

第 5 回 大阪モルルール技術審議会 議事録

日 時：平成 30 年 12 月 25 日（火） 13：00～15：00

場 所：大阪府庁 本館 5 階 議会特別会議室（大）

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、古川准教授
山口教授、山本准教授（50 音順）

事 務 局：田中八尾土木事務所長、浅井都市交通課長、野添八尾土木事務所技術次長 他

議事次第： 1.開会挨拶（事務局） 2.大阪北部地震および平成 30 年台風第 21 号に関する報告
3.審議内容について 4.答申について 5.今後のスケジュールについて 6.閉会

【 議事 1. 開会挨拶（事務局） 】

田中八尾土木事務所長より開会の挨拶があった。

【 議事 2. 大阪北部地震および平成 30 年台風第 21 号に関する報告について 】

事務局より議事 2 についての説明を実施。説明後、以下の質問や質疑応答があった。

（五十嵐委員） 分岐橋が浮き上がってリミットスイッチを損傷させたという話だったのですけれども、浮き上がるというのは、あまり想定しない状況だと思うのですが、おそらく鉛直に地震動が起きたとか、そういうことだけではなくて、何かメカニズムがあると思うので、なぜそうなったのか、その辺りの検討の余地があるのではないかと思います。おそらく制震装置を設置し対策するという事は、鉛直の浮き上がりに対して、あまり効果がないと思いますので、要注意点ではないかと思えます。

（事務局） リミットスイッチの損傷については、鉛直の浮き上がりというより、桁自身が横に揺れることで、台車の一部に浮きが出たのではないかと推測しているところです。

（杉浦委員） 阪神淡路大震災の時と、基本的に違うのは運行上の地震だったということですから、車両は当然、軌道の上に乗っていますけども、耐震補強を色々されてきて、その結果として主な構造体、橋脚にしる、支承にしる、損傷はないという理解でよろしいですか。あとは車両との連線の中で、車両側に損傷が出たのか、それとも乗っていた桁の周辺ですね。その辺りはどうだったのですか。

（事務局） 乗っている桁に大きな損傷は無かったです。どちらかと言うと、車両側であまり設計時に想定していない地震動が入ってきたということで、車両の部品の一部でダメージを受けたということになっております。今後は検証していく中で、車両のモデルと桁のモデルを、どのように整合させていくかというのが課題になっておりまして、車両メーカーさんと一緒に、その辺を動的解析するにしても、車両をどのようにバネで支えるかということを含めて、検討しているところです。

(常田会長) 今回、地震と台風の両方を受けて、考えなければいけないのは、延伸区間をどうするかという話なのですね。それに対して、先程の風の比較では、風速の設計、平均風速の設計がどうかという話がありましたけども、それ以外に構造が台風の時や、地震の時の構造の面で、設計上考えないといけない部分があるのか、あるいは検証委員会の検証結果を受けて色々な対策ですよ。地震計の設置をどこに設置するかという話もありますし、それを使って実際に判定、指標を作ると言われていますので、今回の検証委員会では営業線が対象ですけども、そのノウハウを延伸区間にも適用するということが大事だと思います。今回の審議会の構造検討の中でも、特に影響がないのですけども、こういった経験・教訓を、延伸区間を含めて、3 月に対策を提案されますけども、それを上手く延伸区間にも反映する、といった姿勢でよろしいでしょうか。

(事務局) 構造や設計指針を大きくやり変えるところというのは、ないのですが、今回、営業再開が遅れてしまったところがあり、どのようにすればもっと早く営業再開できるかということの中で、延伸区間に取り入れるものは取り入れていこうと考えております。例えば点検をどのようにするのか、ということの中で、こういう施設を作れば、もう少し点検がしやすくなるということがあれば、それを取り入れるとか、そのような対応になっていくのではないかと考えております。

