

第 3 回 大阪モノレール技術審議会 議事録（案）

日 時：平成 29 年 12 月 26 日（火） 10：00～12：00

場 所：大阪府庁 本館 2 階 第一委員会室

出席委員：常田名誉教授（会長）、杉浦教授（会長職務代理者）、五十嵐教授
森川教授、山口教授（50 音順）

事 務 局：谷口八尾土木事務所長、佐藤都市交通課長、高原八尾土木事務所次長 他

議事次第： 1.開会挨拶（事務局） 2.大阪モノレール構造物設計指針の改定について
3.今後のスケジュールについて 4.閉会

【 議事 1. 開会挨拶（事務局） 】

谷口八尾土木事務所長より開会の挨拶があった。

【 議事 2. 大阪モノレール構造物設計指針の改定について 】

配布資料 1,2 より事務局から説明を実施。説明後、以下の質問や質疑応答があった。（P1～17）

（杉浦委員） P5 道路橋示方書、モノレール構造物設計指針、中量輸送システム 3 つの基準をベースに大阪モノレール構造物設計指針が作成されていますが、道路橋示方書の改訂に合わせて内容を議論する際にどの項目がどの基準に準拠し、平成 9 年度の大阪モノレール構造物設計指針に反映させているのかを明確にする必要があります。たとえば、平成 9 年度の大阪モノレール構造物設計指針の改定時にモノレール構造物設計指針に準拠しているものであれば、今回、道路橋示方書の改訂があって、指針も改訂するとしたら、以前の議論との整合性は問題ないでしょうか。

（事 務 局） 全体の整理を実施しますが、モノレール構造物設計指針、中量輸送システムについては策定後改定がされておらず、より最新の基準に準拠する必要があります。まずは道路橋示方書の改訂に合わせて大阪モノレール構造物設計指針を反映させる必要があります。またこの事業は国土交通省の交付金事業となりますので、まずは道路橋示方書の改訂による大阪モノレール構造物設計指針を見直したい。最終的に国土交通省と大阪モノレール構造物設計指針について調整致しますので道路橋示方書以外の基準を含め整理したうえ指針を改定させていただきたい。

（杉浦委員） 改定されていない基準から引用されている内容はそのまま、道路橋示方書に準拠する必要はないと考えます。

（事 務 局） 社会情勢に合わせ、より新しい基準によって大阪モノレール構造物設計指針を改定し、モノレール構造物設計指針、中量輸送システムを適用すべき箇所があれば比較し、取りまとめを行います。

（常田会長） 道路橋示方書、モノレール構造物設計指針、中量輸送システムの中で同じような項目があった場合、どの基準を優先するのですか。

（事 務 局） 今回の道路橋示方書の改訂は設計手法が変更されているため、道路橋示方書に準拠しとりまとめ

たい。

- (五十嵐委員) P7 性能の中の「荷重と橋の限界状態の関係」に“減多に作用しない荷重（大地震）”との記載がありますが、道路橋示方書の考え方でいくと地震に関して Level1 地震動、Level2 地震動に分けられ定義されていますが、今回の改定による限界状態と Level1,2 地震動はどのような使い分けを考えていますか。
- (事務局) 今回の道路橋示方書の改訂の中では地震動の使い方は耐震設計編に変動荷重が支配的な場合、Level1 地震動、偶発的荷重が支配的な場合、Level2 地震動と明確に記載されており、道路橋示方書に記載されている扱いを考えております。
- (森川委員) 道路橋示方書の改訂により限界状態設計法が導入され、これまでの定義は使用限界状態、終局限界状態、疲労限界状態という種別に分けた限界状態が設定されており、各限界状態 1～3 はどの種別の限界状態を意味しているのか。通常作用する荷重として限界状態 1 かつ 3 という表記がされているが、これは使用と終局という意味なのか、使用と終局では荷重レベルが変わるためどうなっているのか。また、疲労限界状態に対する対応について、活荷重比率が高いことからすると道路橋と鉄道橋を比べて疲労限界状態照査をすることは重要になってくるのでしっかり整理したほうが良いと考えます。
- (事務局) 通常作用する荷重として限界状態 1 かつ 3 と定義されている中で、道路橋示方書の講習会で例えばメタルの部分について弾性域を超え、急に座屈を生じることがあることから限界状態 1 かつ 3 と定義しているとの説明がありました。疲労に対する考え方は道路橋示方書に具体的な定義がされているため、設計段階にて検討を進めていきます。
- (森川委員) コンクリートの場合のひび割れやたわみ制限、振動や走行性、運行に係わる問題や使用性に係わる問題についてどのような検討を考えていますか。土木学会の限界状態設計法を読み解き示方書改定によって検討してきたことを勘案し、対応関係がどうなっているのか気になります。その辺りを整理しないとモノルールとして何が重要なのかという設計思想と限界状態との関係を考えていかないと正しい設計にならない。道路橋示方書をどう解釈しどう適用するかが重要です。
- (常田会長) 次回で良いので部分係数設計法や限界状態設計法などの新設計法の導入により従来との係わり用語の関連と併せて整理してください。
- (事務局) 道路橋示方書では耐久性の項目としてひび割れやかぶりを規定しており、コンクリートの応力度についても死荷重時に 100N/mm^2 以下にするなど項目として残っているため、その辺りを整理し、次回説明致します。
- (森川委員) コンクリート標準示方書では耐久性能は別途定めており、ひび割れ等について照査がされている。それとは別に竣工時における使用性能が鉄道では重要であり、モノルールの照査はどのようにするのか気になります。前回もお話しましたが新設計法の導入による部分係数の設定について基本的には改定前の示方書にキャリブレーションされることが原則であると考えます。改定時においては改定前の示方書で設計しても改定後の示方書で設計しても安全度の余裕はあまり変わらないはずですが、改定前と改定後の比較がすごく重要です。荷重係数（1.25）については改定前の示方書では安全率の中に含まれており、ばらしたのが部分安全係数となる。確認しないとわからないが、荷重係数のみを変更した場合、改定前の示方書と比べると少し安全余裕度が低くなると想定される。すべての部分安全係数がきっちり根拠を持った形で設定されているというわけ

