

# 強化ガラス・倍強度ガラスの 使用上の留意事項

自然破損のメカニズムと取り扱い

平成 22 年 4 月



# はじめに

ガラスは私たちの居住空間を快適に過ごすためには欠かせないものです。しかしながら、この取り扱いや使用方法によっては割れたり、時には事故につながる場合もあります。この中で強化ガラス等の自然破損に関する問題は以前から知られておりましたが、近年はデザイン性、快適性の要求によりガラス建築の普及やガラスの大寸法化が進み、そのために発生する強化ガラス等の不具合に起因する問題が顕在化し、品質への要求も高くなっています。

そこで（社）建築業協会では板硝子協会、（社）カーテンウォール・防火開口部協会および日本ウインドウ・フィルム工業会の協力を得て強化ガラス等に関する情報収集を行いました。それらの情報を共有化し、発注者、設計者、施工者、管理者、ならびに使用者が共通認識を持ち、これらのガラスを安全かつ有効に活用されることを目的としてこのパンフレットをまとめました。

さまざまなガラスの種類の内、このパンフレットは『熱処理ガラス』に分類される「強化ガラス（JIS R3206）」並びに「倍強度ガラス（JIS R3222）」についてまとめたものです。

# 1. 強化ガラス、倍強度ガラスとは

## 製造・特徴

### 【強化ガラス】

ガラスを炉に入れ軟化点に近い約 650°Cに加熱し、両面に空気を吹き付けて急冷して造られます。表面が先に冷却・収縮、内部が遅れて冷却・収縮する過程で表面側に圧縮応力、内部側に引張り応力が生じ、バランスを保っています。表面に圧縮力が働いているため割れにくく、同じ厚さの普通のガラスの約 3～5 倍の強度があります。割れると細かい粒状になり、破片が当たっても負傷のおそれがないことが特徴です。

### 【倍強度ガラス】

フロート板ガラスを炉に入れ軟化点に近い約 650°Cに加熱し、両面に空気を吹き付けて強化ガラス製作時よりも緩やかに冷却させた加工ガラスです。同じ厚さのフロート板ガラスの約 2 倍の強度があります。破損した場合は、強化ガラスのような粒状に割れずに、フロート板ガラスに近い割れ方をします。

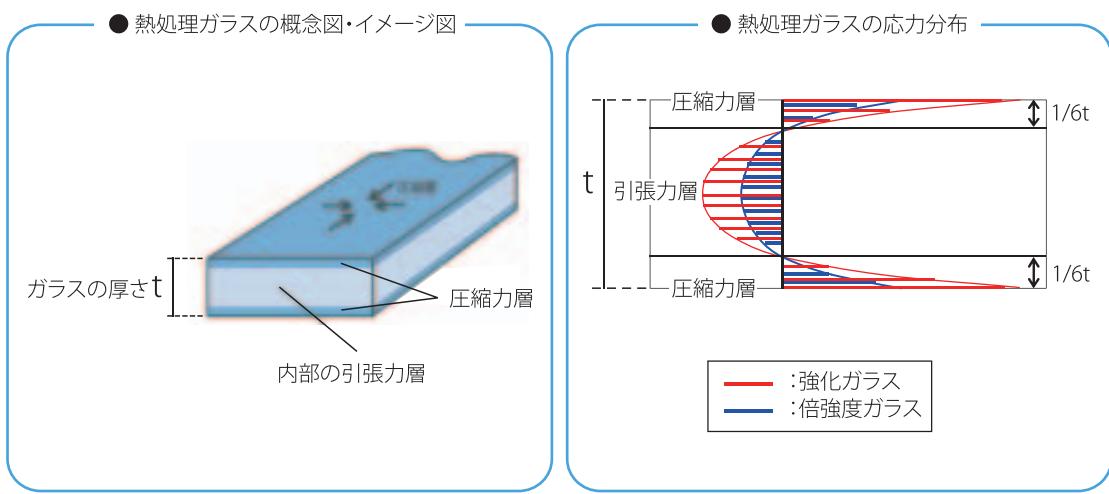
これらの熱処理ガラスは熱処理の影響により、通常の板ガラスと比較して、反射映像のゆがみは大きくなります。

