

平成25年度建築基準整備促進事業

調査番号:P6

昇降機の安全装置等の要求性能に関する検討
報告書

学校法人東京電機大学

2014年4月11日

1. 事業の目的

平成25年度 建築基準整備促進事業の調査番号:P6の調査項目は、「昇降機の安全装置等の要求性能に関する検討」で、具体的な調査の目的と内容は次のとおりである。

調査の目的

- エレベーターの最近の事故事例を踏まえ、エレベーターの安全な運行に関し、駆動装置、制御装置、安全装置等に求められる要求性能について、必要な技術的知見を収集し、エレベーターの安全対策のあり方について検討を行うとともに、これに加えて安全性向上に寄与する包括的な仕組みについて提案することを活動の目的とした。

調査の内容

- エレベーターの安全な運行に関して、駆動装置、制御装置、安全装置に求められる要求性能について、国内及び海外の基準及び審査方法等の調査を行い、現行の建築基準法との比較を行うことにより、エレベーターの安全性の確保のために必要な性能及び審査方法等について技術的知見の取りまとめをおこなう。

2. 取り組み体制

事業主：学校法人東京電機大学

組織：

委員長：東京電機大学 教授 藤田 聡

委員会及びWG委員：

昇降機に見識のある学識経験者

（東京農工大 教授、埼玉工業大学 講師）

一般社団法人日本エレベーター協会（本部及び製造会社の主要な6社）

協力委員：国土交通省、

国土交通省 国土技術政策総合研究所、

独立行政法人建築研究所

なお、一般社団法人日本エレベーター協会には、調査等を円滑に推進するために作業WGを設けた。

3. 主要な調査項目

事業目的に対し、次の3項目に分けて検討を進めた

(1) 昇降機に求められる、安全要求事項から評価基準までの検討

- ・事故防止の観点からエレベーターの機器に要求される仕様と評価基準を、安全性に関する上位の概念である安全要求事項から展開して検討を行う。

(2) 国内外の性能評価体制の比較と安全性向上に向けた提案

- ・海外で運用されているエレベーター機器の性能評価体制を参考として、国内での運用方法について提案を行う。

(3) 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

- ・重要な安全装置であるブレーキを取り上げ、性能に及ぼす要因を実験にて確認し、性能の評価及び確認時点での重要項目を抽出する。

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(1) 調査手順

1) 安全要求事項の把握

国際規格、海外の法令・規格を中心に、エレベーターに求められる安全要求事項(以下GESRと呼称(GESRsは:Global Essential Safety Requirementsの略))を把握する。

2) 事故の状況把握

既存の報告書を活用して、重大な事故に結びつく可能性の高い事故事例を把握する。

3) 事故に関連の深いGESRsの把握

事故事例と安全要求事項とを比較して、重大な事故に結びつく可能性が高い安全要求事項を検討対象として把握する。

4) GESRsに対する対象機器の把握

エレベーターの標準仕様書(TS A0028)から選定したGESRsに関連する全ての該当箇条番号を抜き出す。該当箇条番号で規定された機器を対象機器として把握する。

5) 評価基準の検討

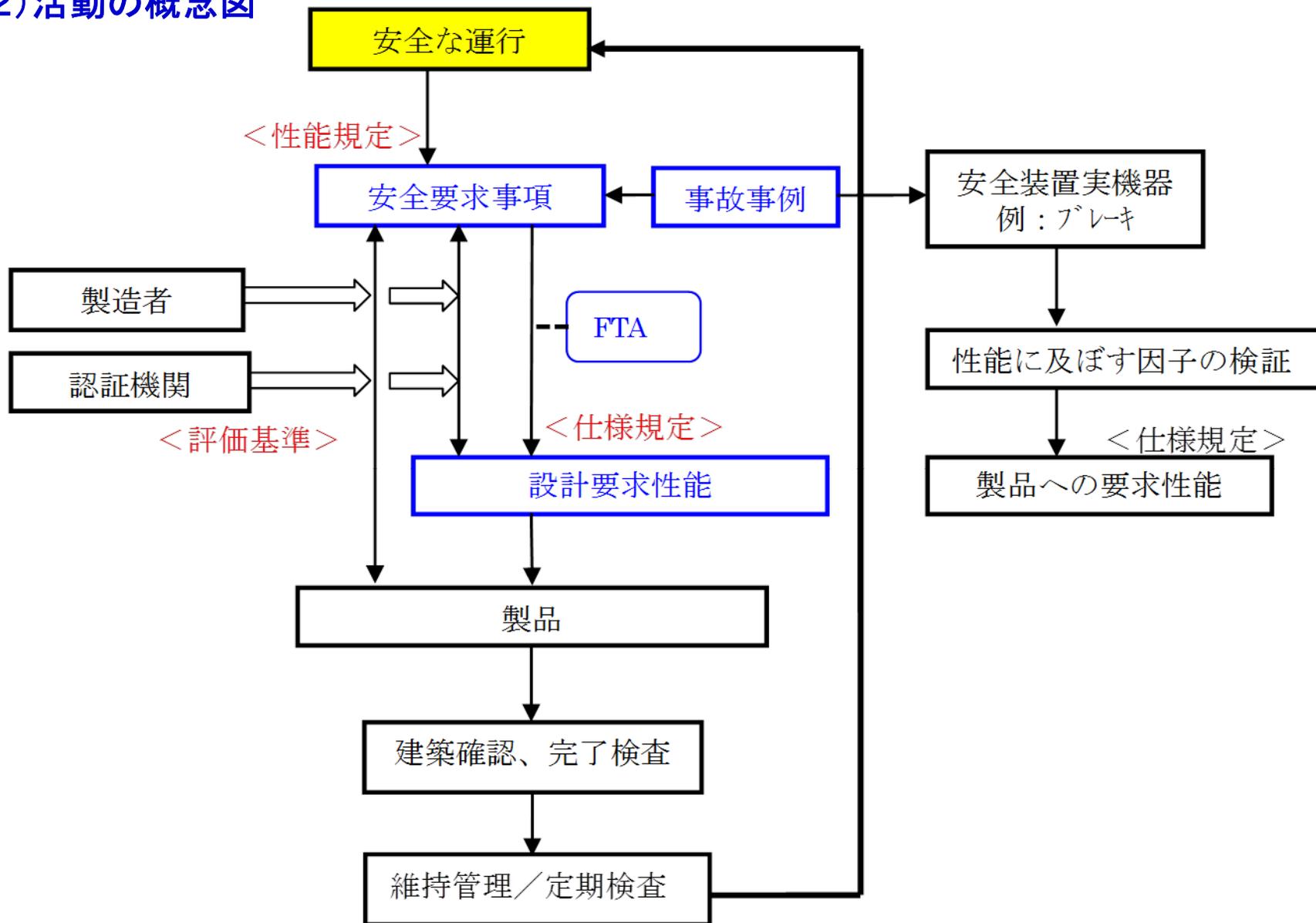
対象機器が有している個々の機能及び仕様規定を明記し、それに対応する評価項目・手段を明らかにする。さらに評価項目・手段に対する評価基準を検討する。

6) FTAによる妥当性評価

以上の検討の妥当性評価の為、特定のGESRsについてFTA分析を行い検討対象とした機器と評価基準に漏れが無いかが評価する。

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(2) 活動の概念図



4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(3) 事故・不具合情報

エレベーターに関係する過去の事故情報を原因が推定できる形で再調査するには時間的制約があるため、次に示す既報告を利用した。

これらにより1985年以後の主な事故を把握できた。

1) 国土技術政策総合研究所 報告書

「建築設備等の安全性確保のための制御システム等の設計・維持保全技術の開発」の「国内エレベーター事故原因分析」より

調査期間1985年～2007年のデータ181件

2) 消費者庁事故データベース(エレベーター関係を抽出)

調査期間2006年～2013年のデータ90件

3) 日本エレベーター協会収集の報道関係情報

調査期間2013年度のデータ21件

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(4)GESRの選定手順

- ① ISO22559-1に規定されている、全てのGESRsの項目に対して、実際の事故・不具合事例を割りあてる。
- ② 事故の程度を(死亡)(重大)(軽傷)(なし)に分類し、その推定原因を(機器要因)と(その他)に分類する。
- ③ 各GESRs項目ごとに、事故による死亡件数とその内の機器要因件数を把握する。
- ④ 機器要因で死亡事故が発生した事例を含むGESRsを検討対象とする。
ただし、戸開走行保護装置を除いて現行法で対策が義務付けられているものを除外するとともに、死亡事故ではないが死亡事故に繋がる可能性のあるものは追加する。

