

12th World Conf. on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand

第12回世界地震工学会議

西山 峰広*

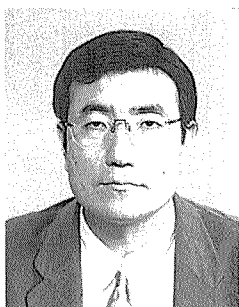
カンタベリー大学副学長で、第12回世界地震工学会議(12WCEE)の議長であったBob Park先生(写真-1)が、昨年8月、66回目の誕生日を迎える直前に倒れられた。そのほんの4ヵ月前の4月には京都で元気なお姿を見ていただけに、たいへん驚いた。とともに、病状はかなり悪いとの知らせに一時はもうだめかと覚悟したものであった。その後、何とか持ち直され、リハビリに励んでおられると聞いたが、地震工学会議のときに、ここまで回復されているとは思わなかった。少し、左手が不自由ではあるが、そのほかは、元気で、「ヒッヒッヒッ」という笑い方も以前と変わっていなかった。12WCEEのように大きな会議を運営するにはたいへんな労力と時間が必要となる。その準備の最終段階における突然の病にもかかわらず、これを克服し、会議を成功に導かれたことには頭が下がる思いである。閉会式の折に、防災科学技術研究所の片山恒雄先生が賞賛されていたように、まさに「Ductile Reinforced Concrete Man」である。

□ □ □

その12WCEEは、2000年1月30日～2月4日までの約1週間にわたりニュージーランドのオークランドで開催された。夏のオークランドでは、アメリカズカップの挑戦艇を決めるための、ルイビトンカップが開催されており(写真-2)、会議のときには、ちょうど、アメリカンとイタリアのプラダがその決勝を争っていた。これに引き続いて行われたアメリカズカップ決勝のプラダとニュージーランドワンの戦いに繋がるこの期間の当地での盛り上がり方は、尋常なものではなかった。出場艇の格納庫が並ぶ港は、会場から歩いていける距離にあった。競技の様子を見るため、あるいは、潮風に吹かれに多くの会議参加者が訪れていた。アメリカズカップ決勝では、ニュージーランドが圧勝し、昨年のラグビーワールドカップで4位に甘んじたオールブラックスに鬱積するものを感じていたキーウィたちも溜飲が下がったものと思う。

□ □ □

12WCEEの会場は、オークランド市内のほぼ中央に位置するAotea Centreであった(写真-3)。参加者総数は、約



* Minehiro NISHIYAMA

京都大学
工学研究科 建築学 専攻

1750名、日本からの参加者は、そのうちの約4割、約720名であったとPark先生から聞いた。WCEEでは、Earthquake Engineering(地震工学)という名のもとに多くの分野の研究・応用・実践が発表される。地学的な地震発生メカニズムからいわゆる耐震工学、それに社会学的な分野まで幅



写真-1 12WCEE議長 Bob Park先生



写真-2 アメリカズカップ会場



写真-3 Aotea Centre

広い。これを限られた会議期間中に発表するとすると、ほとんどの発表をポスターセッションとし、オラルプレゼンテーション（口頭発表）はほんの少しになる。したがって、口頭発表も同じような分野の論文を集めて一つのセッションにしたといっても、その内容は多岐にわたり、どうしても寄せ集めのセッションのような感じが拭えなかった。

□ □ □

メキシコのアカプルコで4年前に開かれた第11回世界地震工学会議（11WCEE）では、論文集がCD-ROMに収められた。これには賛否両論がある。印刷物となっていれば、時間があるときにばらばらとめくって読むこともあるだろうが、CD-ROMではいちいちコンピュータを立ち上げなければならぬし、ごろ寝しながら読むわけにも、枕にするわけにもいかないという否定的な意見と、十数冊にもなる論文集は持って帰るだけでも大変で、まして会議で扱われる分野が広いので参加者それぞれが必要とするのはそのうちの数冊であるし、また、CD-ROMの方が検索が容易であるという賛成意見である。ちなみに、筆者は賛成意見であるが、論文によっては、図が不鮮明となったり、式がうまく表示されていないものがあつたので、これらの点でまだ改善の余地があると思う。

11WCEEの際には、通常の印刷物として郵送された論文を、イメージスキャナで読み込んでCD-ROMに収録したようであった。今回のWCEEでは、電子メールの添付書類としての投稿もできるようになっており、文書ファイルをそのままpdfファイルに変換してCD-ROMに収めている。ただ、うまく変換されない図、数式などが見られた。11WCEEのようにスキャナで読み込めば、文字や図表の鮮明度は落ちるが、変換に伴う障害はない。電子メールによる投稿のおかげで、締切り当日まで原稿を作成することができた。実際には、3週間ほどの延長を認めてもらったのだが……。