ではなく、キャリブレーションベースで設定されているところは注意が必要です。

- (事務局) 活荷重の比率について取りまとめたところ、モノレール桁は道路橋および鉄道橋と比較し活荷重の影響が大きいことが再確認できました。この結果をふまえ桁の照査を実施したところ、部分係数1.25を掛けることは桁への影響が大きいことが確認できました。そこで、100年耐用の中で25%の重量が増えることがあるかの検証をし、車両重量が変わらないことから乗客数の増加が重量増の要因であり、25%増の乗客数の増加は運行上発生しないことを確認致しました。
- (森川委員) おそらくキャリブレーションは標準的な道路橋でされていると思われる。モノレール橋に適用しようとしていることは改定後のキャリブレーションされた構造物とは少し違うこととなる。改定前と改定後の安全度の余裕はあまり変わらないのは標準的な道路橋であり、モノレールに対してはどれだけ安全余裕が大きくなるのかは比較検討した方がよい。改定前と改定後の示方書では安全余裕度が違ってくると思う。
- (事務局) 今回道路橋とは違う補正を検討しており、道路橋のキャリブレーションを踏まえ、大阪モノレールについても具体的に比較検討し、次回審議会で提議させていただきます。
- (常田会長) モノレールは鉄道かつモノレールという条件のもと比較し、モノレールとしての基準の考え方を整理していただきたい。
- (杉浦委員) 長寿命化を合理的に実現するための規定の充実の中で、大阪モノレール構造物設計指針を改定するにあたり、別途大阪モノレール長寿命化計画を立案しているため、大阪モノレール構造物設計指針には反映しないのか、基本的な長寿命化対策を大阪モノレール構造物設計指針に盛り込むのか。今後、具体的な方策を詳細設計を通じて検討していくということですが、営業線についてはどのように考えていますか。
- (事務局) 100年耐用については大阪モノレール長寿命化計画にて取り組みを実施しており、具体的な方策については鉄筋かぶりや部材交換の可否、新材料の適用（メンテナンスフリー）を検討していきたい。
- (杉浦委員) 大阪モノレール構造物設計指針を更新した場合、既存の構造物に対してどのように適用しますか。基準であるため、営業線についても更新された内容を適用する必要があると考えます。方針を含めて今後どのような対応を考えていますか。
- (事務局) 営業線については大阪モノレール長寿命化計画に基づき長寿命化施策を進めております。今回の道路橋示方書改定に合わせ長寿命化に掛かる部材について新たに提案・採用になれば、大規模更新時に採用できる箇所があれば取り入れていきたいと考えており、営業線の長寿命化を含めた大阪モノレール構造物設計指針の規定の改定を実施したいと考えております。
- (山口委員) P19 主要構造物について、代表的なものとして PC 軌道桁と RC 支柱だけの検証で大丈夫なのでしょうか。
- (事務局) 例えば鋼製の門型支柱なども当てはまるかと思いますが、今回延伸区間の中で、門型のラーメンを使うところが出てきます。こういうところについては複雑な挙動を示すということで、動的解析を伴った解析が必要になってくると考えています。今回、比較的簡易に検証できるということで、RC 支柱を例に挙げました。複雑な挙動を示すものについては別途、動的解析などを含めて検証していきたいと考えています。
- (山口委員) 他の構造物についても適切に検証を行っていく、ということではよろしいですか。