## 破損

熱処理ガラスは主に以下の①～③の要因で破損する事があります。

下の熱処理ガラスの概念図・イメージ図の通り、ガラス内部では表面の圧縮力と内部側の引張力がバランスを保っており、②③に示す傷等が成長したり、異物の膨張が圧縮力層内（ガラス厚さの 1/6）を越えて内部の引張力層に達すると直接外力が作用していなくても突然破損することがあります。①以外の要因によるものを自然破損と呼んでいます。

- ① ガラスの強度以上の力が作用した場合
- ② 外的な力による表面やエッジ部分の傷
- ③ 製造過程で混入した微少な異物の膨張



## 破損

### <異物の膨張が原因の破損>

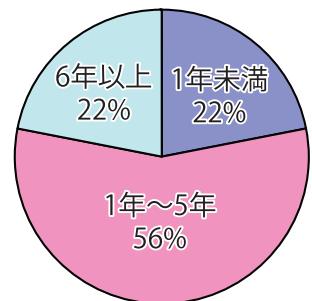
ガラスには製造過程で様々な異物が混入します。その1つに硫化ニッケル (NiS) があります。竣工後に環境の変化を受けて数ヶ月～十数年の間に緩やかに変化することがあります。このとき4%ほど体積膨張し、ガラス内部に微小な傷ができます。これが引張力層内に存在すると、ここを起点にひび割れが徐々に成長し、圧縮・引張りのバランスが崩れた時点で破壊します。

強化ガラスではヒートソーキ処理※を行うことによってガラス取り付け後の自然破損が起りやすい製品を除去しています。この処理により破損の発生頻度を低減はできますが、全て除去するのは大変難しいのが現状です。

#### ※ヒートソーキ処理：

強化加工後に再加熱処理（一般的には約300°C程度）を実施し、強化ガラスに微細な異物 (NiS等) が含まれていた場合、その異物を膨張させて強化ガラスを強制的に破損させる方法。倍強度ガラスの場合、異物 (NiS等) を膨張させても圧縮力層と引張力のバランスを崩すほどにはならず破損に至らないため実施されていない。

#### ●自然破損までの経過年数



(BCSの調査による強化ガラスの例)

### 強化ガラスの割れ方（例）



強化ガラスは細かい粒状に割れます

### 倍強度ガラスの割れ方（例）



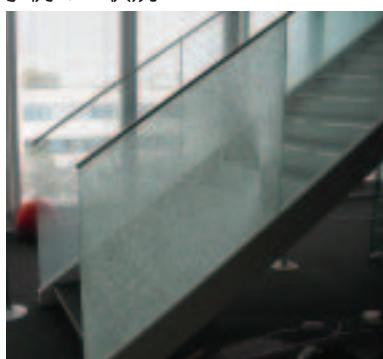
倍強度ガラスは強化ガラスのように粒状に割れずフロート板ガラスに近い割れ方をします。