選定したGESRs

番号	GESRs番号	項目名	死亡件数	内、機器要因件数
1	6.1.1	エレベーター装置類の支持	0	0
2	6.1.6	乗場戸の施錠とかごドアの戸閉め	1	1
3	6.2.1	昇降路への落下	7	4
4	6.3.3	かごと乗場の位置合わせ	0	0
5	6.4.6	かごの非制御走行	4	2
6	6.5.6	作業区域からの落下	2	1
7	6.5.9	様々な危険性からの防護手段	12	1

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(5) 安全要求事項と対象機器の評価基準

分析事例として、死亡件数の多いGESRs6.2.1(昇降路への落下)を取り上げる。
GESR~TS対象箇条~対象機器~対象機器の機能~対象機器の仕様~評価項目~評価基準の手順で分析する。

GESR 番号	国際的 必須安全要求事項	標準仕様書TSの該当箇条	対象機器	対象機器の機能
6.2.1	昇降路への落下 使用者や非使用者、認定者が昇降路に落下するリスクを防止するための措置を講じなければならない。	5.2.2.2 開口部の戸 5.2.2.3 開口部の戸の強度 5.3 昇降路の強度 7.2 乗場戸の強度 7.4.2 乗場ドアの案内装置 7.7.1 転落保護 7.7.3.1.6 施錠装置の強度 8.4.1 構造(エプロン) 8.4.2 強度(エプロン) 9.11 戸開走行保護装置 ----- (12.4 ブレーキシステム)	5.2.2.2 開口部の戸 ①点検用ドア ②昇降路救出口 ③点検用トラップドア ④非常着床用出入口 5.3 昇降路の強度 ⑤昇降路 7.2乗場戸の強度 ⑥乗場戸 7.4.2乗場ドアの案内装置 ⑦乗場戸案内装置 7.7.1 転落保護 ⑧レベル検出制御装置 7.7.3.1.6 施錠装置の強度 ⑨施錠部品 8.4.1 構造(エプロン) 8.4.2 強度(エプロン) ⑩エプロン 9.11戸開走行保護装置 ⑪戸開走行保護装置 ----- (12.4 ブレーキシステム)	①~⑨は昇降路への落下を防ぐ ⑩はかご位置がずれた場合に昇降路への落下を防ぐ ⑪戸開走行を強制的に停止し、はさまれ防止と昇降路への落下防止。

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(5) 安全要求事項と対象機器の評価基準(つづき)

対象機器の仕様規程	仕様規定に対する評価項目・手段	評価基準
<p>①～⑥は鍵を用いなければ開かないこと</p> <p>①～⑦は5cm²の円又は正方形に300Nの等分布荷重をパネルに鉛直に加え、外れず、次を満足すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・15mmを超える変形がないこと ・塑性変形が生じない <p>ガラスの場合は省略</p> <p>⑧図10:各ゾーン</p> <ul style="list-style-type: none"> 開錠ゾーン: ±350mm以内 (但し、非連動: ±200mm) ドアゾーン: ±200mm以内 再床合わせゾーン: ±75mm以内 着床ゾーン: ±10mm以内 <p>⑨は1000Nの戸開力に対して永久変形せず、戸閉状態を維持すること</p> <p>⑩はかご敷居には、対面する乗場出入口の全幅にわたって鉛直に伸びたエプロンを設ける。この鉛直部は下方に伸び、下端は水平との角度を60°より大きい傾斜面とする。この傾斜面の水平投影寸法は20 mm以上とする。エプロンの鉛直部の長さはかご敷居(床面)から下に向かって0.6 m以上とし全長は0.75 m以上とする。面積が5 cm²の正方形、又は円形に300 Nの等分布荷重を乗場側からエプロンの任意の位置に、垂直にかけたときの条件は、次による。</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 15 mmを超える変形を生じない。 b) 塑性変形が生じない。 <p>⑪は異常時、下記以内で停止させること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上昇時: かご床面と乗場枠間が100cm以上かつ乗場床面とエプロンの折り返し部分間が11cm以下 ・下降時: 乗場床面とかご出入口上枠間100cm以上 	<p>①～⑥試験により施錠、解錠確認をする。</p> <p>①～⑦力を加えて変形量などを金属製直尺を用いて測定すること。</p> <p>⑧位置検出装置の位置及び制御装置の回路、プログラムが要求事項を満足するか確認</p> <p>⑨力を加えて確認</p> <p>⑩寸法を計測確認、力を加えて変形量などを確認</p> <p>⑪設置及び作動の状況確認を行う。(業務方法書による)</p>	<p>①～⑦仕様規程で求められている条件・数値を満足していること。</p> <p>⑧単独の故障で機能を改質することが無いこと</p> <p>⑨、⑩仕様規程で求められている条件・数値を満足していること</p> <p>⑪業務方法書の項目を全て満足すること</p>

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

(6)FTAによる事故要因の分析

- 死亡件数の多い“昇降路への落下”を頂上事象として捉え、FTAによる評価を加えることで前項での分析手順の妥当性評価を行った。

(分析結果に基づく結論)

- 前項の分析手順により必要な仕様規定が明確になり、その仕様規定を満足する製品になっていれば、安全性の向上に繋がることが判明した。
しかし、経年的変化をするもの等については、前項で導かれた評価基準のみでは不足する項目があり、保守・定期検査により安全性を確保をする必要がある。
- 結論として、安全な運行を維持するには、製品自体の品質確保と保守・定期点検による維持管理が両輪として重要なものとなる。

4. 安全要求事項(GESRs)から評価基準の検討

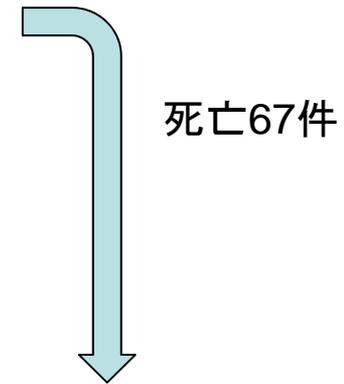
(7)まとめ

国総研報告書に記載のエレベーターに関する事故(表A)の中から、死亡事故67件を対象として、GESRsに基づく事故防止対応可否分析したものを表Bに示す。

工事中の事故、状況詳細不明などをのぞいた31件の死亡事故に対して、技術的検討が必要となる3件の災害を除き、GESRsの要求事項に沿った、エレベーター機器の仕様規定や安全に対する防護措置の充実により事故防止対応が可能になると想定される事象が9割を占めており、上位概念で安全性能を捉えることで幅広い事故に対して対応が可能となる。

表A

No.	被害状況	件数
1	死亡	67
2	重症	15
3	軽傷	29
4	閉じ込め	1
5	被害なし	47
6	その他(不明)	1



表B

No.	内容	件数	GESRsに基づく事故防止対応可否
1	機器や保護措置の不備	28	GESRsに基づく機器や保護措置の仕様で対応可能。
2	技術的課題	3	現時点での対応困難
3	工事中の事故など	33	エレベーター機器が未完もしくは機器要因以外であり対応できない
4	状況詳細不明	3	対応可否不明

5. 国内外の性能評価体制の比較

(1) 性能評価の体制・審査方法の調査検討

エレベーターの安全性向上に寄与できる仕組みの検討のために、国内と海外で実施されている評価制度と適用される基準及び、その体制などについて調査した。

調査範囲は次の通り

- ①国内は建築基準法に基づく仕組み
- ②欧州の昇降機の認証制度
- ③北米での昇降機の認証制度
- ④ISOでのエレベーターの安全と認証に関する規格体系

5. 国内外の性能評価体制の比較

(2) 国内での認証制度

1) 型式適合認定制度

建築基準法第68条の10、第68条の25による型式適合認定は建築確認の審査の簡略化を目的とし、国土交通大臣が指定した指定認定機関で行う。

2) 大臣認定制度(構造方法等の認定)

建築基準法第68条の26による構造方法等の認定、及び建築基準法第37条第二号による建築材料(主索)など高度な計算の審査等、専門家の判断が必要なものが対象で、指定性能評価機関で事前に評価されたものについては建築基準法が求める性能を有するものとして国土交通大臣が認定を行う。

3) 38認定制度

本制度は、平成12年に廃止され現在では使用されていない。

廃止前は建築基準法に規定のない建築材料又は構造方法について、法令要求と同等以上の効力があるものとして建設大臣が認める制度であった。

4) 自主評価

建築基準法に対する適合性を公的機関として評価するものである。

昇降機の場合、初回に適用する安全装置などの性能が建築基準法の要求を満足していることを証明する資料として確認申請時に建築主事から求められることにより運用されている。