- (事務局) 代表として単純 PC 桁、RC 支柱の資料の提示をしたのは P21 で残留変位を設定しています。残留変位については、道路橋示方書に $1/100h$ 、というものがありますが、今回大阪モノレールの独自の残留変位の考え方として PC 軌道桁については、P21 にあるようなダボと、周辺の間隙によって桁調整が可能な構造になっています。この桁調整が可能という構造の特性を十分に活かせるような残留変位の考え方を整理したいということで、残留変位の整理をしたものです。ですから桁調整が可能なこの余裕を十分に活用できる中での残留変位ということで、橋軸直角方向で $1/100h$ 、または $55+$ 軌道据付け公差の小さい値ということで、まさしく PC 軌道桁の機能を十分活かせるような残留変位の設定をしています。あくまで主要な構造物が PC 軌道桁が多いということであり、合理的な残留変位の考え方ということで、桁調整ができるという PC 軌道桁特有の機能を十分に活かす考え方にしたいと考えています。ですから、その残留変位を平成 24 年道示で試算してみると、参考数値としては設定している残留変位内に収まります。他の鋼製構造物などについては、当然、この残留変位の考え方に基づいて算定していくこととなります。
- (山口委員) 鋼製支柱の場合は、考え方は同じで別の残留変位が制限値として設定されるのですか。
- (事務局) 鋼製支柱についても、この残留変位で設計していきたい。いわゆる道路橋示方書にある $1/100h$ ではなく、橋軸直角方向については、今回の $1/100h$ 、または $55+$ 軌道据付け公差の小さい値での設計にしたい。少し道路橋示方書よりも厳しめの条件になるかと思えます。
- (杉浦委員) 資料-2 の指針の改定案と現行比較について、例えば改定案の折れ角が $7/1000\text{rad}$ で、改定前が $4/1000\text{rad}$ と書いてある。たとえば式 VII-4 式の数値が変わっており、数値を変える以上は、それぞれの数字の根拠が何なのか、ということも関連してくる。 $7/1000\text{rad}$ に変えられる意味は何なのでしょう。以前は $4/1000\text{rad}$ で折れ角の評価がされている。荷重レベルが変わるので、それに応じて数字を変えているだけなのか、そのあたりのキャリブレーションという意味合いで片付けるものなのか、新たに精査してみるとこれでも大丈夫だ、ということで変えられているのか、これでは明確には分からないのでは。
- (事務局) $7/1000\text{rad}$ については、現行の運行規則の中にモノレールが地震後に速やかに運行を再開できるということを念頭に置いて整理しています。 $7/1000\text{rad}$ というのは、モノレールの桁がずれてしまった場合、折れ角をなした場合においても走行を継続してできるという数値を採用しています。
- (杉浦委員) 以前の数値は $4/1000\text{rad}$ だったのでは。また資料-2 のページ番号が改定案は P138、改定後は P94 となっており、何に基づいてページが変えられているのかこれだけでは分かりません。
- (事務局) $4/1000\text{rad}$ については、L2 地震動の検討をする前、道路橋示方書の今回の変動荷重が支配的な場合までのときの軌道の折れ、荷重が載荷したときの折れの量の制限値が $4/1000\text{rad}$ ということで、かなり可逆性がある状況での制限値でした。今回の $7/1000\text{rad}$ については記載のとおり軌道の据付け公差なので、ここまでの場合について速度を若干落とさなくても走れるような公差ということで、そこまでの数値を L2 地震動まではとっていいのではということで、事務局側としての検討を実施し、今の $7/1000\text{rad}+55\text{mm}$ ということで、今回の提案をしている状況です。
- (常田会長) 提案と言われましたが、そういう意識で捉えられていないと思います。なんとなく $7/1000\text{rad}$ が出てきて計算して交差がこれでということになっていますが、「 $7/1000\text{rad}$ は～という理由で、前回と変えています」と、了解をもらわないといけません。これについては $7/1000\text{rad}$ 、 θ_a だけで