## 割れ方 ・ 不具合事例

#### 事例1

強化ガラス (15ミリ、W×H=1,200×900mm) の手摺が新築から1年目に自然破損した。

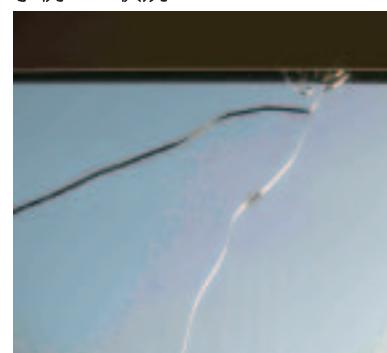
#### 事例1・状況



#### 事例2

海外製品の倍強度ガラス (10ミリ、W×H=1,546×1,755mm) の窓が新築から3ヶ月目に自然破損した。

#### 事例2・状況



## 2. 強化ガラス、倍強度ガラスの使用にあたって

### ■仕様決定上の留意点

説明事項	<p>発注者に対して以下の項目について、予め説明の上、了解を得ておく。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 自然破損の可能性があること。また破損した場合の対応要領を発注者・ガラスメーカー・エンドユーザーと確認しておく。(契約内容によるが、板硝子協会加盟メーカーでは製造後 10 年以内に異物 (NiS 等) により自然破損が生じた場合には、メーカーが製品を無償で支給するとしている場合があるが、取付代金等は発注者か建物所有者の負担が原則となっている。)</li><li>2. ガラスには使用部位に応じて「安全上の配慮事項」があること。</li><li>3. 飛散防止フィルムを貼る場合には耐用年数は屋内屋外で大きく差があるが、屋内側に貼付けた場合おおむね 10 年程 (ガラス飛散防止フィルムの貼替えに関する指針：日本ウインド・フィルム工業会刊による) が目安であるため、定期的なメンテナンスが必要になること。</li><li>4. 熱処理の影響により、一般のフロート板ガラスや熱線反射ガラスと比較して、反射映像のゆがみが大きいこと。</li><li>5. 生産時の部分的な温度差の影響で、筋状あるいは斑状の模様が見える場合がある。日射の状態によっては、虹色に見えることがあること。</li></ol> <p>尚、説明内容は相互に確認し、記録しておく事が重要である。</p>
基本的事項	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 使用部位別に自然破損対策 (合わせガラスの採用や飛散防止フィルム貼りによる脱落飛散防止措置等) を検討する。</li><li>2. 強化ガラスは、原則として厚さ 6 ミリ以上の強化ガラス及び設計者が必要と判断する場合、ヒートソーキ処理を施したものを使用することを設計図書に示す。</li><li>3. 倍強度ガラスは JIS 規格に準じたものを使用することを設計図書に示す。</li><li>4. その他の事項は JASS17 (日本建築学会、建築工事標準仕様書 ガラス工事) に準じる。</li><li>5. 日常的に目視確認しづらい箇所では、ガラス破損の確認が遅れ、脱落にいたる可能性があるため、熱処理ガラスを使用する部位はガラスが万一破損したとしても通常のメンテナンスで発見できる部分とする。</li></ol>
使用部位別 の配慮	<p><b>採用時の使用部位別の「安全上の配慮事項」</b></p> <p>熱処理ガラスは、外力による割れとガラス表面の傷、微細な異物に起因する割れ (自然破損) が生じる場合がある。強化ガラスは割れると細かい粒状になるため、破損時に破片が脱落することがある。従って、ガラスが破損して脱落した場合に人がけがをする危険がある箇所に使用する場合には、ガラスの飛散や脱落を防止する処置を施す必要がある。</p> <p><b>【ガラスが破損して脱落した場合に人がけがをする危険性がある箇所】</b></p> <p>落下高さが 3 m 以上、人通りが多い箇所、庇・屋根トップライト等水平や傾斜面に使用する場合</p> <p>* 板硝子協会では、高所 (厚さ 6 ミリ以上の時は落下高さ 3 m 以上、厚さ 5 ミリ以下の時は落下高さ 16 m 以上) や人通りが多い箇所、庇や屋根、トップライトとしての使用時に飛散・脱落防止処置を実施するよう推奨している。</p> <p><b>【ガラス破損時に人が転落する危険性がある箇所 (手摺等)】</b></p> <p>別途転落防止の処置の必要がある。</p> <p>特に人、物の積載を前提とする場合はその荷重を考慮した仕様を検討する必要がある。</p>