5. 国内外の性能評価体制の比較

(3) 欧州での認証制度

1) CEマーキング

欧州連合では境域内の製品品質確保と自由な流通を目的に欧州連合内の共通的な規律(連合法令)を指令に定め、その基準に合格していることを第三者認証及び自己適合宣言で明確にし、その適合性を示す表示としてCEマークを製品に貼り付けている。

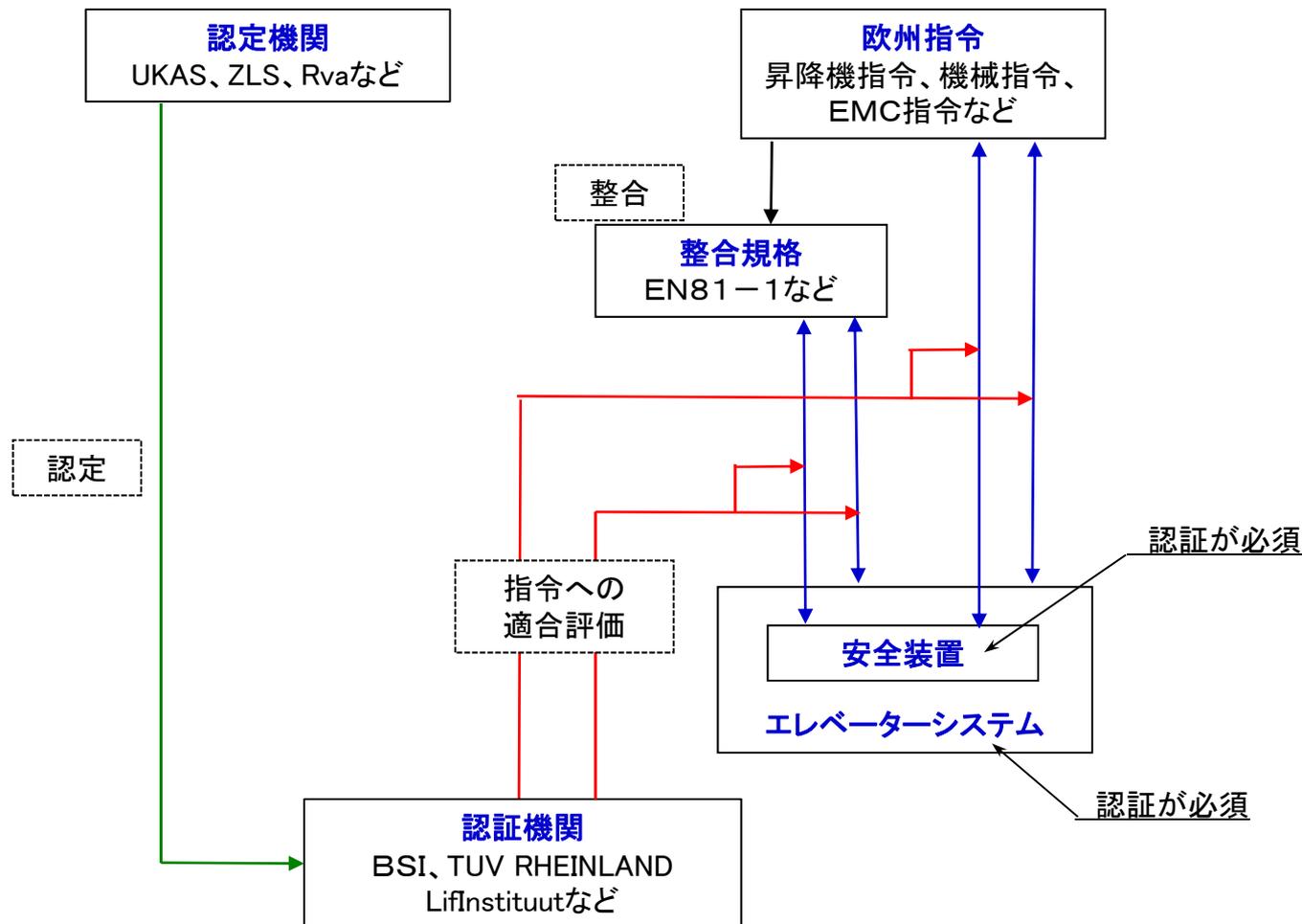
2) 昇降機に適合される指令と基準

指令には該当製品の必須安全要求事項(性能基準)や適合性証明方法が記載され、適用に当たっての詳細実施例(仕様規定)は官報に整合規格リストとして、公表されている。エレベーターに適用される指令と規定は次の通り。

製品区分	指令名[該当指令] (*1性能基準を含む)	適用される欧州規格 (仕様規定などの詳細仕様) (Harmonized Standard)	第三者認証が必要なアイテム
エレベーター	昇降機[指令95/16/EC] (L/D : Lift Directive)	EN81-1 ロープ式エレベーターの安全基準	・全体システム ・安全部品 (調速機、非常止め、緩衝器、ドアインタロック、上方向安全装置、電子安全装置)
		EN81-2 油圧式エレベーターの安全基準	・全体システム ・安全部品 (調速機、非常止め、緩衝器、ドアインタロック、降下防止弁、電子安全装置)
	電磁環境両立性 [指令2004/108/EC] (EMC Directive)	EN 12015 (EMC放射性) EN 12016 (EMC免疫性)	・全体システム

5. 国内外の性能評価体制の比較

(3) 欧州での認証制度 (つづき)



5. 国内外の性能評価体制の比較

(4) 北米での認証制度

1) 規定

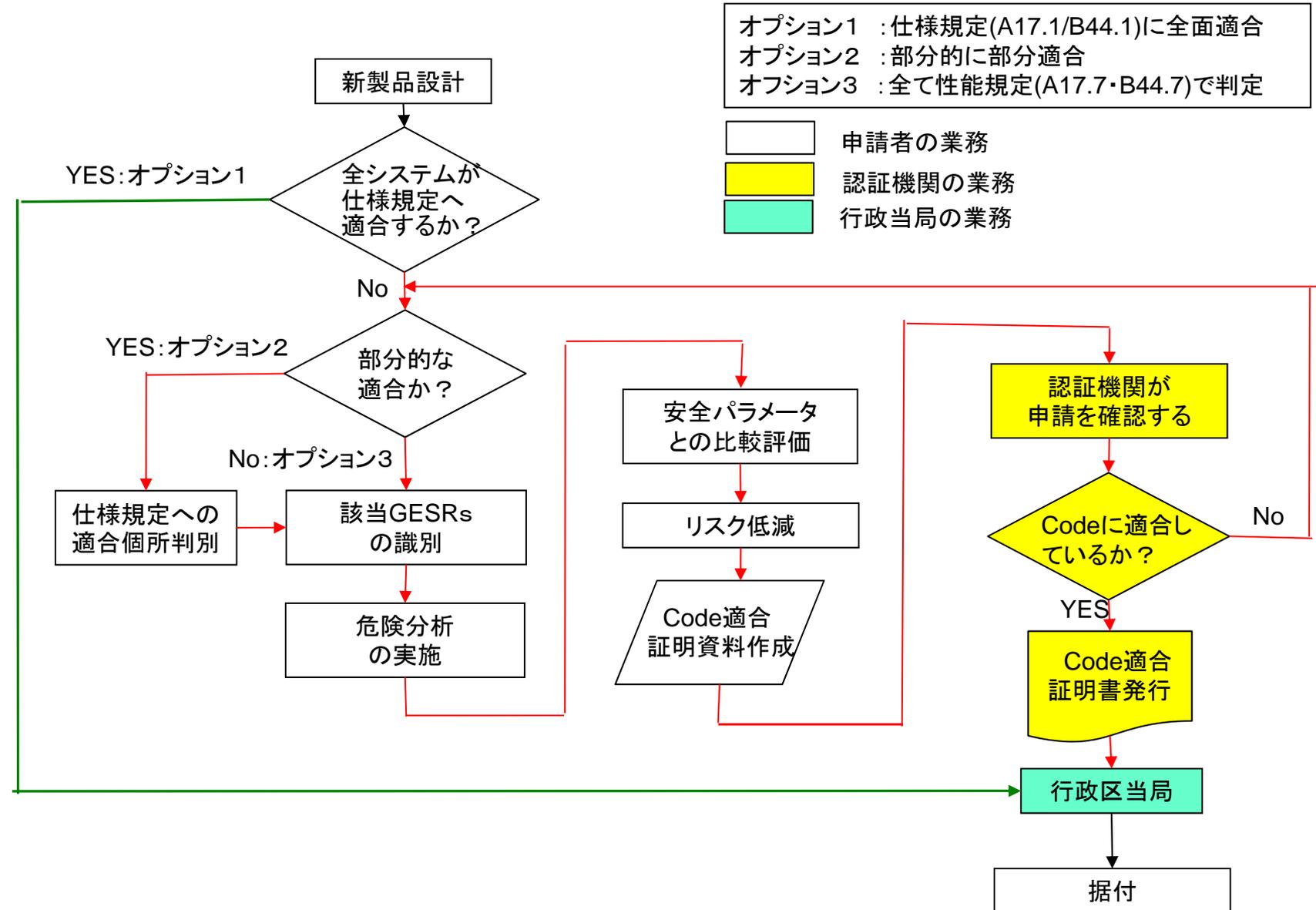
- ・性能規定として2007年ASME A17.7(アメリカ機械工学会規格)/CSA B44.7(カナダ規格協会規格)を定めている。
- ・仕様規定としてASME A17.1/B44.1を定めている。