他にも審議対象となるものがあるのでしょうか。

- (常田会長) 基本的に、変えたところは説明を交え「ここを変えた」と言わなければいけない。
- (事務局) こちらの数字については、整理して、次回の審議会で説明したいと思います。
- (常田会長) 7/1000rad 以外に変わっているところは全て根拠を付けて、モノレール仕様で変えたという説明をお願いします。
- (五十嵐委員) P15 で、耐荷性能 2 の要求事項をまとめた表があり、P20 ではそれぞれの限界状態をどうイメージするか、そういう提案だと思います。この 2 つを見比べると、変動作用支配状況についてと限界状態 1 および 3 とあるのでこれを P20 の表より降伏点に達する前か、終局の前かというふうに読みます。これは変動作用支配状況であっても“限界状態 1 以内である”と“限界状態 3 以内である”との区別があるものだと思いますが、これにはあまり書かれていない。どういう考え方になっているのか説明をお願いします。
- (事務局) 引用した資料には P16 の表には限界状態 1 としか表記がない。実際の示方書の中身については、橋の但書に限界状態 1 および 3 という表記があり、こちらについては P15 で統一しています。限界状態 3 については先ほどの説明のようにメタルにおける座屈などが規定されています。
- (五十嵐委員) どういう場合に限界状態 3 を満たせばよいとするのか、という明確な記載や指定がないと要求性能を規定したことになるのでは。その辺りを配慮していただきたい。
- (山口委員) P28 活荷重に係る荷重係数 1.25 を考慮しないということは、何を考慮するのですか。荷重係数を 1.00 にするということですか。
- (事務局) 荷重係数については、1.25 ではなく 1.00 にするということです。資料-2 の改定案 P33、こちらの L が活荷重を示しており、表の②と⑤の y_q の値が道示の場合では 1.25 という表記になっています。これについては、1.00 という表記で取りまとめしていきたいと考えています。
- (山口委員) 先ほどの森川先生の話が関係してくるのですが、キャリブレーションされた中で活荷重が少し大きくなって、制限値も決めて、 $\xi_{1,2}$ も調整しているので、ここだけを 1.00 にして他のところを触らないのであればちょっとダメかなと思うのですが。照査式のフォーマットの中で、全部の係数がどうなって前とは安全余裕が変わらない、というふうにしておかないと作用だけを 1.00 にしますとしても抵抗の係数は変えないのか、変えるのか。それは、どうされますか。
- (事務局) 試算の段階では抵抗値、制限値については、従来そのまま検証しています。
- (山口委員) 従来というのは引張の許容応力度にしておく、普通の許容応力度にしておく、ということですか。今回の制限値は使わないのですか。
- (事務局) 制限値は、今回の制限値です。
- (山口委員) 今回の制限値を使うのであれば、抵抗側の、いくつか係数があると思うのですが、あれも調整しないと、所要の安全率にならなくなります（安全余裕）。
- (森川委員) 要するに一般の道路橋でキャリブレーションされて、大阪モノレールでキャリブレーションはされていないので、それはキャリブレーションしなければならない。したうえでこういう安全係数にするべし、と決めていかないとなかなか難しい。一部だけを変えるというのは。道路橋であれば問題ありませんが。
- (事務局) 今回、道路橋示方書とは違う考え方で整理しようとしているので、きっちりキャリブレーションしたうえで、数字としてご提示し、次回の審議会でご議論いただきたいと考えています。
- (常田会長) 作用と抵抗、それぞれでどういう関係になっているのか、全体を見て、説明がつくようにしておいたほ