<p>使用部位別 での配慮 (次頁の使用例 の図、表参照)</p>	<p><b>【水平(斜)面】</b> 屋根、トップライトなどの水平面や傾斜面に使用すると、万一破損した場合に比較的大きな破片の塊となって落下する恐れがあるので、使用する高さにかかわらず強化ガラス、倍強度ガラスの単板使用や複層ガラス下側への使用は避ける。強化ガラスを上側に使用する場合でも、下側のガラスは合わせガラスとする。 ※建築基準法上の「耐火構造の屋根」に該当する部分は網入りガラスとする必要がある。</p> <p><b>【垂直面】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>外装、吹き抜け、手すりなどの高所(落下高さが3m以上)に強化ガラスを用いる場合は、破損・脱落時の被害が甚大になることが想定されることから、可能な限り合わせガラスを使用すること。費用面からやむを得ず単板とする場合は飛散防止フィルム貼りとする。いずれの場合も発注者と協議を行いガラス選定時に了解を得る。</li> <li>倍強度ガラスを採用する場合は、合わせガラスの使用、飛散防止フィルム貼り、製品製造時の管理の徹底等の対策を事前に検討の上採用する (板硝子協会加盟3社においては、倍強度ガラスは製品製造時の管理の徹底により、自然破損の例が極めて少なく、割れ方も粒状ではなくフロートガラスに近い割れ方することから単板での使用が可能との見解である)</li> </ol> <p><b>【出入口】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一般出入り口扉などは、「ガラスを用いた開口部の安全設計指針(建設省 住指発第116号S61.5.31、H3.4.4付改訂)によると衝突安全対策として強化ガラスを安全ガラスとして用いる場合は単板でも使用可としている。倍強度ガラスは安全ガラスにはならないので単板では使用不可とする。</li> <li>破損時に被害の限定される部位(落下高さが3m程度)では割れても粉々になる方が安全となる場合もあり、飛散防止フィルムの要否については慎重に判断する。</li> </ol> <p><b>【手摺】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>枠を使用していない手摺など、破損時に人が転落する危険性がある場合も、落下防止処置を必ず施す。</li> <li>強化ガラスを手摺に使用する場合は、可能な限り合わせガラスを使用し、破損時に人が転落する危険性がある場合の落下防止処置を施す。</li> </ol>
<p>ガラス スクリーン 構法等</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ガラススクリーン構法等に使用する場合、ガラスのエッジが露出したり、部分的に支持する場合が多いので、飛散防止処置に加え、構法に応じた落下防止処置を施す。</li> <li>エッジが露出している場合、強化合わせガラスや飛散防止フィルムを貼った強化ガラスでも、エッジから破片が脱落する恐れがあるので、エッジカバーを取り付けるなど、落下防止対策を施す。</li> </ol>
<p>飛散防止 フィルム貼り の留意点</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>飛散防止フィルムの貼付に関しては、ガラス寸法、納まりや保全計画に合わせた検討が必要である。</li> <li>飛散防止フィルム貼りとする箇所は、ガラスが万が一破損したとしても脱落を防止するため、通常のメンテナンスで発見でき、高所作業車などで容易に応急処置が可能な部分とする。飛散防止フィルムはガラスが割れた直後に取り替え等の対応ができるのであれば有効であるが、放置されるとガラス片がかたまりで落ちてくる場合もあり、かえって危険な場合があるので対策を事前に検討しておく。</li> <li>破損による飛散防止対策として飛散防止フィルム貼りとする場合には内張りとし、将来の貼り替えが容易であることを確認する。</li> </ol>

