しくらむ状態を押す | 252 | 287 |
| | | | (それ以上) | - | - |

「人間工学実験・1人で危険行為(引く)」



「人間工学実験・4人で避難行動(押す)」



5. 実施した実験とその方法

A 人間工学実験

手摺に掛かる荷重を求めるため、様々な日常生活の中で人が手摺に対して取る行動のパターンを想定し、17項目の行為を実際に被験者が行って、荷重を計測した。一般的な手摺2スパン分を想定した横棒をH形鋼を用いた反力架台に固定し、笠木の2箇所に取り付けたロードセルおよび、動ひずみ測定器で荷重を計測した(図1)。

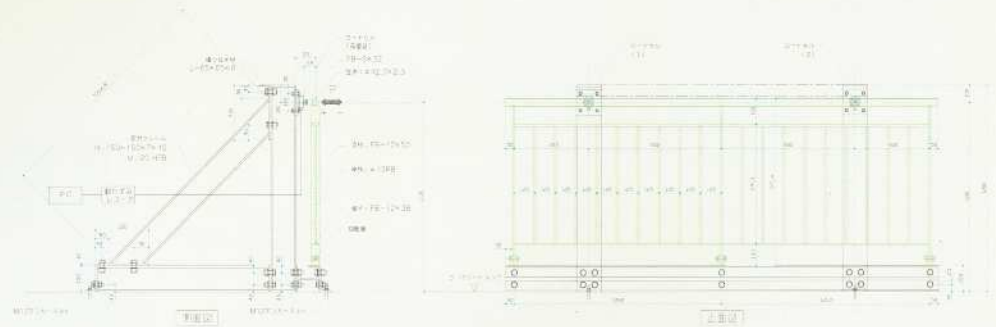


図1

B 手摺本体強度試験

一般に使用されている手摺の強度の現状を知るため、標準的に使用されている普及品をモデル化した試験体について、水平加力試験を行った。加力装置は(財)ベタリビングの優良住宅部品性能試験方法・墜落防止手摺 (BLT SR-05)「ユニットの水平荷重試験(1) [床支持] (150型)」を参考にした(図2)。

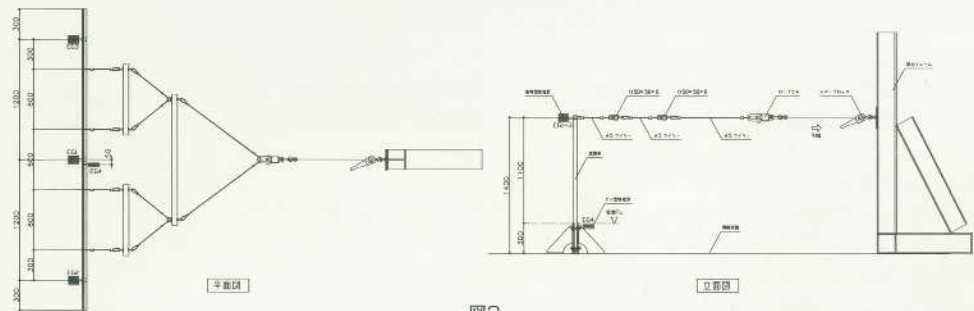


図2

C 手摺支柱強度試験

手摺支柱の、コンクリート躯体に対する取付方法による強度の違いについて計測した。試験体は、高さ1,100mm、本数1本の手摺支柱を、各種の取付方法で取り付けたコンクリートの仮想躯体とした。試験方法は、(財)ベタリビングの優良住宅部品性能試験方法・墜落防止手摺 (BLT SR-05)「ユニットの水平荷重試験(1) [床支持] (150型)」を参考にした(図3)。

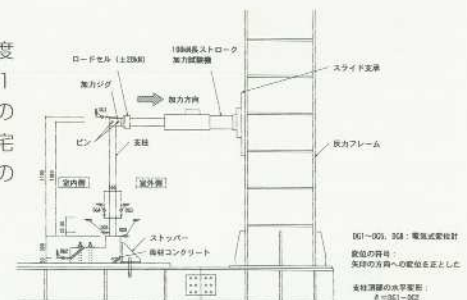


図3

D コンクリート躯体の支持強度試験

手摺が取り付けられている躯体コンクリート側の厚みと配筋の条件によって、手摺の取付強度に生ずる違いについて計測した。試験体は、厚みと配筋方法の異なるコンクリートの仮想躯体に標準的なアルミ手摺支柱を埋め込んだものとし、支柱上部に破壊にいたるまで水平荷重を加えた。実験装置・方法については、上記Cと同様のものとした。