(常田会長) あと、地震のほうでは、万博の基地のほうで約 680gal の加速度がありましたが、色々そこで波形が取れているのですけども、それをいずれ延伸区間で使うかとか、そういう話もあるみたいですけども、動的解析になってくるかと思えます。阪神淡路大震災時は他特定の記録と言われていますけども、そういったものをどのように使うかとかは、必要になったら考えていけばいいかと思えます。ただ、地盤条件が違うのでその扱い方という話がありますけども、せっかく取れた記録ですから、活用されるといいかと思えます。

(杉浦委員) 風の状況ですけど、今回たぶん南のほうで、大阪府の中で強かったですよ。ですから今回、営業している区間でよかったのではなくて、他のデータも参照されたほうがいいと思います。今は風速だけなのでしょうけど、風向も同じように設計上は必要な情報になり得ますので、データの見直しに関しては、しっかり整理されたいのではないかと思います。

(事務局) 2つの災害がございましたので、先ほど会長のほうからありましたけども、延伸区間へのフィードバックということについては、我々もしっかりと必要なことについては、やっていきたいと思えます。モノレールの構造物自体については、致命的なことはないのですけども、ソフトも含めて、しっかりとこの教訓を活かすという意味では、延伸区間の整備について、当てはめていくということになります。特に点検ということについては、現在業務が進んでおりますので、そういったところについては、新たな形のものが入るかなと思っています。

【 議事 3. 審議内容について 】

配布資料 1～4 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。

(1) RC 支柱について

(常田会長) 5 ページの参考の最後のところで、24 道示と比較した結果があり、表の下に 2 行のコメントがありますけども、「同程度」という表現でいいのかどうかということがあります。「同程度」と言ったら、24 に比べてプラスの場合もあれば、マイナスの場合もあると思うのですけども、表を見ると、残留変

位については大きめに出ていますよね。ただ、下のように、82 本に対して 86 本にすると、許容残留変位内に収まる、ただし、24 道示に比べると大きいということで、その辺の表現をしっかりと書いてもらったほうがいいかと思います。「同程度」ではなくて、「やや大きい」として、基本的には 24 道示の 82 本に対して、86 本にすることによって、許容残留変位は 24 道示よりやや大きくなるが、許容残留変位の中に収まる、そういう書き方のほうが適切かと思いますので、その辺の表記を見直してもらいたいかと思います。

(2) 鋼製支柱について

(常田会長) 検討結果の 2 つ目の丸で、分からない点があるのですが、限界ひずみ ϵ_a の算出が必要となる、

そのためには断面・形状が 1 基毎に異なるということですが、1 本ずつ限界ひずみを出さなければいけないため、グルーピングは難しいという理解でいいですか。

(事務局) 上段に書いてあります鋼製支柱、こちらの形状が様々というところから、まずスタートさせていただきまして、たとえば延伸区間の基点側にあります門型ラーメン、今回、大阪モノレールの延伸区間でよくあるのが、中央環状線を跨ぐ門型ラーメンということがございます。次の阪神高速を跨ぐ所なのですが、実際に中央大通りを跨ぎまして、その上に支柱を立てて、更に鋼製支柱を立てるという構造も今回検討しております。非常に交差物件が多い中で、延伸区間を構築することによって、断面のほうが多岐に渡るとということが挙げられております。それと、計算結果にございます、 ϵ_a なのですが、限界ひずみをそれぞれ算定することにより、動的解析を省略化できるということがございまして、その算定式がこちらになりますが、実際に ϵ_a を算定する際に、柱ボックスにおけるウェブの全幅、フランジの全幅、ウェブの全高さ、それから補剛材の計算も実施しないといけないということで、脚一脚ごとに断面の大きさ、それから補剛材がどれほど必要になるのか、軸力としてどれほどかかるのかということも、算定する必要があります。よって、それぞれ 1 基ごとで算定しなければ、限界ひずみの判定ができないため、動的解析については、引き続き行いたいという結論でございます。