＜使用部位の例＞

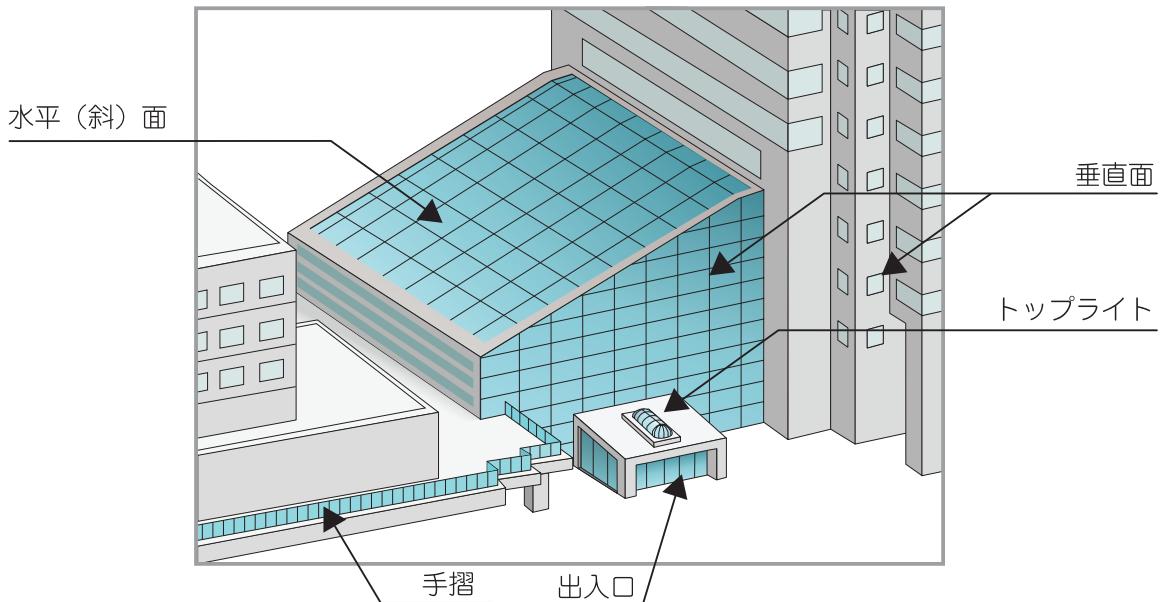


表1：強化ガラス厚さ（6mm以上）の使用例

落下の高さ		3m未満	3m以上
使用部位	垂直面	単板使用 ○	単板使用 ▲
一般部	水平(斜)面	単板使用× 複層ガラス下面使用×	
出入口口周り <sup>※2</sup>	単板使用○	単板使用▲	
手摺		単板使用 ▲	
日常的に確認しづらい箇所		—	

○：自然破損への対策は不要（単板での使用可）

△：自然破損への対策の要否を事前に判断する

▲：自然破損への対策実施を推奨する

×：使用不可

—：強化・倍強度ガラスの採用について検討が必要

表2：倍強度ガラスの使用例

落下の高さ		3m未満	3m以上
使用部位	垂直面	単板使用 ○	単板使用 △ <sup>※1</sup>
一般部	水平(斜)面	単板使用× 複層ガラス下面使用×	
出入口口周り <sup>※2</sup>		単板使用 ×	
手摺		単板使用 ▲	
日常的に確認しづらい箇所		—	

※1：BCS内の調査や板硝子協会加盟3社の情報では、倍強度ガラスが自然破損する例が強化ガラスと比較して低いことがわかっている。また倍強度ガラスが割れた場合、その割れ方がフロートガラスに近く、落下の可能性は少ないとから板硝子協会加盟3社では倍強度ガラスを一般部の垂直面に単板使用することは可としている。

※2：「ガラスを用いた間口部の安全設計指針」による、人体にかかわる部分を示す

## ■ご利用にあたってのお願い

	<p>[建物維持管理上のお願い事項]</p> <ol style="list-style-type: none"><li>ガラス表面についた傷やガラスの中に残存する異物の体積変化により、外力が加わっていないなくてもごくまれに破損することがあります。</li><li>日常点検や台風・強風・地震時には点検を御願いします。破損などの異常が見られた場合には、直ちに脱落防止処置を施す必要がありますので施工会社または設計者にご連絡ください。</li><li>クリーニングの際にカッターナイフや金属のスクレーパーは使用しないでください。また、スクリュージ（ガラス清掃用水切り器具）の金属部分がガラスに触れないように注意してください。</li></ol> <p>[ご利用に際してのお願い事項]</p> <ol style="list-style-type: none"><li>飛散防止フィルムはガラスが破損した際の飛散を一時的に防止するためのものです。ガラスが破損すると強度が保てなくなりガラス片が塊となって脱落する恐れがありますので日常の点検で破損の確認が必要です</li><li>飛散防止フィルムは紫外線や熱線、温湿度などによって経年劣化します。フィルムメーカーでは内部貼り付けのものは貼り付け後 10 年程度経過した場合、貼り替えを推奨しています。</li><li>トップライト等の上には絶対に乗らないでください。</li></ol> <p>[その他]</p> <ol style="list-style-type: none"><li>強化ガラス、倍強度ガラス単体使用では防災・防犯性能はありません。</li><li>熱処理の影響により通常の板ガラスと比較して、反射映像のゆがみは大きくなります。</li><li>ガラス面やガラスの角、小口に傷をつけないようにして下さい。</li><li>ガラスに貼られているシールは原則として剥がさないで下さい。</li></ol>
破損状況	強化ガラスは、いったん破損が起こると瞬時に全面破碎します。破損した場合には、粒状になった破片が脱落することがあります。 倍強度ガラスは、フロート板ガラスに近い割れ方になります。

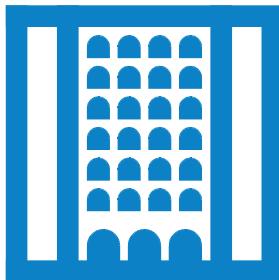
## ■監理上の留意点

基本的事項	<ol style="list-style-type: none"><li>熱処理後の切断、孔開け、切欠き等の加工はできないので、正確な使用寸法で発注するように施工業者に指導する。</li><li>小口に強い衝撃を受けると破損しやすいため、小口が露出の場合はステンレス等で小口をカバーする等の配慮がなされているか確認する。</li><li>脱落防止処置及び飛散防止処置の実施を確認する。</li></ol>
品質の確認	強化ガラスの場合、設計図書にヒートソーキ処理の必要が記載されていることを確認し、施工者の計画にその内容が盛り込まれているかを確認する。その場合には、ヒートソーキ処理など製作上の留意事項等についてはメーカーと事前に協議する事が必要である。 倍強度ガラスの場合、表面圧縮応力が 20 ~ 60MN / m <sup>2</sup> (MPa) (JIS R 3222 による) であることを製造ロット毎（製造日、大きさ、厚さ等）に確認する。