6. 人間工学実験から得られたこと

手摺の強度は、当然ながら人間の生活の中での行動パターン、すなわち何人の人間がどのような状態で手摺に力を掛ける可能性があるかを想定しなければならない。一方、まれにしか起こらない非常時の荷重をどう想定するかは、大変難しい問題である。これらの人間の行動によって手摺にどのような力が掛かるかに関する実験を、実際の人間（成人）を動員して行った。

実験結果は以下のとおりである。

①4人による加力

4人で前向き、または後向きに手摺に寄り掛かる場合は平均265N/m (27kgf/m) であった。前向きの場合、最大でも363N/m (37kgf/m)、後向きの場合は最大で637N/m (65kgf/m) であった。

②4人による全力加力

4人で力いっぱいタイミングを合わせて、手摺を揺り動かすように力を掛ける場合は、平均1705N/m (174kgf/m)、最大2107N/m (215kgf/m) であった。この値は、引く場合に最大値が出ている。単純に4人でタイミングを合わせて押した場合は、平均1215N/m (124kgf/m)、最大でも1392N/m (142kgf/m) であった。なお、実際の手摺については、引く場合は人間が転落することはないので、押した場合の値が重要と思われる。

③1人による加力

1人による場合は、前向き・後向きに寄り掛かる力は平均196N/m (20kgf/m) 程度、最大でも372N/m (38kgf/m) であった。

④1人による全力加力

1人で手摺を力いっぱい押す場合は、平均715N/m (73kgf/m)、引く場合の平均は794N/m (81kgf/m) で、やはり押す場合のほうが小さい値であった。ただし最大値は、押す場合の1147N/m (117kgf/m) であった。

⑤1人による揺さぶり加力

1人で手摺を力いっぱい揺り動かす場合は、平均1068N/m (109kgf/m)、最大1548N/m (158kgf/m) であった。静的に押し引きする場合に比べて大きな値となっている。

⑥8人による加力

手摺長さ2mの範囲内に8人が押しくら饅頭状態で手摺に力を加えた場合、平均1695N/m (173kgf/m)、最大2048N/m (209kgf/m) であった。



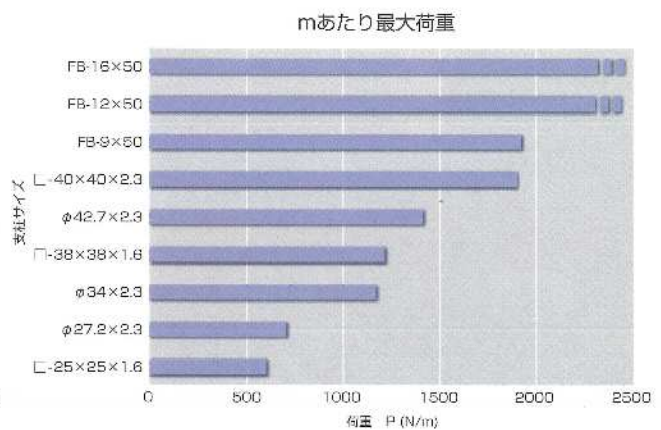
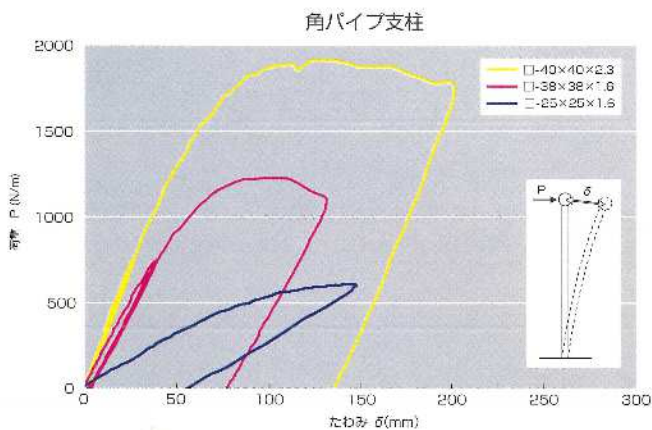
【人間工学実験・28人で遊戯行動（押しくら饅頭）】



7. 手摺の強度試験から得られたこと

試験の結果、以下のことが確認された。

- ①経験的に使用されているBL基準以下の一般的な手摺でも、強度的に問題が無い用途がある。
- ②手摺本体だけでなく、取付方法や、取り付けるコンクリートの強度・寸法・配筋状況も、手摺の強度を議論するうえで重要である。すなわち、手摺製作者や施工業者だけの問題ではない。