2) 認証制度

- ・米国基準協会(ANSI)又はカナダ基準協会(SCC)より認定を取得した認証機関が製品評価を行う認証システムとしている。
- ・法的な基準は行政区当局毎に規定される建築法令で定められ、そこに指定された規格が法的見做し基準になる。
- ・現時点で性能規定であるASME A17.7を指定している行政区当局は37地区ある。

5. 国内外の性能評価体制の比較

(4) 北米での認証制度 (つづき)



5. 国内外の性能評価体制の比較

(5)ISOの動向

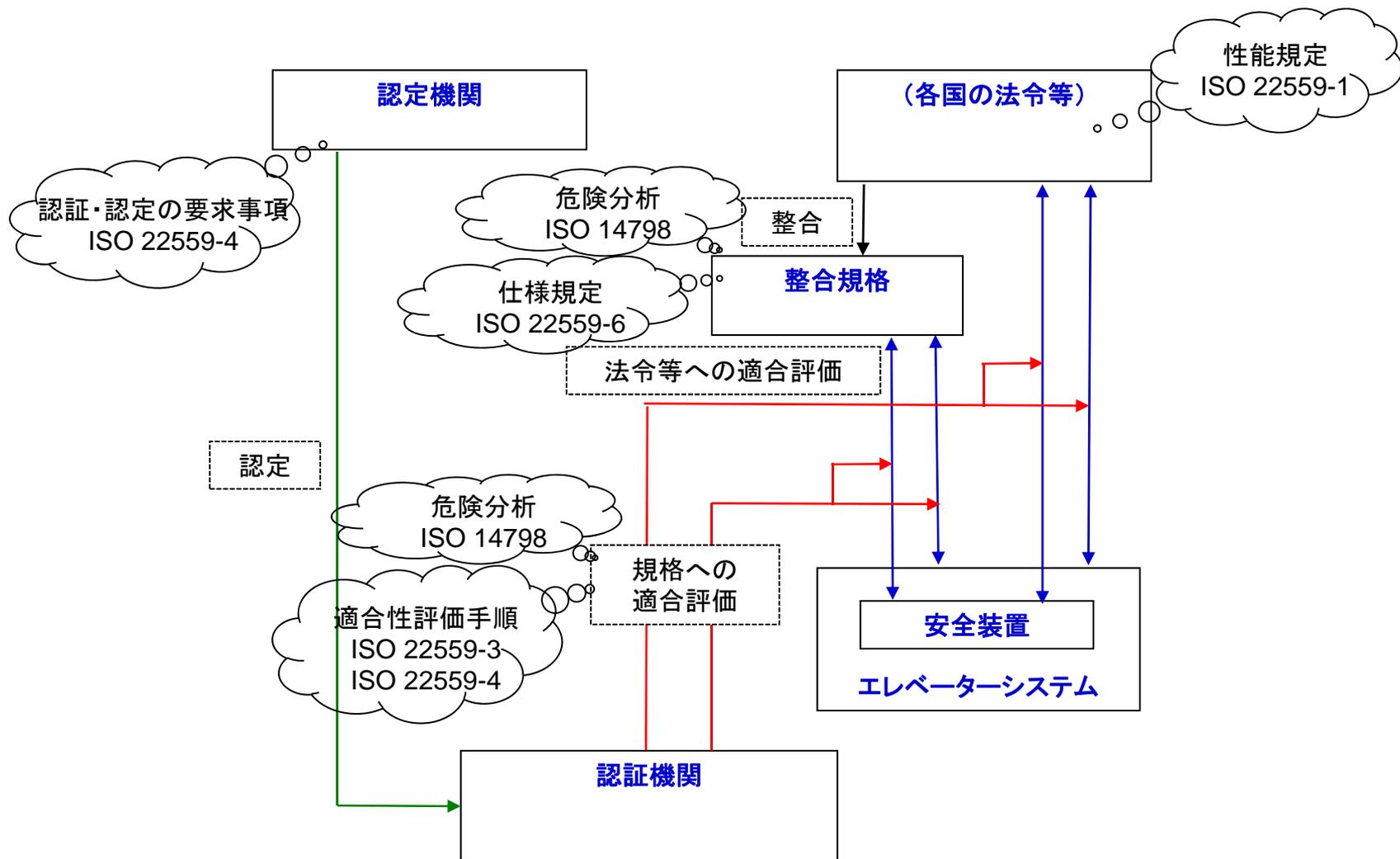
昇降機基準はISO/TC178/WG4(昇降機の技術委員会-第4部会)で審議されている。ISOでは欧州の認証制度を参考にISO-22559シリーズの規格開発整を行っている。

規格番号	枝番	規定名称	状況	備考
ISO 22559	-1	リフト (エレベーター) のための安全要求事項 第1部 国際的必須安全要求事項 (GESRs: Global Essential Safety Requirements)	ISO/ISで発行済	性能規定
	-2	リフト (エレベーター) のための安全要求事項 第2部 国際安全パラメーター (GSP : Global Safety Parameters)	ISO/TSで発行済	安全数値 (目安)
	-3	リフト (エレベーター) のための安全要求事項 第3部 国際規格適合性評価手順 (GCAP Global Conformity Assessment Procedure) [一般要求事項(General Requirements)]	ISO/TSで発行済	認証方法
	-4	リフト (エレベーター) のための安全要求事項 第4部 国際規格適合性評価手順 (GCAP : Global Conformity Assessment Procedure) [認証および認定の要求事項 (Certification and Accreditation requirements)]	ISO/TSで発行済	認証機関の認定 方法
	-6	リフト (エレベーター) のための安全要求事項 第6部 仕様規定 (仮称)	2014初EN81-20/50 ベースで規格開発に 着手予定	仕様規定

5. 国内外の性能評価体制の比較

(5) ISOの動向 (つづき)

ISOの仕組みは、欧州の性能評価体制を参考とし、エレベーターシステム及び安全装置の評価を、性能規定ISO 22559-1又は仕様規定ISO22559-6の適合評価で行う。



6. 昇降機の安全性向上に向けた提案

(1) 安全性確保の仕組み

1) 昇降機の安全性

国内外の制度を比較した結果、安全性確保の要件には次が必要と考えられる。

- ①製品設計が仕様規定を満たすこと、又は仕様規定を超えた範囲では性能規定を満足すること。⇒ 体系的な安全基準の策定
- ②製造及び設置段階で①の機能が有効に働くこと。⇒ 評価体制の構築
- ③稼働段階で②の機能が有効に働くこと。⇒ 維持・管理体制