## ■施工上の留意点

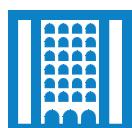
基本的事項	<ol style="list-style-type: none"><li>熱処理ガラスは自然破損の可能性があることについて発注者が了解していることを確認する。了解していない場合には、監理者、設計者と協議する。</li><li>破損が発生した場合の対応要領（連絡ルート、ガラス製造までの処置等）についてあらかじめ、設計者・ガラス工事店・ガラスマーカーと協議しておく。</li><li>熱処理後の切断、面取り加工などできないので、正確な使用寸法で発注する。</li><li>発注時期には余裕を持つこと。</li><li>その他の事項は JASS17（日本建築学会、建築工事標準仕様書 ガラス工事）に準じる。</li></ol>
トップライト	トップライト等に使用されているガラスは、人体による集中荷重に対する強度検討は実施されていない場合があるがほとんどであるので、トップライトガラスを清掃する際など、ガラスには絶対に乗らないように注意する。
受入検査	強化ガラスの場合、設計図書に従って、ヒートソーキ処理が実施されたことを確認する。倍強度ガラスの場合、表面圧縮応力が $20 \sim 60 \text{ MN/m}^2$ (MPa) (JIS R 3222 による) であることを製造ロット毎（製造日、大きさ、厚さ等）に確認する。
傷への配慮	ガラス面やエッジに傷が付くと破損につながるので特に運搬時や保管時に注意が必要である。
保全資料	<p>「工事完成時に提出する書類」として施工者が作成する保全に関する資料に注意事項を記載する。</p> <p>(自然破損に関する文例)</p> <p>強化ガラス（もしくは倍強度ガラス）は自然破損する可能性があります。定期的な点検や台風・強風・地震時に点検を行っていただき、異常がある場合は立入禁止措置の上、設計者や施工会社に連絡をお願いします。</p> <p>(フィルム貼りの場合の文例)</p> <p>強化ガラス（もしくは倍強度ガラス）は破損した場合にはガラスの破片が飛び散ったり落下します。この状態を回避する為に飛散防止フィルムを室内側に貼っていますが、耐用年数があります。飛散防止フィルムの貼替えの目安は、使用箇所により異なりますが、おおむね 10 年程度を目処にご検討下さい。</p> <p>(トップライト等に関する文例)</p> <p>トップライトは人が乗ることを想定していません。清掃等の際にあやまって人が乗ることがないようにして下さい。</p>





## 会員会社（50 音順）

青木あすなろ建設	鴻池組	東鉄工業	前田建設工業
浅沼組	五洋建設	東洋建設	真柄建設
新井組	佐藤工業	戸田建設	増岡組
安藤建設	清水建設	飛島建設	松井建設
伊藤組土建	西武建設	巴コーポレーション	松尾建設
岩田地崎建設	錢高組	ナカノフドー建設	松村組
大木建設	大末建設	南海辰村建設	三井住友建設
大林組	大成建設	西松建設	村本建設
大本組	大日本土木	日本国土開発	名工建設
奥村組	大豊建設	間組	森本組
鹿島建設	大和小田急建設	長谷工コーポレーション	矢作建設工業
株木建設	竹中工務店	ピーエス三菱	りんかい日産建設
北野建設	鉄建建設	福田組	若築建設
共立建設	東亜建設工業	藤木工務店	
熊谷組	東海興業	フジタ	
コーナン建設	東急建設	本間組	



社団法人 建築業協会

●本部

〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-5-1 東京建設会館  
TEL 03-3551-1118 (代) FAX 03-3555-2463

●関西支部

〒540-0031 大阪市中央区北浜東1-30 大阪建設会館  
TEL 06-6941-4788 (代) FAX 06-6946-8301