(常田会長) 2 つ目の丸の 2 行目ですよね。「これには断面諸元の算定が必要となる」ということで、1 基ごとの断面諸元の算定が必要になるということですね。

(3) PC 軌道桁について

(山本委員) 5 ページの右の断面図の改善案なのですが、15 ミリや 7 ミリは何の間隔ですか。PC 鋼材との取り合いとかではないですか。

(事務局) 既存断面の A-A で示している箇所ですが、上沓のベースが H 型をしており、上沓の縁から支承アンカーまでの隙間が 15 ミリ、B-B 断面の改善案では、それが 7 ミリになるという結果です。

(山本委員) 少し気になったのは、PC 鋼材あるいはシースとの間隔とかそういうものと勘違いしていたのですが、PC 鋼材の何本かは側方向に広がりながら配置されていくと思うのですが、その時の間隔でも、例えば 9 ページの右下の図ですが、鋼材配置に対して、特に軸方向の支承板からの鉄筋が気になるのですが、この辺りは間隔的に大丈夫なのですか。浮いてしまうとかはないですか。

(事務局) 9 ページ目の平面図に示しております D51 のアンカー支承、その終点側の内側の鉄筋が、PC

鋼材と干渉しているのではないかというご質問につきましては、正確な数字ではないのですが、図面上で確認しながら、アンカー筋の配置を行っており、干渉はしておりません。

- (山本委員) かなり過密配筋ということで、アンカー筋と PC 鋼材の隙間とかも小さくなってくると、PC 鋼材、シースの下の部分とかに、コンクリート打ち込み時に、どうしても隙間が出てきてしまう可能性もありますので、図面上はギリギリかもしれないのですが、工場製作とはいえ、かなり厳しい状態になっていないかどうかというのを、最終実物等を見られたほうがいい気がしました。やはり端部の部分は、桁がどうしても導入プレストレスが大きくなることもあって、支圧、割裂応力に対しての現行コンクリートの有効断面を確保するということだと思うのですが、きちんと充填できるような配筋が望ましいと思いますので、もう一度確認されたらどうかと思います。
- (常田会長) 例えば施工時に、そういったところをきちんと注意してもらうとか、図面だけの確認だけではなくて、心配がある箇所を要注意箇所として確認していただければと思います。
- (杉浦委員) 支承の定着アンカー鉄筋の見直しをされているということで、最終的に千鳥の配置で 5 本ですよね。ということは、同じように、そこに 2 本・2 本の配置があれば、10 本でもいけると思うのですが、そうすると、D35 と D38 は照査結果より応力度が余っていますから、D38 は 10 本ですし、D35 は 12 本なので、これは 10 本にできるのではないかなと思います。そうなった時に、選択肢として D35 と D38 というのは落とされるものなのか、そこはどうでしょうか。5 ページの照査結果を見ていると、例えば 12 本を 10 本にするのであれば、80%ぐらいですから、応力的には上がるような気がするのですが、そこはどうですか。
- (事務局) 実際には少し余裕を見て設計をしており、設計値としては少し余りが大きくなっている点もございませう。今回 D51 を採用と考えてたのは、鉄筋配置をなるべく広げたいということで、D51 の結論としました。
- (杉浦委員) そうすると、この一覧表の中には、例えば重量とか、他の試算結果として、これが選択肢です、こちらのほうが有利です、というのがあったほうがいいのかと思います。間隔もしかるべき、定着長が殆ど桁の上まで入っていますよね。ですから、そういうものも含めて、整合性であるとか、他の面も含めて、太径のほうがいいのかという結論に最終的に持っていくのであれば、何か他の条件をここに付加しておいたほうがいいのかと思います。照査上は全て良いので、スペーシングとして 5 ヶ所あるわけですよね。それをなぜ千鳥にしないといけないのかという根拠が、ここだけでは不明確です。
- (常田会長) 5 ページだと、どの鉄筋径でも OK だからどれでもいいのか、ということになってしまいますよね。できるだけ間隔を広げて、施工性を確保するとか、その辺の判断の根拠を示す提案です。この表を見ると、制限値に対して計算値が、できるだけ近いような形になっているわけですが、D51 の場合はですね。
- (山口委員) 3 ページの比較のところですが、7S12.7 と 12S12.7 ということで、結果のところでは材料費が 2.2%ぐらい高いのですが、6 本にかなり減っているのにそんなものなのか、あと鋼材配置で少し経済性が緩むのであれば、工期なども金額換算して、数値として〇×を出したほうが、説得力があるのではないかと思います。