2) 体系的な安全基準の策定

- ・性能規定のISO 22559-1をベースとした新たな性能規定のJIS制定
- ・仕様規定のISO 22559-6をベースとした新たな仕様規定のJIS制定

3) 性能評価体制の構築

体系的な安全基準を策定したのちの体制として次の運用方法が考えられる。

- ①建基法との関連を持たせずJIS単独で運用する体制
- ②建基法との関連をもたせてJISを運用する体制

6. 昇降機の安全性向上に向けた提案

(2) 性能評価体制の構築

1) JIS単独での運用

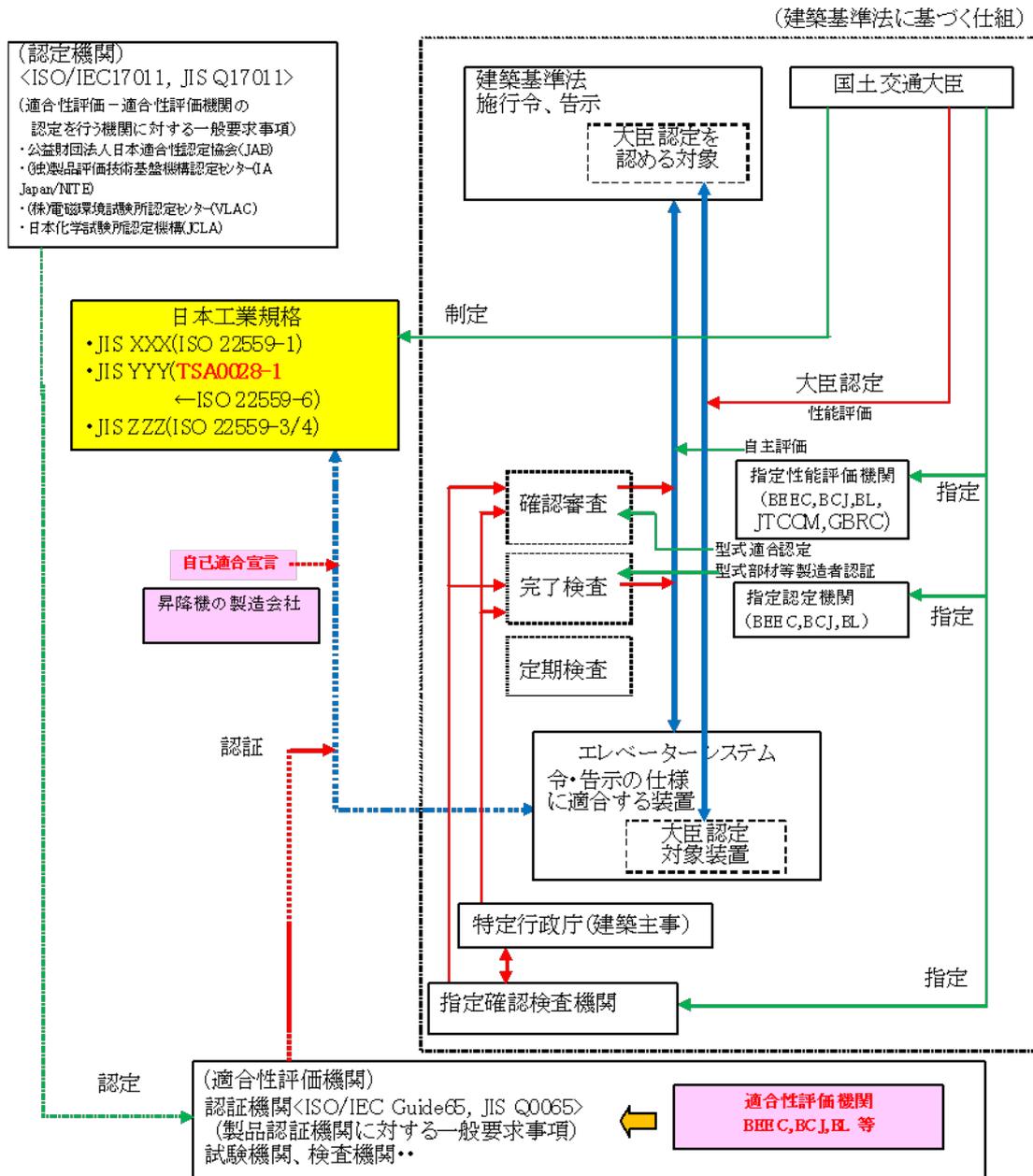
性能規定のJIS及び仕様規定のJISを建基法の枠外におき、製造会社の自己適合宣言又は適合性認証機関からの認証を取得する。

(利点)

- ・現行法での運用可能
- ・海外との相互認証可能

(欠点)

- ・現行法令との二重作業
- ・専門性のある第三者機関の参画が必要



6. 昇降機の安全性向上に向けた提案

(2) 性能評価体制の構築

(つづき)

2) 建基法と関連させた運用

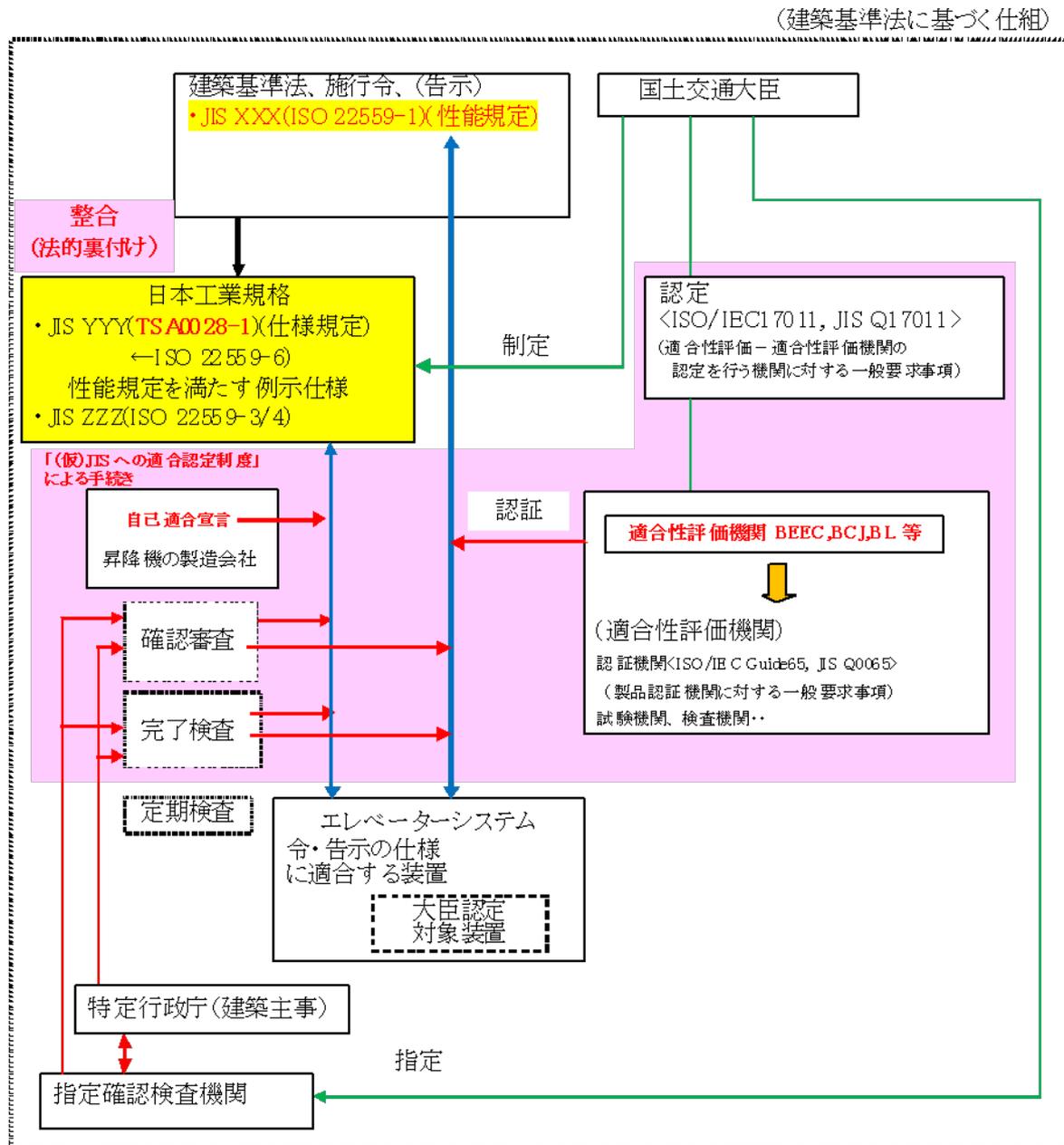
性能規定のJIS及び仕様規定のJISを建基法から引用し、新たなJISへの適合認定制度によりJISへの適合を認証する。

(利点)

- ・実効性と信頼性が高まる
- ・海外との相互認証可能

(欠点)

- ・法制度での位置づけが困難



6. 昇降機の安全性向上に向けた提案

(2) 性能評価体制の構築 (つづき)

3) 自己適合宣言による評価を建築確認・完了検査に適用する提案

前項で述べた“建基法の中での運用”は、法令との関係で実現に多くの課題がある。そこで、エレベーターの安全性向上に向けて、現行の法規体系の中でも運用可能な案として、JISを活用して自主評価及びJISの自己適合宣言により建築確認・完了検査の実効性を高める案を提案する。