ここで、問題となるのが、電子メールの、あるいは、インターネット全体の信頼性である。筆者も論文投稿申込みを電子メールで行ったのだが、先方は、これを受け取っていない。これが分かったのはこのメールを送ってからかなり後のことであつた。郵送あるいは宅配便であれば送ったことの証拠が何らかの形で残るが、電子メールの場合は、何も残らない。先方が受け取っていないと言えば、こちらが送ったことを証明することは難しい。電子メールというのは、100%信頼できるシステムではないと聞いている。100%信頼できるシステムなどないのであろうが。ところがたいてい人は、メールで送ったものは必ず着くと思ひ込んでいる。12WCEEにおいても私のような事故に遭つた方がほかにもおられたことと思う。こういった不具合があつてもやはりメールは便利である。郵送だと先方に到着するだけで1週間以上かかる海外へも一瞬で届く。相手が怠惰でなければ着いたことをすぐ知ることができる。

会議での発表も、コンピュータを利用してできるようになった。最近の液晶プロジェクタの普及により、コンピュータとプロジェクタを接続してプレゼンテーションを行うことが多くなってきた。この方法だと、発表の直前まで原稿を作成したり、修正したりできる。かく言う筆者

も、発表の前日まで、ホテルでコンピュータに向かって原稿の手直しをしていた。このような方法は今後ますます増えることと思う。1988年に同じオークランドで開催されたPacific Conference on Earthquake Engineeringの発表の際にカラーで作成した図表をスライドにしたいと、当時はまだほとんど普及していなかったカラープリンタを求めて、大学から少し離れたところにある出力センターへ自転車で走つたものであつた。また、コンピュータのディスプレイで表示されるものとプリンタで出力されるものが、異なるので、手直しのために何回も通わなければならなかつた。値段も確か1枚1000円～2000円ぐらいしたような記憶がある。できた図表を、カラースライドにしてもらうために、今度は写真屋さんへと走る。このような作業のために半月ほどを費やした。約10年でこんなにも変わるとは、ある程度は予想されても、その進歩の早さには驚くばかりである。ただ、いくつかの小さなトラブルもあつた。コンピュータがうまく作動してくれなかつたり、私の発表のように数式がうまく表示されなかつたりもした。

□ □ □

国際会議では恒例の晩餐会は3日目の夕刻に催された。会場は、市内から遠く離れた屋内馬場であつた（写真-4）。オークランド市内にはこれだけの人数を収容し、食事を提供できる施設がなかつたのか、あるいは、ひとつの趣向なのか、ホテルからバスに乗せられて30分ほどかかってようやく到着したような田園地帯にある施設であつた。入り口を抜けると、両側が厩舎となつており、馬の顔を見ながらテーブルに向かうことになる。会場の床あるいは地面には木屑が敷き詰めてあり、これによりおいを消しているようであつた。同伴者も加えて恐らく2000人以上が集まっていたようである。これだけの人数が音響的な考慮のない空間に集められると、隣の人の話し声を聞き取ることさえ難しい。筆者は、インドネシアのPetra Christian UniversityのKusuma先生と同席していたのであるが、かなり声を張り上げなければならず、英語を話すことに加えて、疲れが増した。

□ □ □

ニュージーランドでは、世界的に見ても早くからプレストレストコンクリート（以下、PCと略記）の設計法が整備されている。かといって、PC造建物が多いかというところでもない。プレテンション部材は多く使用されているが、ポ



写真-4 ディナーパーティ会場

ストテンションを主要構造部材に利用した例はほんの少数である。それにもかかわらず、設計法が整備されているということは、前出のPark先生が1970年代から精力的にPCの研究を進められたことによるところが大きい。

1984年版のNZS 4203 (荷重基準)ではPC部材の履歴復元力特性が通常のRCと比べて弾性的であり、履歴エネルギー吸収能力が低いことから、PC造建物の設計用地震荷重をRC造建物の25%増としている。1994年版のNZS 4203では、弾性応答する建物、じん性的な挙動をする建物およびその中間の挙動をする建物に分け、それぞれに対して塑性率を設定し、これをパラメーターとしたスペクトルから設計用地震荷重を決定するように変更されている。しかしながら、その基本的な考え方は変わっておらず、PC部材の非線形弾性的な履歴復元力特性と変形能力が小さいことを考慮してRC造建物よりも大きな設計用地震荷重となっている。