うがいい、ということですね。よろしくお願いします。

- (山口委員) P31 風荷重について平成 22 年度以降の観測データで最大瞬間風速 32.5m/s を観測していますが、平成 22 年度以前に最大瞬間風速 32.5m/s 以上を観測しましたか。
- (事務局) 表中の数値は平成 22 年以降の風速 25m/s 以上の観測実績を示しておりますが、平成 2 年の開業以降、最大瞬間風速は今のところ 32.5m/s は超えていません。
- (常田会長) 平成 22 年以降のデータは整理されていますか。
- (事務局) 本日はご提示はできないのですが、データの取りまとめはしています。
- (常田会長) 平成 22 年以降のデータを入れたほうがいいですね。
- (五十嵐委員) P29 作用の特性値について最大値を (6) により定めていると理解していますが、(6) の中で・・・風の変動の影響やと記載されておりますが、35m/s の中に風の変動の影響を含めても大丈夫ですか。
- (事務局) 実際に風速が 35m/s 以上の風が、直接、車両が载荷している状態の桁には作用しないと考えており、その場合には、運行の規則にある最寄りの駅舎に避難する、という設定になっています。そのことから、作用することはないと考えています。
- (五十嵐委員) 変動の影響とは、例えば瞬間的に増えるとかいう可能性もあるだろうし、変動したことによって余計に荷重がかかったとかも含んでいると思いますが、それを含めても大丈夫だということであれば問題ないと思いますが。
- (事務局) 現在の観測技術も発達しており、そういった突発的な風が吹く状況、低気圧がかなり力を持っている状態になっているかと思えます。そういったことを考えると、無風の状態から、いきなり 35m/s 以上の風がこの車両に当たる、ということは想定しづらいと考えています。
- (常田会長) そういう説明ができるようにしておいてください。
- (杉浦委員) 今の風の話だと、万博と淀川に設置した風速計だけで監視している、ということですが、延伸するわけなので、地域の風の特徴は大きく変わるはず。山が背後にあったり。南の延伸部分の観測も、今後必要になるでしょう、という意味で、新たに作られたほうがいいのでは。
- (事務局) 参考資料として、門真まで延びているモノレールを、さらに八尾の方面まで延ばしていく、ということで、そちらの最大瞬間風速の過去のデータを、気象庁から取り出しました。近隣のデータとしては、上段に示している八尾が 26.7m/s を観測しています。今後、風速計を別途設けるかについては、運行会社様と相談したいと考えています。
- (常田会長) 現営業線の延長が 20km 程度で単純に言うと、10km に 1 か所ぐらいの間隔で風速計が設置されていますし、延伸区間は営業線と向きも違うし、設置できるかどうかということを含めて検討していただき、瞬間的な風速というのはローカルな話なので、そういったものを捉えるという意味では 2 箇所が良いのかということを検討していただきたい。
- (山口委員) 桁の断面は風速 40m/s で決まるのか、車両载荷状態の軌道桁の 35m/s で決まるのかどちらですか。
- (事務局) 既存の設計計算だと、列車载荷時が決定係数となっているので、今回の改定でも、列車载荷時で決まると考えています。
- (山口委員) そうすると、延伸区間のほうが、断面が大きくなる可能性があるということですか。
- (事務局) 断面を大きくはできないので、強度を上げる等の対応が必要になると考えています。

参考資料 4

(常田会長) P33 のまとめについて性能規定や作用についてとりまとめていただき、次回確認したい。

(常田会長) 全体を通して、何か見落としている箇所があればお願い致します。

(杉浦委員) 資料-2 について、改定案と現行案を並べて比較できるのは良いですが、備考欄には何がどう変わ

(杉浦委員) っているのかも含めて書かないと、資料として成立しないと思います。また、白紙の状態だと作業してないのか、無いものなのかが分かりづらい。それを含めて備考欄にいろんな説明を記載していただきたい。

(常田会長) 資料-2 の備考欄の記載をお願い致します。

(常田会長) 資料-2 の改定案の日付が平成 29 年 12 月となっていますが 12 月で更新するのですか。次回審議会で確認した日付となるのですか。

(事務局) 日付は本日の審議会に合わせた日付であり、最終案については議論を尽くしていただいた後、3 月なら 3 月、という形でまとめたいと考えています。

【 議事 3. 今後のスケジュールについて 】

(常田会長) スケジュールについて、いかがでしょうか。今回、性能規定、作用について審議し、次回は平成 30 年 3 月に予定となっていますが。質問、ご意見はありますか。

(事務局) 今後のスケジュールについて説明いたします。第 3 回審議会が、平成 29 年 12 月 26 日、本日です。内容については、性能規定に関するご審議、作用、活荷重、風荷重についてのご審議、それから新改定案の提示、等、ご意見をいただいたところです。第 4 回の審議会については、平成 30 年 3 月頃を考えています。こちらについては、指針の改定、先ほどいただいたご意見等を踏まえて、ご提示し、了承をいただきたいと考えています。また、前回、第 2 回のときの課題であった、支柱 PC 桁、支承、こちらの内容について、ご提示しながら、ご意見を伺いたいと考えています。最終的には、第 5 回の審議会、平成 30 年 5 月を考えていますが、こちらについても、前回の課題についてのご了承をいただけるような資料を、ご提示したいと考えています。

(常田会長) 次回は指針の改訂の了承が主になるとしますので、対比表及び根拠の確認ということでモルル仕様という話が出てくるので、そのあたりの整理をきちんとやっていただきたいと思います。

【 議事 4. 開会 】

佐藤都市交通課長より閉会の挨拶があった。