8. 手摺製作者、手摺施工者の役割

手摺の強度は、主として柱部材の強度に左右される。また手摺の支柱の躯体への取付方法によっても、手摺全体の強度は大きく影響される。工場・現場での溶接などは習熟度によって品質に差が生じ、ピンホール等があると腐食・錆の発生を早め、強度にも影響するので、品質管理には十分気をつける必要がある。

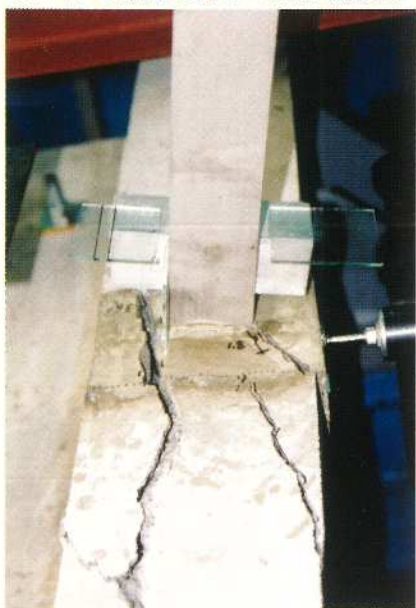
手摺の材質・強度・寸法など、部材ごとの強度、取付方法などについて不明な点は、業界団体である日本金属工業協同組合に相談して、よく確認していただきたい。

手摺の安全性は、人間の生活を守る上で大変重要な役割を担っている。安全な手摺を設置することについて、手摺製作者、手摺施工者は、使用者が安心して使用する上で大きな責任があることを自覚する必要がある。

一般的な躯体中120mmの破壊状況



グレード4~6に推奨される躯体中160mmの破壊状況



9. 設計者への要望

人間の生活の安全を守るために、安全に配慮した手摺の設計・採用をお願いしたい。しかし、衆目を集める建物において、デザイン重視で強度に不安がある手摺が見られるのが現状である。手摺に「寄り掛からないように」との注意書きがあったり、手摺の前まで人が行かないようにと、プランターボックスが置かれたりしているなど、本来の手摺の機能から考えて本末転倒の状況が見られる。意匠・コストのみを重視するのではなく、手摺としての基本的な性能を確保すべく、設計段階での適正な判断を切望する。

また、今回の実験結果からもわかるように、手摺木体と手摺を取り付ける躯体の関係からも強度に大きな差が出る。手摺を設計する場合は、手摺本体のみならず、躯体についても適正な設計が必要である。

これからの時代は、何か問題が生じた場合、法的な責任を問われることは不可避となろう。手摺に関して問題がおきないように、建物の用途別に手摺にかかる荷重に合ったグレードの手摺の採用をお願いする。特に不特定多数の人が集まる場所では、グレードの高い手摺の採用が求められるが、詳細は個々の条件に合わせた具体的な設計が必要となる。手摺について不明の点があれば、手摺製作者、手摺施工者と早めに打ち合わせる事が大切である。

10. 建設会社への要望

今回の手摺の実験結果から、手摺本体の強度が十分であっても、手摺を取り付けるコンクリート躯体の破壊によって、手摺本来の強度が得られない場合があることが明らかになった。

近年よく採用される「後付けコア抜き接着工法」では、コンクリート躯体の幅は少なくとも150mm以上が必要と思われる。また、鉄筋がシングル配筋ではコア抜きする際に鉄筋を切断してしまうことが考えられ、手摺強度が十分発揮できない可能性がある。また手摺の安全自主基準グレード4以上では、ダブル配筋が必要と考えられる。

手摺の選定に当たって、高いグレードを採用するには部材・材質の選定によってコストがかかる場合があるが、コストのみに左右されることなく、必要な強度は確保すべく、施工段階での配慮をお願いする。これからの時代は、何か問題が生じた場合、法的な責任を問われることは不可避となろう。手摺について不明の点があれば、手摺製作者、手摺施工者と早めに打ち合わせる事が大切である。

11. 建物使用者・管理者への要望

手摺に関する事故例を分析すると、金属製の手摺が一気に破壊した事例は、殆ど報告されていない。多くの場合、金属の錆や経年使用でのぐらつき等の不具合が長く放置されていたために、事故につながっていると考えられる。こうした経時的な劣化については、日常から自主点検を行い、不具合があった場合には速やかに建設会社に連絡し処置していただくことを、使用者・管理者にはお願いしたい。新築物件では民法上の規定で瑕疵担保期間は2年であり、重大な過失がある場合は10年間の瑕疵担保責任があるが、建物引き渡された後は、管理責任は建物の所有者にある。事故が起きないように日ごろから手摺の安全について気をつけていただきたい。