(事務局) 施工性を反映した経済性ということで、経済性と緊張費を示させていただきました。実際に緊張管理、手間のほうが少し少なくなるということから、6本配置のほうが0.2%程度は安価になりますが、全体的に材料費のほうが、ウエイトが大きかったので、今回は10本配置にしました。

(山口委員) 定着構造の数が減るのに、材料が全然違うということですか。

(事務局) はい。

(常田会長) 5ページの表だけではなくて、なぜD51の5本に変更したかの根拠を、もう少し整理してほしいと思います。

(4) 鋼軌道桁用支承について

(常田会長) 前回審議会時の宿題でアンケートが何とかと書いてありますが、この報告はどうですか。

(事務局) 東京モノレールにヒアリングし、不具合の発生事例を確認いたしました。特に支承板支承については、不具合の発生は無いということでした。

(常田会長) 4ページの比較表に、そのヒアリング結果が入っているということよろしいですか。

(事務局) はい。

(古川委員) 東京モノレールの支承板支承に不具合がないということだったのですが、水平移動とか回転に追従できるということで、○が多くなっていると思うのですが、それは年月が経っても、機能が確保できるのか、そういったことが不安視されますが、4ページの一番下の維持管理性に関して、部品の交換が可能で、すべり面の防塵対策が必要と書いてあるのですが、この良さが発揮されるために、水平と回転方向の追従性を確保するために、こういった対策が今後必要なのかとか、経年長期的な安全性について、もし検討されていたら、お願いします。

(事務局) 東京モノレールでの使用年数は、平成8年に供用されているということで、概ね20年経過しています。その間に特に不具合はないというご報告をいただいております。また、防塵対策については5ページ目に示しております、上沓と下沓の間に入っているベアリングプレートについて防塵性を増さなければいけないということで、シールリングがあります。これによりベアリングプレートの中身、摩擦面に対してゴミが入るのを防ぐという構造を採用しております。

(常田会長) シールリングを交換することによって、ベアリングの回転だとか可動性を維持できるという意味ですか。

(事務局) はい。定期点検は必要になりますが、現状では不具合は生じておりません。

(常田会長) 古川委員が心配されているのは、きちんと長期的に動くのかという話だと思うのです。さっきの塵が入らなければ大丈夫だけど、そのためにはシールリングがあって、それを適宜交換していけば、機能が確保されるということでもいいかと思います。そのシールリングの交換は容易だということですか。

(事務局) 桁のジャッキアップが必要ですが、交換は可能です。

(杉浦委員) 許容回転角はどう記述することになりますか。同じ支承を採用するにあたり設計上、何を管理する

のか、照査の対象でも実際の管理でもいいですし。例えば東日本の地震の時に、東京モノレールでどこまで支承板支承の損傷があったのか、なかったのか。ここで平面の許容回転角は出していますが、これはあくまでも参考値であって、応答量はそれぞれ水平二方向になりますので、中心で回転しているだけの角度を出していますが、本来はもっと厳しいと思います。ですから、これによって何を言いたいのかというのが、明確ではないような気がします。あと支承周りの付属物によって、回転が拘束されるので、それに関してどうかということ、何を目的にそれを見ておられるのか、検証されているのか、はっきりされた方がいいのではないかと思います。

(事務局) まずこの想定しましたモデルは、どこも破損していない状況を考えております。ですので、1本1本の桁が水平力に対して支点をスパンとした時のたわみを生じるということをまず想定しております。おそらくどちらかの脊が壊れた際は、回転中心というものが個別の脊ではなくて、筐体で見た時の回転中心がどこかに生じるものと考えられますが、今回は全ての部材が健全だということを前提にしております。よって、1つの脊で見た時に、回転中心はその脊の中心にあるという想定のもと、上脊とサイドブロックが干渉する際の変位量を、回転角に置き換えたという検証となります。