1) 安全性向上へ向けての提案

提案1: 安全装置に関する自主評価の運用の徹底

- ・予め定められた安全装置について製造会社が初回に適用する場合は、必ず事前に指定性能評価機関での自主評価を行う。

提案2: 新JISを活用した新たな評価方法の導入

- ・性能規定及び仕様規定のJISの制定、検査に関するJISの改訂を実施する。
- ・性能規定または仕様規定のJISへの適合を、製造者が“自主適合宣言”で宣言する。
- ・新たに制定するJISへの適合を確認する自己完了検査レポートを提示する。

2) 実効性の確保

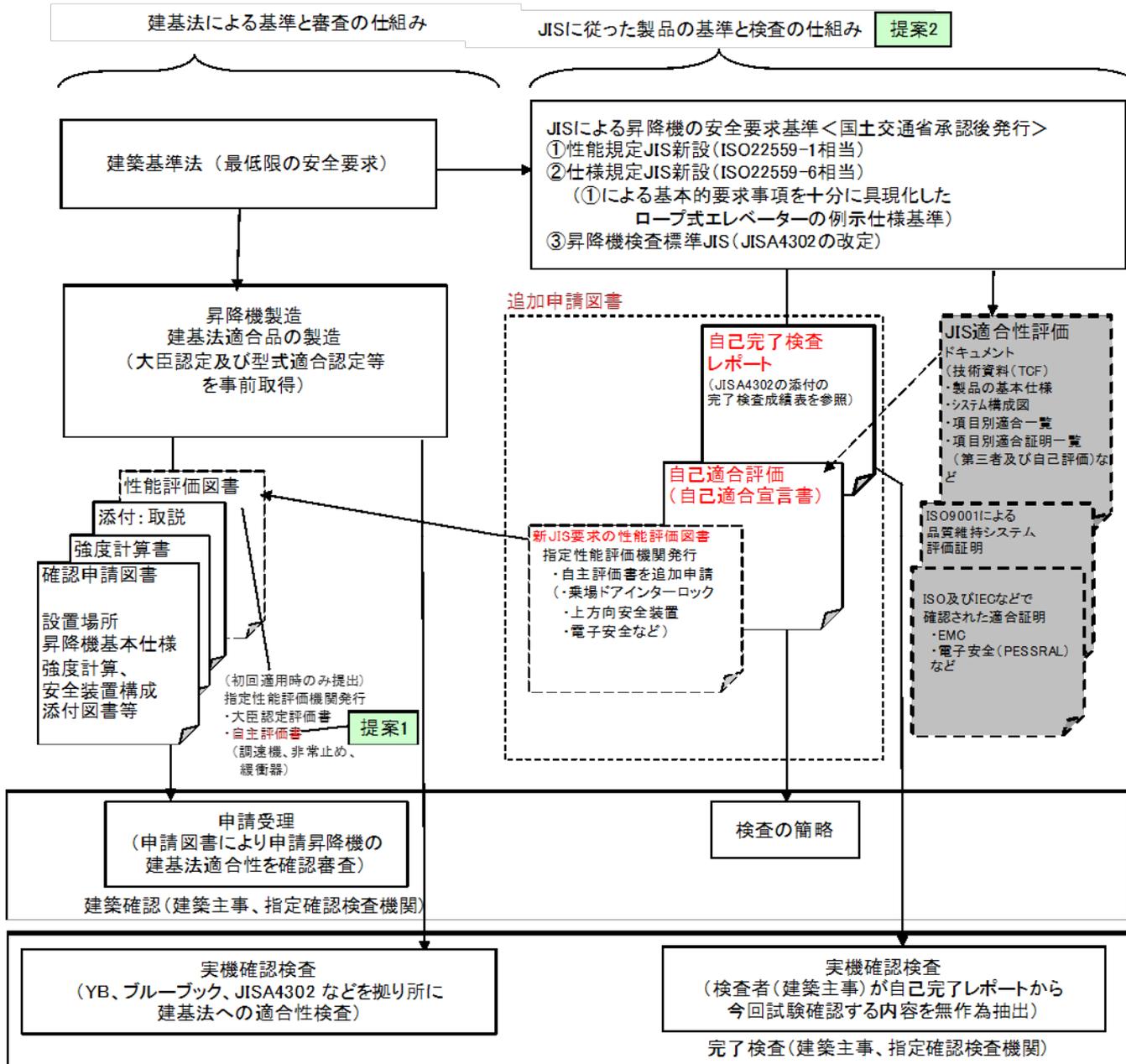
提案1、提案2を進めることを目的として建築主事等による業界への指導を行う。

例えば、

- ・JIS適合宣言書を提示することによりJISへの適合が確実に履行される状況を整える。
- ・自己完了レポートの中から、建築主事がメーカー担当者とともに検査や確認を行う。

6. 昇降機の安全性向上に向けた提案

3) 自己適合宣言による評価を建築確認・完了検査に適用する提案 (つづき)



7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(1) 試験の目的

エレベーターの安全な運行に係る重要な装置として、ブレーキを取り上げ、その特性について把握することにより、安全な運行に寄与する知見を得ることを目的として試験を実施する。

実際の使用環境でブレーキに発生しうる条件として、水、油類がその性能にどのような影響を与えるかを検証することで、昇降機の確認申請時における審査、完了検査を行う際に重要な確認項目を把握する。

(2) 試験概要

① ブレーキ方式

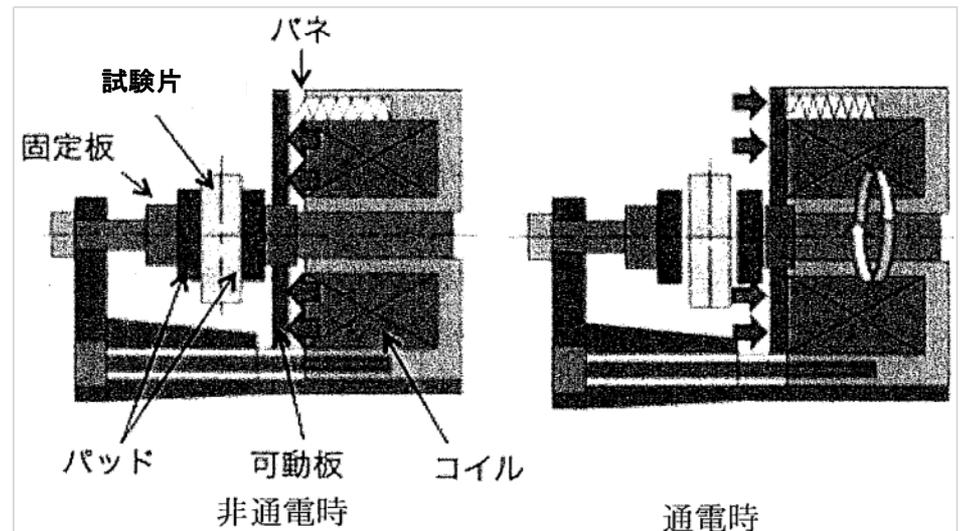
エレベーターのブレーキにはディスクタイプとドラムタイプが多く使用されているが、本試験では、ディスクタイプのブレーキを使用した。