部材設計に目を転じてみると、NZS 3101 (設計基準)のPCに関する章は、ほとんどがACI規準と同じである。大きく異なるのは、柱梁接合部の設計法が明記されている点である。日本のように数多くの実験を行わなければ設計法ができないとは異なり、少ない労力で設計法を構築している。柱梁接合部の設計は、Park & Paulayのかの有名な「Reinforced Concrete Structures」に記されているように、コンクリートストラットとせん断補強筋によるトラスをその主な抵抗機構としている。プレストレスの接合部せん断抵抗に対する寄与は、柱軸力とともに接合部を2軸圧縮状態にするなどの効果を考慮し、有効プレストレス力の70%を接合部入力せん断力から控除してよいとしている。これは、1970年代にカンタベリー大学で行われた十字型接合部試験体に対する実験結果にも基づいている。しかしながら、最近日本で行われた実験では、梁柱接合部せん断強度に対するプレストレス力の効果がなかったとする報告もあり、今後も議論されるべき課題であろう。

現在のPCに関する耐震研究の動向は、以前は欠点と見られていた非線形弾性的な履歴復元力特性を、残留変形が小さいという観点から利点として捉えようというものである。また、グラウトは鋼材の防錆のためのものであり、終局時においては、鋼材とコンクリートの付着はむしろ低下する方がよいとの考え方となっている。もともと、PC鋼材はその表面形状から通常の異形鉄筋と比べて付着性能はよくない。また、伸び能力も大きくないので、適度に付着が劣化し、鋼材の応力集中が緩和される方がかえって安全性が高まることになる。このように付着が劣化したときに問題となるのは定着部での応力変動であるが、建築構造物では、定着端と、鋼材の応力度が最も大きくなる危険断面が近接していることが多いので、定着端への危険断面での応

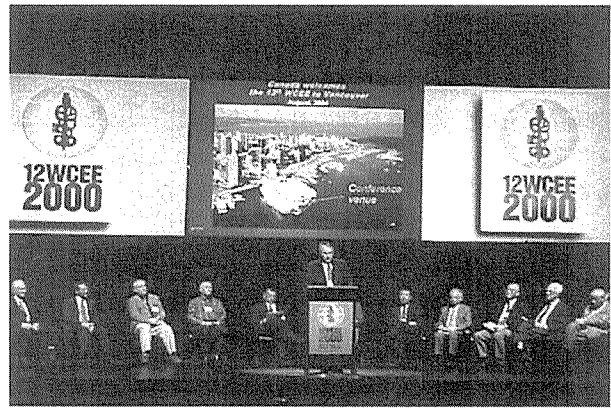


写真-5 閉会式・次回開催地バンクーバーの紹介

力変動の伝達は、付着性能の悪さもあり、不可避である。それならば、アンボンドとしてPC鋼材の応力増大を抑えた方がよいということになる。

PCの残留変形が小さいという利点を積極的に利用しようという研究が12WCEEにおいてもいくつか発表された。US-PRESSS (PREcast Seismic Structural Systems)の締括りとして行われた5層骨組みの載荷実験や、プレキャスト壁をアンボンドで周辺フレームに接合した例などである。その際に問題となる履歴エネルギーの吸収は、構造物全体として見た場合には、別のRC部分骨組みあるいはエネルギー吸収要素に、部材レベルで見た場合には、普通強度鋼材やその他のエネルギー吸収デバイスに、分担させようとするものである。したがって、PC鋼材は弾性範囲に留めておいた方がよいことになる。そこで、アンボンド鋼材を利用することになる。アンボンドというともし破断したときに部材全体の破壊に繋がるとか、定着部が心配であるとか言われて、耐震部材として使用が禁止されてきたが、うまく利用すれば、逆に、耐震性能に優れた構造物を建設することができる。

□ □ □

12WCEEの報告とともに、今後のPC技術の方向について記した。4年後の次回地震工学会議はカナダのバンクーバーで開催される(写真-5)。年々参加者が多くなり、悪く言うと肥大化しているこの国際会議であるが、好評なポスターセッションの導入や、コンピュータの積極的な利用により、徐々に変貌しているようである。4年後の会議では、学術的な面だけでなく、どのような運営がなされるのか、今から楽しみにしている。世界中にいくつかの拠点を設けて、それらを結び、世界的な規模のテレビ会議ということになるかもしれない。そうすると、観光という国際会議でのひとつの大きな楽しみがなくなってしまうのは残念である。

【2000年4月25日受付】