(杉浦委員) 支承板支承の場合でしたら、回転は自由にできるはずなので、少なくともサイドブロックがなければ360度回転します。サイドブロックを設計する際に、隙間の間隔は1ミリなのか、2ミリなのかという設計まで踏み込んで話をしないとダメだと思うのですが、許容値がこういう寸法であればこうだ、ということを行っているだけですよね。

(事務局) 実際に設計値としては5ミリであり、サイドブロックとの隙間が3ミリは、それぞれの製作誤差を見込んで、厳しめて見た時の数値として3ミリを挙げております。

(杉浦委員) それはあくまでも回転中心が一緒の時に回転しているということで、当たるという条件を設定しているだけで、本来は応答値ですから、他の二軸の回転に関しては、当然、上脊と下脊が衝突するというので、回転量の制限はありますが、平面内の回転は、他の付属物での回転で決まるはずで、その辺りをもう少し、なぜこの値でいいのかということについては、何か根拠を示していただければいいのではないかと思います。十分余裕がありますという意味であればいいと思います。

(事務局) 4%の範囲で動くということで、我々としては十分な隙間の中で、動くことを考えております。

(常田会長) 製作誤差3mmは決まっているわけですよね。

(杉浦委員) でも、応答量がありますから、地震時の応答量で、単に上の回転角というのは、たわんだ時の実際の管理では回転角ですよね。水平方向の応答量まで含めてはいませんので、応答量はいくつですか。完全にサイドブロックを固定しているのであれば固定で、そうしたらもう最初から接触していることになるのです。ということで、余裕があるということを示すだけの資料になっていますから、ただ単に平面の回転はできるということだけでいいのではないですか。

(常田会長) 想定する荷重は、さっきのP6にあるようなものですよね。話は変わりますが山麓線橋が選ばれたのは、どのような理由で選定したのですか。

(事務局) 山麓線橋につきましては、過去に実橋梁の計測を行った経緯があり、比較対象として今後検討

するのであれば、一助になるのではというところから、山麓線橋を選定しました。

(常田会長) 選定根拠をきちんと明示しておかないと、都合の良い橋梁から選んだとかそういう話になるといけないので、検討上最適な橋梁を選んでいますというのが、必要になると思います。

(杉浦委員) むしろ本体のほうではなくて、この支承が良い・悪いではなくて、サイドブロックをどうするかということ、もう少し検討した方がいいのではないかという意味で言いました。サイドブロックの設計をどうすればいいのかということについて、普通、平面なら回転は自由にできるけども、ある時に制限値というか、衝突するわけですよ。最終的にはブロックの設計になるわけですから、その点をどうすべきかということは、やはり入れておいたほうがいいと思います。

(事務局) サイドブロックの取り扱いにつきましては、今後、詳細設計等で細かな数字を検証していきたいと考えております。

(常田会長) サイドブロックの設計の考え方を、もう少し整理していただきたいということです。

(五十嵐委員) 支承板支承をなぜ選んだかというのは、プロセスの一つだと思いますが、3 ページで支承形式の比較表があるのですが、上から 3 つ目の支承板支承の 2 番目の橋軸直角方向は拘束とかで、一番下のゴム支承は可動とあるのですが、これはサイドブロックがあるかないかで決まる話で、支承板支承は拘束でゴム支承は可動で、何かすごく違和感があるような気がします。それから一番右の鉛直軸回りで、ゴム支承が可動で支承板支承が△とありますが、これも同じ話で、ゴム支承で可動というのは違和感があります。結論はこれでいいと思うのですが、この表を見た時に違和感があるので、この表は見直しされたほうがいいのではないかと思います。