② 試験片

材質、硬度に関してブレーキディスクを模擬した長方形断面形状の試験片を使用した。

③ 測定項目

使用環境の要因と試験片を押し引きする際の荷重の関係を調査した。

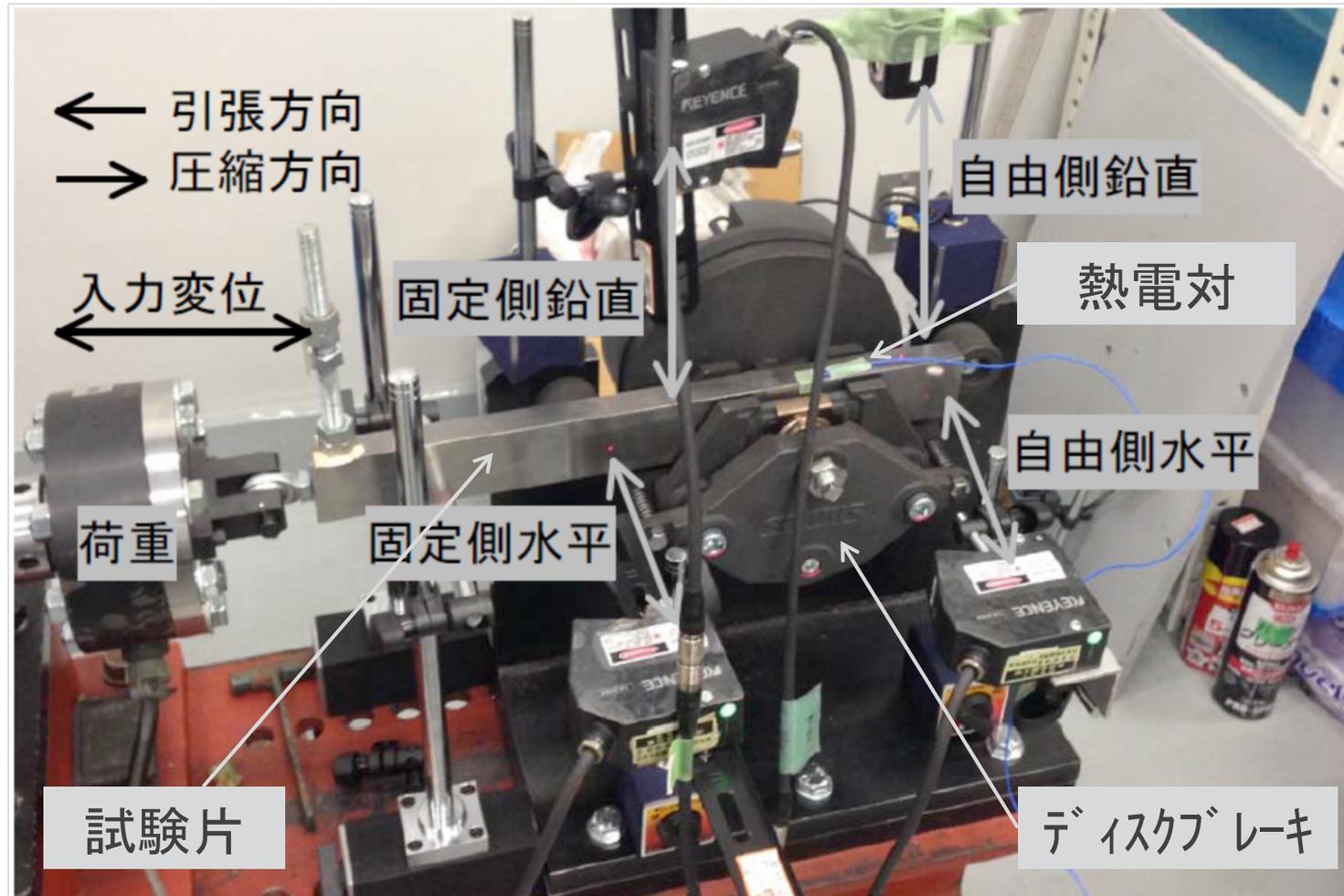


ブレーキの概略図

7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(3) 試験装置

- ・試験片を押し引きする荷重をロードセルで測定。
- ・試験片表面の温度をT型熱電対で測定。
- ・試験片の水平及び鉛直の振れをレーザー変位計で測定。
- ・試験の様子をビデオ撮影。



7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(4)測定対象・実験条件

測定対象：

- ①試験片とブレーキパッド間で発生する摩擦力の変化
- ②試験片の表面温度の変化

実験条件：

- ①試験片の表面粗さ(Ra0.8、Ra1.6、Ra3.2)、
- ②制動面への水付着(有、無)
- ③制動面への油付着(3種)

次の3種類を用い、油の違いによる影響についても確認した。

- 1) グリス(協同油脂株式会社 マルテンプSRL / 転がり軸受用)
- 2) ロープ油(東京製綱株式会社 ワイロールR-M / ワイヤロープ専用油)
- 3) 機械油(製造会社非公開 / 高荷重用ウォームギア専用潤滑油)

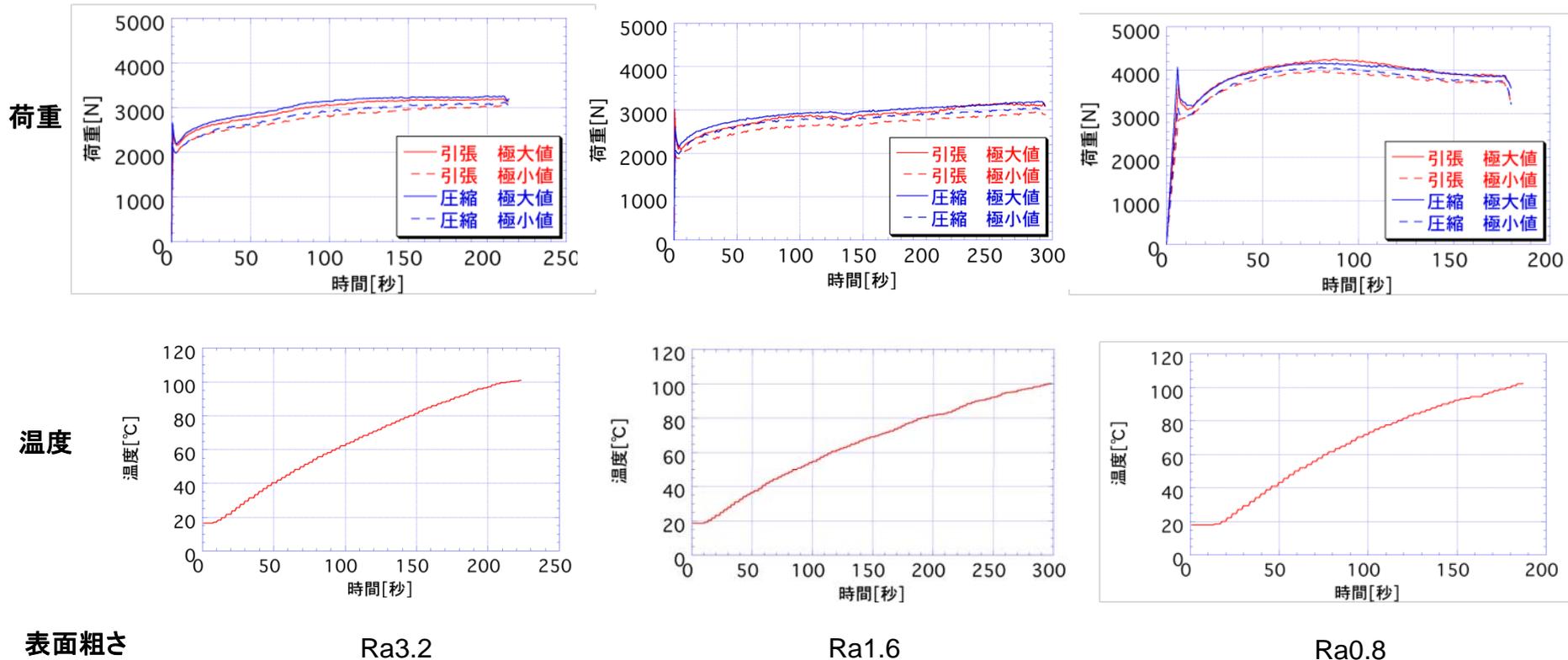
実験に使用した油の粘度は、グリス > 機械油 > ロープ用油の順番で低くなる。

7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(5) 要因の影響

1) 試験片表面粗さの検討

試験片の表面粗さが摩擦力にどのような影響を与えるかについて、表面粗さを3種類変化させて確認した。表面粗さが異なるとブレーキのすり合わせが完了するまでの時間が異なるが、すり合わせ後の表面粗さを確認しても大きな違いは無かった。



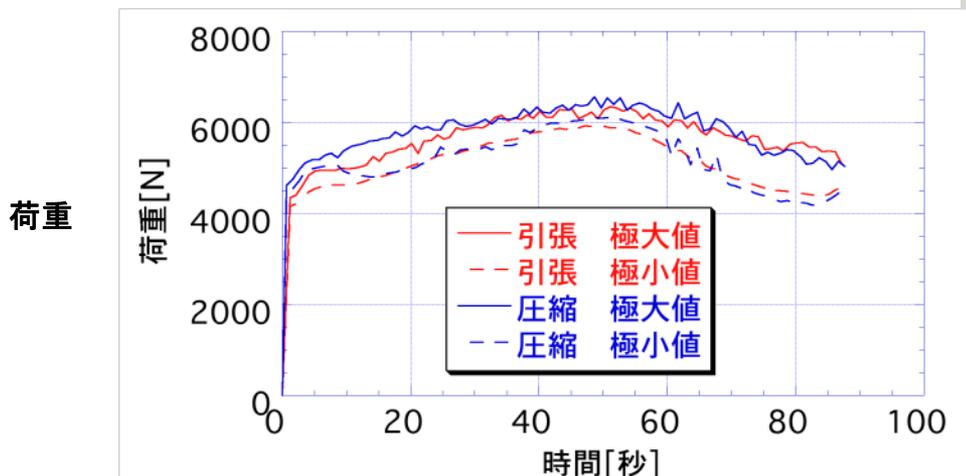
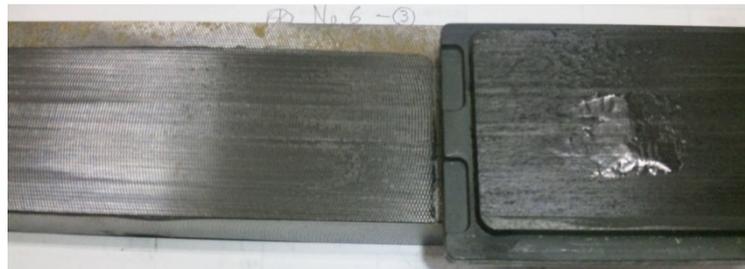
7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(5) 要因の影響(つづき)