技術検討委員会

| | | | |
|----------|--------|-----------------|-----------------------|
| 理事長 | 宇津野和俊 | 菊川工業(株) | 代表取締役会長 |
| 副理事長 | 有明利昭 | (株)横森製作所 | 代表取締役社長 |
| 委員長・常務理事 | 内田吉則 | (株)ハコセン | 代表取締役社長 |
| 監修 | 真鍋恒博 | 東京理科大学工学部第一部 | 建築学科 教授 |
| 論文執筆 | 人間工学 | 内田吉則 | (株)ハコセン 代表取締役社長 |
| | 手摺強度 | 高橋正明 | (株)横森製作所 技術部課長 |
| | 取付方法 | 佐藤秋雄 | 菊川工業(株) 設計部シニアエンジニア |
| | 躯体強度 | 矢作一幸 | (株)大矢建工 取締役工務部長 |
| | 論文研究 | 松尾 勉 | 第一機材(株) 代表取締役社長 |
| 論文指導 | 全体考察 | 長谷川義之 | 外部委員 一級建築士 |
| 実験責任者 | 人間工学 | 加藤正男 | ナカ工業(株) 技術研究所技術グループ長 |
| | 手摺強度 | 高橋正明 | (株)横森製作所 技術部課長 |
| | 取付方法 | 松尾隆一 | 菊川工業(株) 営業部長 |
| | 躯体強度 | 石坂 寛 | (株)鐵興社 代表取締役社長 |
| 技術委員 | 補助手摺 | 久保田雅則 | 杉田エース(株) 取締役建材営業本部長 |
| | 補助手摺 | 田嶋哲也 | 杉田エース(株) 営業開発部長 |
| | 補助手摺 | 柴崎幹夫 | カネソウ(株) 東京支店長 |
| | 補助手摺 | 畑 宏明 | ワイエム工業(株) 本社特販部営業企画課長 |
| | 補助手摺 | 中垣 守 | (株)シンドウ工業 横浜営業所長 |
| | 補助手摺 | 飯田政春 | (株)ヤマヤコーポレーション 執行役員 |
| | スチール | 川崎 聖 | 三和興業(株) 営業部 |
| | スチール | 松永芳典 | (株)マツナガ 取締役営業部長 |
| | スチール | 鈴木政義 | (有)鈴木製作所 代表取締役 |
| | スチール | 入江信貴 | 入江建築金物工業(株) 取締役 |
| | ステンレス | 鳴海 明 | (株)マルサ佐藤製作所 東京支店長 |
| | ステンレス | 吉谷幸治 | (株)新高製作所 東京営業所長 |
| | ステンレス | 大林英則 | (株)新高製作所 設計課長 |
| | ステンレス | 吉岡利和 | 秋山金属工業(株) 営業部主任 |
| | アルミ | 穴戸 匡 | 久米工業(株) 関東ビル建材主任 |
| | アルミ | 久米克昌 | 久米工業(株) 常務取締役 |
| | アルミ | 高橋 隆 | 井上商事(株) 開発部課長 |
| | アルミ | 廣瀬良弘 | (株)サンレール 常務取締役 |
| | アルミ | 朝井藤昭 | 井上商事(株) 東京支店長 |
| 事務局 | 運営 | 二関信義 | 日本金属工業協同組合 事務局長 |
| デザイナー | パンフレット | 北野宏季 | 日本金属工業協同組合 専属デザイナー |
| 実験協力 | | 株式会社 横森製作所 川越工場 | |
| | | 財団法人 建材試験センター | |
| | | 日本工業検査 株式会社 | |
| | | 株式会社 東京測器研究所 | |

組合からのお知らせ

日本金属工業協同組合は、昭和62年に設立された関東金属工業協同組合を母体に全国展開されて、平成5年金属工業で唯一の国土交通省認可の組合として発足し、現在115社が加入しています。金属工業の地位向上、ネットワークによる情報の共有と連携、技術者の人材の確保、若手後継者の育成、共同仕入、共同購買などを目的に活動しています。

建設業法の許可を受け、金属工事を行う事業者であれば、組合加入ができます。

お問い合わせは下記まで

〒110-0016 東京都台東区台東1-6-6
 日本金属工業協同組合
 TEL : 03(3831)2981 FAX : 03(3831)2982
 E-mail : jirmukyoku@kinzokukyo.or.jp

2007年12月25日(初版) / 2008年3月1日(第2版)