(事務局) 条件につきまして、もう一度精査させていただきます。

(常田会長) 今の意見を踏まえて、本質的には変わらないと思うのですが、整理の仕方をきちんと見直した方が良くと思います。

【 議事 4. 答申について 】

事務局より答申案を配布し、説明を実施。説明後、以下の質問や質疑応答があった。

(事務局) 諮問に対する課題についての答申ということで、いただくかと思っただけですけども、先程 PC 軌道桁については、ベストと言えるものになっていないのではないかとということで、特に可能な限り過密を回避したいということで、委員の先生方のご指摘がありましたけども、他の要素も加味して、ベストと言える根拠の整理が要ることが一つございました。あと、鋼軌道桁の支承については、東日本大震災の時の被災の状況の追加のヒアリング、あるいはサイドブロックの考え方の整理、あと、表の中身を精査するということも含め、本日は答申案ということで、ご覧いただき、審議内容を整理した上で、こういった審議をさせていただくのか、個別で伺った上で、こういう整理ができたということで、分かったと言っていただけるというのは、常田会長のほうとご相談させていただき、常田会長一任という形でお願いできればというのが、事務局の今の考えでございます。

(常田会長) ということは、今日この案についての答申ではなくて、その宿題に対する答えを、事務局サイドで提示していただけるということで、それを集まっていたかなくても、各委員に報告していただいて、

了解いただければ、案のような形で答申という形で投げさせてもらう、という形でよろしいでしょうか。では、そういう形でお願いします。いつまでに答申しなければいけない、ということはないのですか。

(事務局) 基本設計に反映したいものですが、本質的には変わらないということもございましたので、過密性を回避するために、10本あるいは千鳥を5本というのは、大事なところでございますので、そこはしっかりと先に急ぐ形でまとめたいと思っております。まずは整理が出来次第ということで、お話させていただければと思っております。

(常田会長) その辺りは事務局サイドで、急ぐのであれば今日の宿題を急いで整理していただいて、早めに各委員方に了解をいただき、必要であれば訪問していただいて、説明していただくといいかと思っておりますので、よろしくお願ひしたいと思ひます

【 議事 5. 今後のスケジュールについて 】

今後のスケジュールについて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。

(事務局) 現状ですが、大阪モノレールの事業としまして、基本設計を現在進めているところでございまして、詳細設計とのバトンタッチ、これを2019年の第1四半期末を予定しております。ここより具体的設計に入っていくという状況でございます。各種申請につきましては、都市計画決定を今年度末に予定してございまして、事業認可取得を第4四半期ということで考えてございまして、事業については順調に進んでいることをご報告させていただきます。

(常田会長) 審議会自体はどうなりますか。答申で審議会の役割が終わるのか、引き続き行うのか、その辺りをお聞かせください。

(事務局) 審議会ですが、平成28年度からご審議をいただきまして、おかげをもちまして、だいぶ設計のほうも進んでいる状況であります。本日、資料の修正や後ほど企画課との調整によりまして、考え方のご説明をさせていただき予定にしておりますが、基本的には今年度内をもって、この審議につきましては、一旦は終わらせていただきたいという風に思っております。ただし、モノレール事業は、今後、工事等が本格化していくことが当然のことながらありますので、審議会そのものは、このまま残していくつもりであります。委員の皆様におかれましては、今後は適宜、事業の進捗等の情報提供させていただきながら、また、新たな課題みたいなものが発生した場合には、改めてご相談申し上げるということで、基本的には今の審議会というものに関しましては、今年度末で一旦閉じたいというふうに考えております。

(常田会長) そういう話ですので、よろしくお願ひします。他にないようでしたら、審議会を終わりにしたいと思ひますが、これまで5回審議をやらせていただいて、各委員の方々については色々なご意見ありがとうございました。事業認可の準備を進めていただいて、出来るだけ早く営業線の延伸をしていただいて、大阪経済の発展に貢献していただけるとありがたいと思ひます。委員の先生方はみんな同じ気持ちだと思います。先ほど話がありましたように、色々技術的な話がまた出てくると思ひますが、その辺りは各委員方に相談していただきたいと思ひますので、よろしくお願ひします。それでは、事務局にお返しします。

【 議事 6. 開会 】

浅井都市交通課長より閉会の挨拶があった。