2) 制動面に水が付着した時の影響

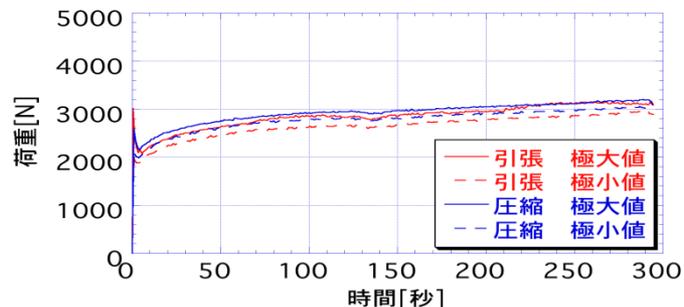
ブレーキで試験片を把握した状態で試験片とブレーキパッドに霧吹きで水を付着させ、摩擦力の変化を確認した。制動面に水が付着した条件では乾燥時よりも摩擦力が上昇した。

摩擦力が上昇することの推定原因としては、表面に存在するブレーキパッドの粉末と水が混ざり砥石で包丁を研ぐような状態になり、試験片の表面が平滑になることで摩擦係数が上昇するからだと考える。



ブレーキパッドに水付着

制動面に水が付着した場合の
試験片(左)とブレーキパッド(右)の例



乾燥状態

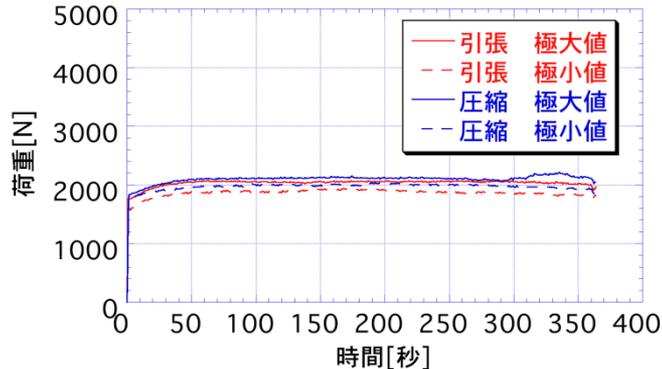
7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(5) 要因の影響(つづき)

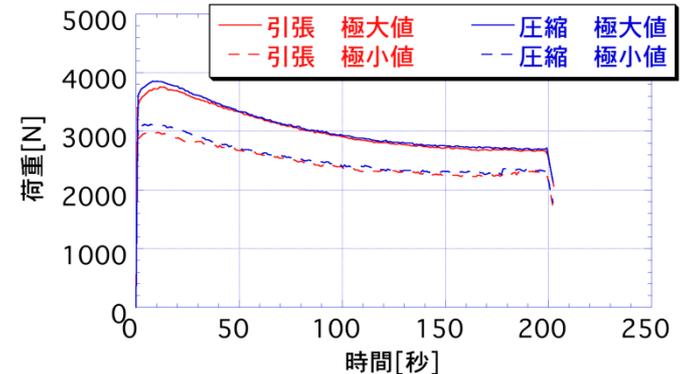
3) 制動面に油が付着した時の影響

試験片とブレーキパッドの接触面に、油を少量付着させた条件では油種により摩擦力の低下度合いに差があるが、一貫して乾燥時よりも摩擦力が低下した。

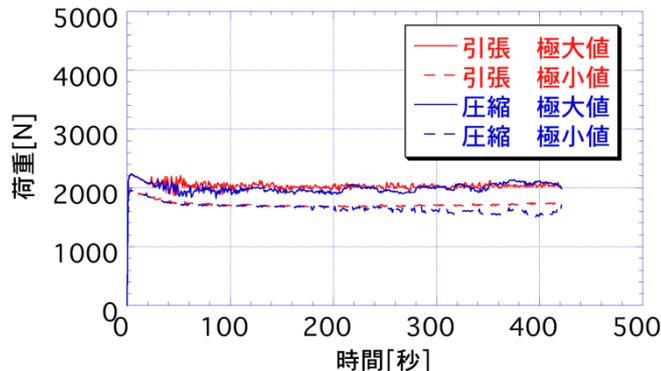
試験片及びブレーキパッドの油を洗剤で除去して試験を実施した結果では、試験開始直後は乾燥時の摩擦力に達するがすぐに低下し、摩擦力は低下した状態を維持した。



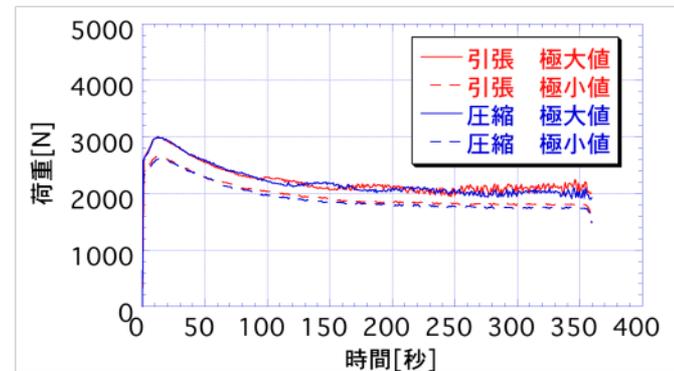
① グリス塗布



② グリスを洗剤で除去後再試験



③ ロープ油塗布



④ 機械油塗布

7. 制動装置の実機試験と評価のポイントの検討

(6) 製品評価時での重要項目

前項までの試験結果から製品を審査する際に重要と考えられる項目は次のようになる。

注) 試験装置での実験と実際のブレーキの使用状態との違いがあることから、今回の実験結果によって確定的な結論は出せないことに注意が必要である。

1) ブレーキディスクの表面粗さ

表面粗さについては、ブレーキのすり合わせ時についてのみ摩擦力に影響があるが、実際に使用される条件(=すり合わせを実施後)では摩擦力に影響を与えない。

⇒ 確認申請時に製品を審査する際には考慮不要と考える。

2) 制動面への水付着

水が制動面に付着した場合、摩擦力は一旦低下するが終始乾燥時の摩擦力を上回るため、制動面に水が付着することですぐ危険な状態に至ることはないと推測される。

⇒ 確認申請時に製品を審査する際には考慮不要と考える。

3) 制動面への油付着

制動面への油付着については、制動力の低下に直結し、水の付着の場合と違って影響が継続する。

⇒ 油がブレーキディスク、ブレーキパッドに付着しない対策は必須と考える。

- ・巻上機(ブレーキを含む)の審査ではブレーキの制動面に油が付着しない構造であることを確認する必要がある。
- ・制動面に油が付着した際には、ブレーキディスクに付着した油類を除き、必ずブレーキパッドを交換する必要がある。

8. まとめ

- 今回の調査では、過去の事故事例をもとにGESRs(安全要求事項)を選定し、これを達成するために機器に求められる評価基準について検討するとともに、エレベーターの安全性向上に向けてのあり方について提案を行った。
- GESRsは複数の機器が関係している為、GESRsを達成する為には、これら複数の機器が持つべき仕様をすべて満足していることを確認する必要がある。
- 各機器の仕様規定の内容は機器ごとに異なるため、評価基準も機器ごとに定める必要がある。
例として、ブレーキ性能に及ぼす要因について実験で確認したが、個々の機器の評価にあたっては性能に及ぼす要因とその評価基準についての的確に把握する必要がある。
- エレベーターの安全上の性能と仕様に関するJIS規格を整備することが重要と考える。
- エレベーターの安全対策のありかたについては、現在普及しているエレベーターを含め、今後想定される高度な技術知識を採用したエレベーターも的確に安全が評価できる総合的仕組みの構築が必要である。